

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO, FÓSFORO, POTÁSSIO E INOCULANTE
SÔBRE A PRODUÇÃO DE MATÉRIA SÊCA, NODULAÇÃO E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DE *Phaseolus atropurpureus* DC. cv. SIRATRO**

CÉSAR AUGUSTO ALCALÁ BRAZÓN
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Escuela de Zootecnia - Universidad de Oriente
Jusepin — Monagas — Venezuela

ORIENTADOR: Prof. Dr. André Martin Louis Neptune

**Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz" da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre.**

(Magister Scientiae)

PIRACICABA
Estado de São Paulo — BRASIL

1971

À meus pais

Aos meus irmãos

OFEREÇO

é a

minha espôsa

e filhas

DEDICO

A G R A D E C I M E N T O S

Agradecimentos são devidos às seguintes pessoas e instituições

Dr. ANDRÉ MARTIN LOUIS NEPTUNE, orientador do candidato, Professor de Disciplina do Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Dr. CELSO LEMAIRE DE MORAES, Prof. Assistente do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Engº Agrº VIVALDO FRANCISCO DA CRUZ, Instrutor do Departamento de Matemática e Estatística.

Engº Agrº M.S. ELI LÓPEZ, Departamento de Fertilidade de Solos do Instituto Agronômico de Campinas.

Engº Agrº TAKASHI MURAKA, Centro de Energia Nuclear na Agricultura.

Sr. ANGELLO SMANIOTTO, VINICIUS FERRAZ e OCTAVIO PARRA PARADA.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" (E.S.A.L.Q.)

UNIVERSIDAD DE ORIENTE (U.D.O.)

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIÊNCIAS AGRÍCOLAS (I.I.C.A.)

CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA (C.E.N.A.)

I N D I C E

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1. Efeitos do calcário	2
2.2. Efeitos do fósforo	3
2.3. Efeitos do potássio	4
2.4. Efeitos do Inoculante	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Solo	7
3.2. Análise Química do Solo	7
3.3. Delineamento estatístico	7
3.4. Preparo dos vasos do Solo e aplicação de calcário	9
3.5. Semeadura	9
3.6. Desbaste	9
3.7. Adubação	9
3.8. Inoculação	10
3.9. Irrigação	10
3.10. Cuidados fitossanitários	10
3.11. Colheita	10
3.12. Preparo das amostras de planta para as análises químicas..	11
3.12.1. Parte aérea	11
3.12.2. Raízes e nódulos	11
3.13. Análise química da planta	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1. Produção de matéria seca da planta	13
4.1.1. Produção de matéria seca da parte aérea	13
4.1.2. Produção de matéria seca da raiz	17
4.1.3. Produção de matéria seca dos nódulos	19
4.2. Conteúdo de nitrogênio na planta	22
4.2.1. Conteúdo de nitrogênio na parte aérea	22

	<u>Página</u>
4.2.2. Conteúdo de nitrogênio na raiz	26
4.2.3. Conteúdo de nitrogênio nos nódulos	27
4.3. Conteúdo de nitrogênio total da planta em função de peso - da matéria seca dos nódulos	31
4.4. Conteúdo de nitrogênio total da planta em função do conteúdo de nitrogênio dos nódulos	31
4.5. Incremento do nitrogênio fixado e absorvido	33
4.6. Conteúdo de fósforo na parte aérea	36
4.7. Conteúdo de cálcio na parte aérea	39
4.8. Conteúdo de magnésio na parte aérea	42
4.9. Conteúdo de potássio na parte aérea	46
5. CONCLUSÕES	50
6. RESUMO	51
7. SUMMARY	52
8. LITERATURA CITADA	53
9. APÊNDICE	59

1. INTRODUÇÃO

A leguminosa forrageira, conhecida como siratro, é um cultivar perene, selecionado pelo Dr. E.M. Hutton em 1962, a partir de dois ecotipos mexicanos de Phaseolus atropurpureus, GPI 16877 e GPI 16879 (HUTTON, 1970).

Entre as características do siratro podem ser mencionadas as seguintes: alto rendimento de matéria seca e alta produção de sementes; bom rendimento em feno e boa qualidade do mesmo; resistência à cortes sucessivos, à seca, à nemátodos e a vírus que atacam as folhas novas; boa adaptação a solos pouco profundos, ácidos, de baixa fertilidade e mal drenados de climas tropicais e subtropicais; porém responde bem à adubação e irrigação (HUTTON, 1962; FARINAS, 1966; HUMPHREY, 1967; LOVADINI, 1968; MIDDLETON, 1969; ROBERT e CARBON, 1969). Como a maioria das leguminosas tropicais, o siratro apresenta inoculação cruzada (LOVADINI, 1968; DOBEREINER, 1969; LOPEZ et al., 1970).

Alguns autores (MILFORD e MINSON, 1967; PEIXOTO et al., 1967; JONES, 1969) encontraram um elevado coeficiente de digestibilidade e um consumo voluntário maior e mais prolongado do siratro pelos animais, quando comparado com outras leguminosas forrageiras.

Em vista das vantagens que apresenta esta leguminosa e da importância que a mesma poderia ter para nossas condições, foi realizado o presente trabalho em casa de vegetação com o intuito de determinar os efeitos da aplicação de calcário, fósforo, potássio e inoculante sobre: 1) a matéria seca e conteúdos de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio na parte aérea, 2) a matéria seca e conteúdo de nitrogênio dos nódulos e 3) a matéria seca e conteúdo de nitrogênio das raízes.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Efeitos do calcário

De maneira geral a calagem produz efeitos que resultam no melhoramento dos solos e no aumento de produção. Uma vez que os solos variam grandemente nas suas propriedades físicas, químicas e biológicas, é de se esperar que alguns solos podem dar uma resposta melhor à calagem do que outros. Sem feita, ela traz os seguintes benefícios: a) evita a ação tóxica do alumínio e do manganês, insolubilizando-os, b) coloca em disponibilidade de outros elementos, c) acelera ou facilita a decomposição da matéria orgânica do solo, embora este benefício deva ser considerado com certa cautela, d) aumenta a atividade microbiana do solo e permite a atuação eficiente dos adubos químicos. A calagem cria condições que permitem o melhoramento das propriedades físicas do solo, no que concerne a sua permeabilidade, como também pode fornecer os elementos como cálcio e magnésio de que o vegetal precisa (NEPTUNE, 1971).

No caso específico das leguminosas, DOBEREINER e ARONOVICH, 1965 e ISWARAN et al., 1970 verificaram que a calagem influi na nutrição da planta pelo fornecimento de cálcio, no valor pH aumentando-o e na eliminação dos efeitos tóxicos do alumínio e do manganês.

NORRIS, 1959, sugeriu que as leguminosas temperadas em sua evolução nos centros de origem adaptaram-se aos solos férteis, de valor pH alto e ricos em cálcio; em consequência dessa adaptação, elas possuem baixo poder de extração dos nutrientes, inclusive de cálcio altamente necessário para a simbiose e são de difícil adaptação a solos ácidos. As tropicais, ao contrário, as quais surgiram e evoluíram nestes solos conservam alta capacidade de extração de nutrientes.

ANDREW e NORRIS, 1961, constataram que enquanto a produção de matéria seca das leguminosas temperadas diminuíram na ausência de cálcio, chegando até aparecer sintoma visual de deficiência daquele elemento, as leguminosas tropicais não diminuíram de produção, sugerindo que estas últimas

possuem a capacidade de extrair o cálcio mesmo em solos com baixo teor deste elemento.

Por outro lado, ISWARAN, 1970, menciona que apesar das leguminosas tropicais nodular e crescer bem em condições de solos ácidos, a máxima fixação de nitrogênio pode ser frequentemente obtida somente com moderada aplicação de calcário, quando o solo é muito ácido como frequentemente ocorre em condições tropicais.

Os efeitos da calagem nas leguminosas variam muito. FREITAS e PRATT, 1969, obtiveram aumentos de produção de matéria seca de siratro e Stylosanthes gracilis, com aplicação de calcário em alguns solos enquanto que em outros a produção não foi afetada e ainda em outros abaixou.

Numerosos trabalhos experimentais realizados com diferentes leguminosas forrageiras em diferentes condições de solos tropicais mencionam que a aplicação do calcário teve efeitos: no aumento da produção de matéria seca e conteúdo de proteína na parte aérea; no incremento da população do rizobium; no número, tamanho e peso dos nódulos; no aumento do nitrogênio fixado e nitrogênio total da planta; no aumento da disponibilidade e absorção do fósforo pela planta (ABRUÑA e FIGARELLA, 1957; VINCENT, 1962; DOBEREINER et al., 1965; NEME, 1965; DOBEREINER e ARRUDA, 1967; FRANCO e DOBEREINER, 1967; FRANCO e DOBEREINER, 1968; SOUTO e DOBEREINER, 1969; QUAGLIA TO e NUTI, 1969; CARVALHO, 1969; ISWARAN et al., 1970; CARVALHO et al., 1970; JONES et al., 1970; EIRA et al., 1970; ROBSON et al., 1970).

2.2. Efeitos do fósforo

As leguminosas exigem maior quantidade de fósforo do que a maioria das outras plantas, mas nem por isso são mais sensíveis à deficiência de fósforo do que as outras espécies. A importante função do fósforo na produção de proteínas e no desenvolvimento radicular explica os severos efeitos de sua deficiência sobre a nodulação e produção de compostos nitrogenados (VAN SCHREVEN, 1958).

Numerosos trabalhos experimentais realizados com leguminosas forrageiras, inclusive siratro, nos mais variados tipos de solos, mostram

que a aplicação de fósforo incrementa a produção de matéria seca da planta (ABRUÑA e FIGARELLA, 1957; NEME, 1965; NEME e NERY, 1965; ANDREW e ROBBINS, 1969; EIRA et al., 1970; JONES e FREITAS, 1970; JONES et al., 1970; CARVALHO et al., 1970).

A aplicação de fósforo às leguminosas forrageiras em geral, tem mostrado ser um fator de incremento da concentração e conteúdo de nitrogênio tanto na parte aérea como na planta inteira (ABRUÑA e FIGARELLA, 1957; NEME e NERY, 1965; KHARE e RAI, 1969; ANDREW e ROBBINS, 1969; EIRA et al., 1970; AIDAR et al., 1970).

Por outro lado, tem sido verificado que a aplicação de fósforo estimula o desenvolvimento e peso dos nódulos, incrementando a fixação de nitrogênio, além de aumentar o conteúdo de fósforo na parte aérea da planta (KYNEUR, 1962; NEME e NERY, 1965; SINGH e JAIN, 1969; CARVALHO, 1970; JONES e FREITAS, 1970; GOEPFERT, 1971).

Se bem que a aplicação beneficia a leguminosa em geral, estas respondem de forma diferente de acordo com a fonte fosfatada utilizada (NEME, 1965; ANDREW e ROBBINS, 1969).

Além disso, GROFF, 1965 e SOUTO e DOBEREINER, 1969, indicam que a deficiência de fósforo pode ser a principal razão que limita o estabelecimento de leguminosas em solos tropicais.

2.3. Efeitos do potássio

ROBERT e OLSEN, 1942, citado por VAN SCHREVEN, 1958, afirmam que a fixação de nitrogênio não é estimulada pelo fósforo, sem adequada nutrição de potássio. Concordando parcialmente com estas afirmações, AIDAR et al., 1970, trabalhando com um solo de valor pH elevado (8,2), verificaram, que o potássio isoladamente ou em combinação com fósforo teve um efeito específico sobre o peso dos nódulos. Por outro lado DIENER, 1950 citado por VAN SCHREVEN, 1958, afirma que o potássio não afeta a formação de nódulos.

Em climas tropicais, há poucas respostas das leguminosas à aplicação de potássio mesmo em solos com baixos teores deste elemento (LOVADINI e MIYASAKA, 1970).

Numerosos trabalhos realizados em condições tropicais, com várias leguminosas forrageiras, mencionam que a aplicação de potássio não afeta a produção de matéria seca da planta e nem a formação dos nódulos (ANDREW e ROBBINS, 1969; CARVALHO et al., 1970; JONES et al., 1970; JONES e FREITAS, 1970). Porém, ANDREW e ROBBINS, 1969a, verificaram que várias leguminosas em solos deficientes de potássio aumentaram sua produção quando doses baixas desse elemento foram aplicadas.

Por outro lado, FRANCO e DOBEREINER, 1967 e ANDREW e ROBBINS, 1969, verificaram que a aplicação de potássio causou efeitos depressivos na produção e nos conteúdos cálcio, magnésio e sódio na planta.

A falta de resposta das leguminosas à aplicação de potássio em condições tropicais pode ser devido à aplicação incorreta desse elemento (FREITAS, 1969) ou à existência de poucas áreas deficientes de potássio como no caso de Rio Grande do Sul (FREIRE, 1969).

2.4. Efeitos do inoculante

A inoculação das leguminosas tropicais ainda não está bem estudada. Por uma parte muitas delas apresentam nodulação natural tão eficiente quanto a artificial e por outra, certas espécies apresentam constantes problemas de nodulação (DOBEREINER, 1969).

As causas destes problemas podem ser: excreções de toxinas pelas sementes germinadas, fatores genéticos e de nutrição da planta, características do solo, temperatura excessiva e fatores biológicos (VAN SCHREVEN, 1958; FERRARI et al., 1967; BOWEN, 1961, citado por DOBEREINER, 1969).

A maioria das leguminosas forrageiras tropicais apresentam inoculação cruzada em diversos graus enquadrando-se neste grupo, entre outras o siratro (DOBEREINER, 1969).

LOPEZ et al., 1970, verificaram que o siratro nodulou bem na ausência de inoculação, sugerindo que este fato pode estar relacionado com a promiscuidade da espécie com a inoculação cruzada e conseqüente facilidade

de contaminação com raças nativas de rhizobium.

O siratro, embora padeça da falta de rhizobium específico vale-se de uma grande variedade de raças nativas, para formar simbiose e consequentemente fixar nitrogênio do ar atmosférico (LOVADINI, 1968).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Solo

O solo utilizado, tirado a uma profundidade de 0-30 cm, foi um Latossol vermelho-amarelo fase-arenosa, procedente de Pirassununga, Estado de São Paulo, descrito pela Comissão de Solos, 1960.

3.2. Análise Química do Solo

A análise do solo apresentou os seguintes valores:

pH	% MO	% N	% H	eq mg/100 g de terra				
				$PO_4^{=}$	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺
5,0	1,290	0,0612	4,24	0,002	0,070	0,800	0,480	0,800

O pH foi determinado no potenciômetro Beckman, utilizando-se a relação solo-água igual 1:2,5. O carbono foi determinado pelo método Walkley-Black, descrito por JACKSON, 1958. O fósforo solúvel e o potássio trocável, pelo método descrito por CATANI et al., 1956; e o cálcio e o magnésio trocáveis pelo método de E.D.T.A. descrito por GLORIA et al., 1965.

3.3. Delineamento Estatístico

Trata-se de um experimento fatorial (2 x 3 x 2 x 2) inteiramente casualizado. O ensaio constou de vinte e quatro tratamentos, com quatro repetições cada um. Foram comparados: dois níveis de calcário dolomítico, três níveis de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo, dois níveis de K_2O na forma de cloreto de potássio e dois níveis de inoculante.

Os tratamentos podem ser esquematizados da seguinte forma:

Tratamentos			
<u>1/</u>	<u>2/</u>	<u>3/</u>	<u>4/</u>
Cal	P	K	Inoc.
0	0	0	C
0	1	0	C
0	2	0	C
0	0	0	S
0	1	0	S
0	2	0	S
1	0	0	C
1	1	0	C
1	2	0	C
1	0	0	S
1	1	0	S
1	2	0	S
0	0	1	C
0	1	1	C
0	2	1	C
0	0	1	S
0	1	1	S
0	2	1	S
1	0	1	C
1	1	1	C
1	2	1	C
1	0	1	S
1	1	1	S
1	2	1	S

1/ Calcário
2/ P₂O₅
3/ K₂O
4/ Inoculante

Cal - 0, zero kg/ha
 Cal - 1, 3000 kg/ha
 P - 0, zero kg/ha
 P - 1, 100 kg/ha
 P - 2, 200 kg/ha
 K - 0, zero kg/ha
 K - 1, 150 kg/ha
 Inoc. C, com inoculante
 Inoc. S, sem inoculante

A análise estatística dos dados foi realizada de acordo com PI
 MENTEL GOMES, 1966 e KALIL, 1971.

3.4. Preparo dos Vasos, do Solo e Aplicação do Calcário.

Os vasos, com capacidade para 5 kg de terra cada um, foram pintados internamente com uma tinta impermeabilizante "neutrol", tendo na parte inferior um orifício para escoamento de água e solução de nutrientes, as quais eram recolhidas em garrafas de um litro de capacidade, por meio de uma tubulação de plástico.

O solo previamente sêco foi homogeneizado e passado em peneira nº 20. A seguir foi pesado e aplicou-se o calcário aos tratamentos correspondentes. Para melhor uniformização da distribuição do calcário ao solo, a mistura foi colocada e agitada num misturador manual feito com um tambor. A seguir todos os vasos receberam água desmineralizada a fim de permitir uma rápida reação do calcário com o solo. Trinta dias após a aplicação de calcário, foram tomadas amostras de todos os tratamentos para determinação do pH do solo, da qual resultou os valores de pH 5,0 e 6,4 para os tratamentos sem e com calcário respectivamente.

3.5. Semeadura

Na semeadura, realizada no dia 29/1/71, foram utilizadas 45 sementes por vaso. Tal quantidade foi utilizada, devido ao resultado obtido no teste de germinação prévio, que acusou 28%. As sementes foram colocadas a 1 cm de profundidade, a seguir ~~cobertos~~ e posteriormente irrigados.

3.6. Desbaste

Dezesete dias após a semeadura, foi feito o desbaste em todos os vasos do experimento, deixando-se cinco plantas uniformes no que diz respeito ao número de fôlhas e altura.

3.7. Adubação

Foram aplicados 100 ml por vaso de uma solução contendo 14,208 gramas de superfosfato triplo diluídos em 3,200 ml de água desmineralizada

correspondente à dose: 1 de fósforo e 100 ml por vaso, de uma solução contendo 28,416 gramas de superfosfato triplo, deluidos em 3.200 ml de água desmineralizada correspondente à dose 2 de fósforo.

Para a dose 1 de potássio foram aplicados 110 ml por vaso, de uma solução contendo 26 gramas de cloreto de potássio deluido em 5.720 ml de água desmineralizada.

Para calcular a quantidade de fertilizantes considerou-se que 1 ha de solo pesa 2.500.000 kg.

3.8. Inoculação

O inoculante SFS-218, procedente da seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agrônomo de Campinas, foi preparado na forma de solução, na proporção de 5 gramas de inoculante para 200 ml de água desmineralizada*. Da solução preparada, foram aplicadas 10 ml por vaso aos tratamentos correspondentes, de tal forma que cada plantinha recebeu 2 ml. Para maior uniformidade, a aplicação foi feita com uma pipeta graduada.

3.9. Irrigação

A irrigação foi realizada, em média, cada dois dias, desenvolvendo-se aos vasos as soluções recebidas nos frascos coletores, da rega anterior. A seguir adicionou-se água desmineralizada aos vasos, até o início do escoamento das primeiras gotas de soluções nos frascos coletores.

3.10. Cuidados Fitosanitários

Para combater inesperado ataque de lagarta rêsca (Agrostis ipsilon), foram feitas duas pulverizações com sevin, na proporção de 10 gramas por litro de água, em intervalos de 7 dias **.

3.11. Colheita

No dia 26/1/71 foi realizado o corte da parte aérea das plantas, quando 70% das mesmas mostraram a queda das folhas ontogeneticamente

* Comunicação pessoal do Engº Agrº E. LOPEZ

** Comunicação pessoal do Dr. F. WIENDL

mais velhas. O material colhido foi colocado em sacos de papel previamente tarados e a seguir pesados, para determinação da produção, de matéria verde de cada parcela. No dia seguinte, foram retiradas as raízes dos vasos, usando-se o seguinte procedimento: os vasos contendo solo e raízes, foram colocados sobre uma peneira nº 20 e com o auxílio de um jacto de água foi retirada a terra, deixando as raízes com nódulos intactos; estas foram colocadas em sacos de papel e guardadas em câmara fria à temperatura de -20 C, para evitar a deterioração das mesmas, e posteriormente destacar os nódulos formados.

3.12. Preparo das Amostras de planta para as Análises Químicas.

3.12.1. Parte aérea

A matéria verde produzida, previamente colocadas em sacos de papel, foram postas para secar, em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C. Decorridos três dias, a estufa foi desligada e aberta durante 24 horas, para que as amostras entrassem em equilíbrio com a umidade do ambiente.

A seguir o material seco foi pesado e moído em micromoinho Willey e guardado em saquinhos plásticos. Sobre 500 mg de material seco e moído, preparou-se o extrato nítrico perclórico segundo a técnica descrita por MALAVOLTA, 1964.

3.12.2. Raízes e Nódulos

Os nódulos foram destacados das raízes e para ambos, foi seguido o mesmo procedimento de secagem, utilizado para a parte aérea. A seguir, o material foi pesado. As raízes foram moídas em micromoinho Willey e guardados em saquinhos plásticos separadamente dos nódulos, para determinação de nitrogênio.

3.13. Análise Química da Planta

A matéria sêca original, foi determinada a partir da primeira e segunda matéria sêca, obtida a 65°C e 105°C respectivamente, de acôrdo - com a técnica descrita em MORAES, 1970.

O nitrogênio total da parte aérea, raízes e nódulos, foi determinado separadamente pelo método micro-KJELDAHL descrito por MALAVOLTA, - 1964.

O fósforo total foi determinado pelo método do metavanadato - descrito por LOTT et al., 1956, utilizando-se o fotocolorímetro de Klett-Summerson.

O cálcio e o magnésio, foram determinados pelo método de E.D.T. A, descrito por GLORIA, 1965.

O potássio foi determinado no Espectrofotômetro de Absorção Atômica, da EVANS ■LECTROSELENIUM LIMITED (E.E.L.) ENGLAND, como descrito em Analytical Methods Vol. 1 da E.E.L.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 1, 8, 18, 21, 24 e 27 são apresentados valores em percentagem e em miligramas das frações ou elementos considerados. Porém, para as análises estatísticas destes resultados foram considerados apenas os valores dos conteúdos em miligramas.

Para melhor visualizar os dados de concentração e conteúdos das frações ou elementos determinados na planta, colocamos em Apêndice as Tabelas 1, 2 e 3.

4.1. Produção de matéria seca da planta

Nos Quadros 1 a 7 são apresentados os valores obtidos para a produção de matéria seca da parte aérea, da raiz e dos nódulos, como também os resultados da análise estatística. Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os resultados das análises de regressão.

4.1.1. Produção de matéria seca da parte aérea

Os dados de produção de matéria seca da parte aérea e os resultados da análise estatística são apresentados nos Quadros 1, 2 e 3, e o resultado da análise de regressão na Figura 1.

Quadro 1. Percentagens da matéria sêca da parte aérea e pesos em miligramas de matéria sêca da parte aérea, da raiz e dos nódulos.

Tratamentos				Parte aérea		Raiz	Nódulos
Cal	P	K	Inoc	%	Pêso (mg)	Pêso (mg)	Pêso (mg)
0	0	0	C	16,24	1.308	990	
0	1	0	C	20,88	5.292	2.834	97
0	2	0	C	22,29	6.334	3.548	176
0	0	0	S	16,90	2.113	1.274	0
0	1	0	S	19,95	5.132	2.620	142
0	2	0	S	20,34	5.617	2.372	108
1	0	0	C	17,03	1.558	807	0
1	1	0	C	17,68	5.546	1.985	97
1	2	0	C	18,22	6.026	3.253	187
1	0	0	S	16,71	1.417	901	0
1	1	0	S	17,34	5.230	2.383	124
1	2	0	S	19,55	6.586	2.754	180
0	0	1	C	15,04	1.611	1.117	0
0	1	1	C	20,05	4.727	2.987	127
0	2	1	C	19,54	5.415	4.404	151
0	0	1	S	16,41	2.068	1.793	0
0	1	1	S	20,25	4.844	2.251	148
0	2	1	S	21,20	6.178	3.603	165
1	0	1	C	19,35	1.764	757	0
1	1	1	C	14,92	4.723	2.471	124
1	2	1	C	17,58	6.922	2.686	214
1	0	1	S	14,72	1.262	927	0
1	1	1	S	17,54	5.124	2.438	148
1	2	1	S	18,52	6.389	2.587	184

Quadro 2. Médias de produção de matéria seca na parte aérea em miligramas.

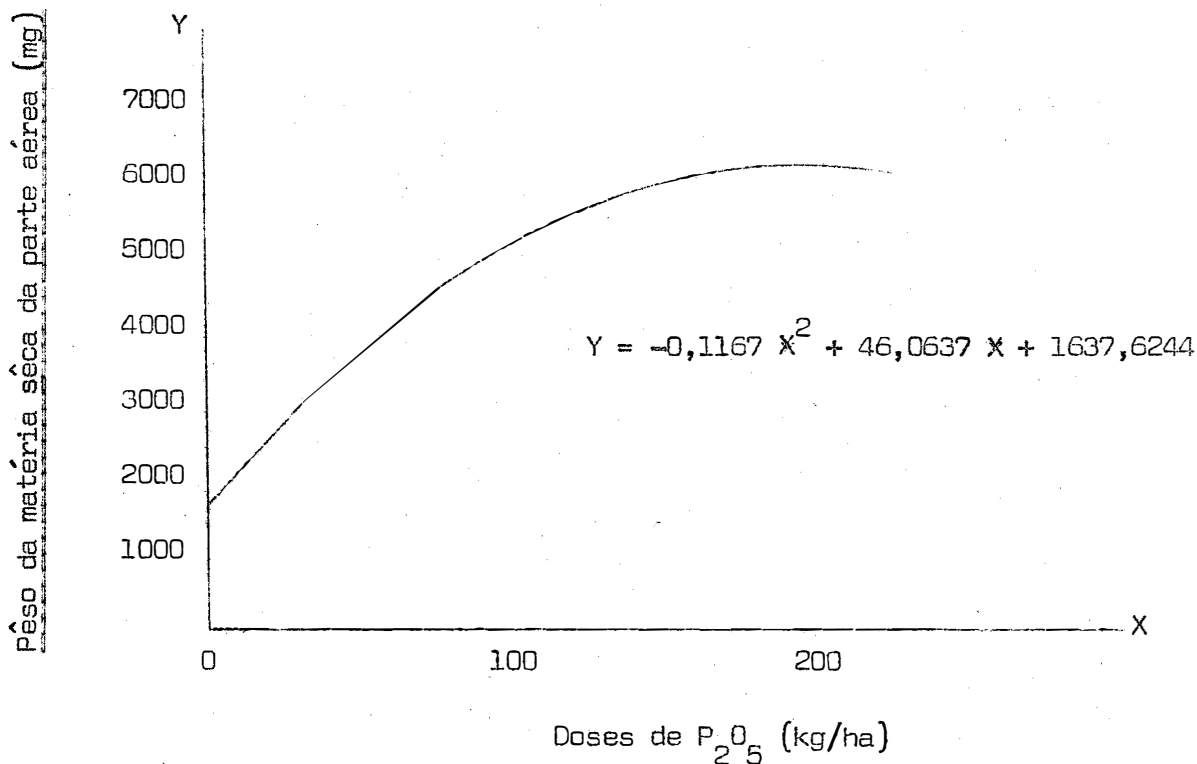
Tratamentos	Níveis	mg de matéria seca
Ca1	0	4.220,105
Ca1	1	4.379,167
P ₂₅ ⁰	0	1.637,781
P ₂₅ ⁰	1	5.077,532
P ₂₅ ⁰	2	6.183,594
K ₂ ⁰	0	4.346,771
K ₂ ⁰	1	4.252,771
Inoc	Sem	4.330,230
Inoc	Com	4.269,042

Quadro 3. Valores de F da análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fonte de Variação	G.L.	F.
Calcário (Ca)	1	0,8611
Fósforo 1 (P ¹)	1	468,9103 **
Fósforo 2 (P ¹¹)	1	41,1937 **
Potássio (K)	1	0,3024
Inoculante (I)	1	0,1274
Ca x P ¹	1	4,2839
Ca x P ¹¹	1	0,0000
I x P ¹	1	0,1055
I x P ¹¹	1	0,0440
Ca x I	1	0,7618
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 19,53%

Figura 1. Curva da regressão referente à produção de matéria seca da parte aérea em função da aplicação de doses de fósforo.



Pela análise de variância, com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Quadro 3), verifica-se que:

A aplicação de doses crescentes de fósforo tiveram efeito linear e quadrático, altamente significativo sobre a produção de matéria seca da parte aérea. Pela equação de regressão foi encontrado que a máxima produção foi atingida com a quantidade de 197,40 kg/ha de P₂O₅ (Figura 1). Estes resultados concordam com aqueles, obtidos em trabalhos realizados com diferentes leguminosas forrageiras tropicais por ABRUÑA e FIGARELLA, 1957; NEME, 1965; NEME et al., 1965; NEME et al., 1967; QUAGLIATO, 1969; TOSI et al., 1970; EIRA et al., 1970; ROBSON et al., 1970.

O nível calculado, em que a máxima produção de matéria seca - foi atingida (197,40 kg de P₂O₅/ha) concorda com os resultados obtidos por JONES et al., 1970, que conseguiram a máxima produção entre os níveis de - 100 e 200 kg de P₂O₅/ha, em siratro e soja perene, num solo com caracterís

ticas semelhantes ao utilizado neste trabalho.

A aplicação de calcário não teve efeitos significativos sobre a produção de matéria seca da parte aérea; isto talvez é devido à capacidade da planta de extrair o cálcio do solo, tal como foi sugerido por ANDREW e NORRIS, 1961, porém outros pesquisadores (RUSCHEL et al., 1966, QUAGLIATO e NUTI, 1969, CARVALHO, 1969) encontraram respostas significativas no incremento da produção de matéria seca da parte aérea. Ainda ANDREW, 1968, verificou que a ausência de calcário provocou efeito depressivo em algumas leguminosas tropicais. Por outro lado, é lícito pensar que uma aplicação maior poderia determinar um aumento na produção de matéria seca ou poderia exercer um efeito depressivo, como já foi verificado por FREITAS, 1969.

Aliás, as respostas à calagem são variáveis para cada espécie de leguminosas em condições tropicais.

Não houve resposta à aplicação de potássio. Como no caso do calcário, pode-se sugerir que essa falta de resposta é consequência de que o nível existente no solo utilizado, era suficiente para satisfazer as necessidades das plantas, embora a análise química tenha revelado um nível baixo em potássio naquele solo, ou que, o siratro seja uma planta boa extratora deste macronutriente.

No que diz respeito à inoculação, os resultados indicam que esta não teve efeito sobre a produção de matéria seca. Os nossos dados não concordam com aqueles de ISWARAN, 1969, o qual verificou aumentos da produção de matéria seca de leguminosas forrageiras tropicais inoculadas.

4.1.2. Produção de matéria seca da raiz.

Os dados de produção de matéria seca da raiz e os resultados da análise estatística são apresentados nos Quadros 1, 4 e 5.

Quadro 4. Médias de produção de matéria seca na raiz em limigramas.

Tratamentos	Níveis	mg de matéria seca
Ca ¹	0	2.481,1462
Ca ¹	1	1.995,7294
P ₂ O ₅ ⁰	0	1.068,2188
P ₂ O ₅ ⁰	1	2.496,2500
P ₂ O ₅ ⁰	2	3.150,8440
K ₂ O ⁰	0	2.141,6544
K ₂ O ⁰	1	2.335,0211
Inoc	Sem	2.158,5836
Inoc	Com	2.318,2920

Quadro 5. Valores de F da análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fonte de Variação	G.L.	F
Calcário (Ca)	1	9,6922**
Fósforo 1 (P ¹)	1	118,9396**
Fósforo 2 (P ¹¹)	1	5,4680*
Potássio (K)	1	1,5348
Inoculante (I)	1	1,0491
Ca x P ¹	1	0,3363
Ca x P ¹¹	1	0,3556
I x P ¹	1	6,2459
I x P ¹¹	1	0,0035
Ca x I	1	1,1164
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 34,09%

A análise da variância, com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos, (Quadro 5) mostra que a aplicação de calcário teve efeito depressivo na produção de matéria seca da raiz.

A aplicação de doses crescentes de fósforo teve efeito linear altamente significativo e quadrático, ao nível de 5% de probabilidade, indicando uma maior tendência linear do fósforo, sobre a produção de matéria seca da raiz. Estes resultados concordam com afirmações de VAN SCHREVEN, 1958, de que o fósforo estimula o desenvolvimento radicular das leguminosas.

A interação calcário x fósforo mostrou efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade, indicando que existiu uma interdependência de ambos nutrientes, sobre a produção de matéria seca da raiz.

Os demais tratamentos não indicaram nenhum efeito significativo sobre a produção de matéria seca da raiz.

4.1.3. Produção de matéria seca dos nódulos.

Os dados de produção de matéria seca dos nódulos e os resultados da análise estatística são apresentados nos Quadros 1, 6 e 7 e o resultado da análise de regressão na Figura 2.

Quadro 6. Médias de produção de matéria seca dos nódulos em miligramas.

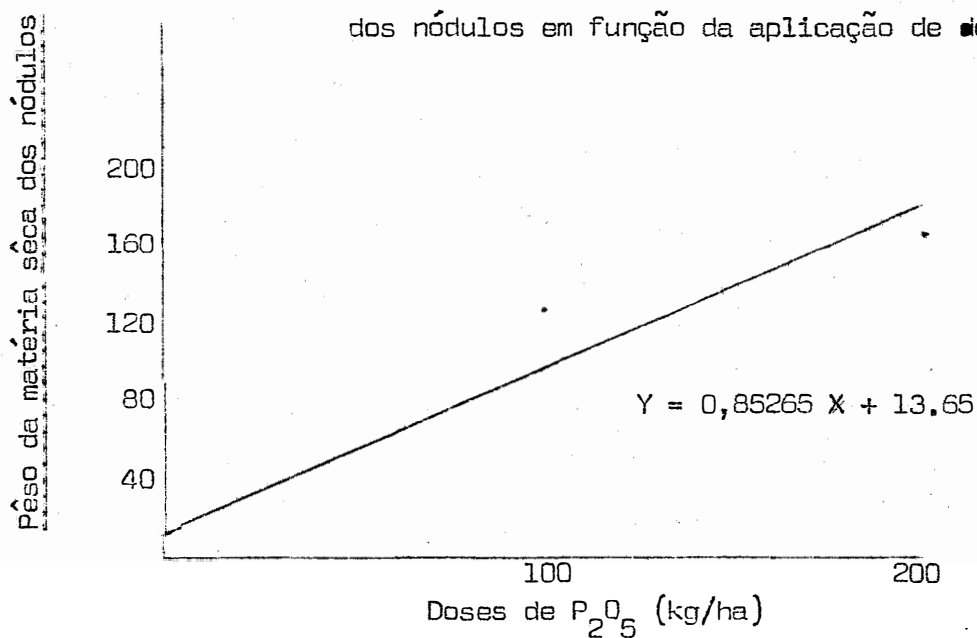
Tratamentos	Níveis	mg de matéria seca
Cal	0	143,80
Cal	1	162,29
P ₂ O ₅	0	0
P ₂ O ₅	1	129,64
P ₂ O ₅	2	176,45
K ₂ O	0	148,33
K ₂ O	1	157,47
Inoc	Sem	154,51
Inoc	Com	151,58

Quadro 7. Valores de F da análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fonte de Variação	G.L.	F.
Calcário (Ca)	1	1,3017
Fósforo 1 (P^1)	1	102,9555**
Fósforo 2 (P^{11})	1	0,4208
Potássio (K)	1	1,4045
Inoculante (I)	1	0,2676
Ca x P^1	1	0,0001
Ca x P^{11}	1	0,9574
I x P^1	1	1,5592
I x P^{11}	1	1,9652
Ca x I	1	1,5043
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 0,07%

Figura 2. Linha de regressão referente ao peso da matéria seca dos nódulos em função da aplicação de doses de fósforo.



Pela análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Quadro 7), verifica-se que a aplicação de doses crescentes de P_2O_5 (100 e 200 kg/ha) tiveram efeitos lineares positivos, altamente significativos sobre a produção de matéria seca dos nódulos (Figura 2), o que veio indicar que as maiores doses de fósforo propiciaram maiores pesos da massa nodular. Aliás, estes resultados concordam com aqueles de KYNEUR, 1962; EIRA et al., 1970; AIDAR et al., 1970; CARVALHO et al., 1970.

Sugere-se, que além do efeito do fósforo sobre a nodulação, a maior produção de matéria seca nodular está relacionada com um maior desenvolvimento radicular, o qual permitiu uma maior exploração de outros nutrientes do solo e uma maior aproximação com os rhizobia nativos, estimulando assim, maior formação de massa nodular.

A aplicação de calcário, não mostrou efeitos significativos sobre a produção de matéria seca nodular. Este fato pode ser explicado à luz das afirmações feitas por ANDREW, 1961, e ISWARAN, 1970, de que as leguminosas tropicais podem nodular sob condições de solos ácidos, com baixos níveis de cálcio.

EIRA et al., 1970, verificaram efeito positivo do calcário quando combinado com o fósforo, porém no nosso caso, não encontramos nenhum efeito dessa interação.

A aplicação de potássio, não mostrou efeitos significativos sobre a produção de matéria seca dos nódulos. Estes resultados coincidem com aqueles obtidos por CARVALHO et al., 1970 e DIENEUR, 1950, citado por VAN SCHREVEN, 1958.

Porém AIDAR et al., 1970, trabalhando num solo de pH 8,2 verificaram um efeito positivo do potássio e da interação P x K sobre o peso dos nódulos.

O peso da matéria seca dos nódulos, não foi afetado pela inoculação, LOPEZ et al., 1970, conseguiram resultados semelhantes e admitem, que a ausência de resposta à inoculação, pode estar relacionada com a promiscuidade da espécie à inoculação cruzada. E como afirma DOBEREINER, 1969,

o siratro encontra-se entre as leguminosas que apresentam inoculação cruzada.

4.2. Conteúdo de nitrogênio na planta

Nos Quadros 8 a 14, são apresentados os valores obtidos para o conteúdo de nitrogênio da parte aérea, raiz e nódulos, como também os resultados das análises estatísticas. Na Figura 3 é apresentado o resultado da análise de regressão.

4.2.1. Conteúdo de nitrogênio na parte aérea.

Os dados de conteúdo de nitrogênio na parte aérea e os resultados da análise estatística são apresentados nos Quadros 8, 9 e 10 e o resultado da análise de regressão na Figura 3.

Pela análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Quadro 10) verifica-se que:

A aplicação de calcário teve efeito altamente significativo, no incremento do conteúdo de nitrogênio da parte aérea da planta, o que concorda com os resultados obtidos em Kudzu tropical por ABRUÑA e FIGARELLA, 1957.

CARVALHO et al., 1970, verificaram que o calcário exerceu um efeito positivo na fixação do nitrogênio das leguminosas siratro, centrosema, stylosanthes e Kudzu tropical, o que permite supor, que pode haver uma transferência de nitrogênio fixado, para a parte aérea.

A aplicação de doses crescentes de fósforo, tiveram efeitos linear e quadrático altamente significativos, sobre o incremento do conteúdo de nitrogênio na parte aérea da planta (Figura 3), indicando que o conteúdo de nitrogênio aumenta linearmente até um certo nível de fósforo aplicado, tendendo posteriormente decrescer, quando doses mais elevadas são aplicadas. O valor do nível de fósforo, calculado para que o máximo conteúdo de nitrogênio fôsse atingido, não é considerado, uma vez que foi obtido por extrapolação.

Quadro 8. Percentagens de nitrogênio na matéria seca original e em 100% de matéria seca e conteúdos em miligramas deste elemento na parte aérea, na raiz e nos nódulos.

Tratamentos				Parte aérea			Raiz	Nódulos
Cal	P	K	Inoc	% M.S.O	% 100% M.S.	Pêso (mg/vaso)	Pêso (mg/vaso)	Pêso (mg/vaso)
0	0	0	C	0,44	2,96	5,744	18,337	
0	1	0	C	0,36	1,78	19,264	40,647	4,206
0	2	0	C	0,36	1,62	23,145	33,586	7,778
0	0	0	S	0,44	2,64	9,259	23,880	
0	1	0	S	0,34	1,74	17,666	39,142	8,236
0	2	0	S	0,38	1,89	20,148	39,909	3,293
1	0	0	C	0,52	3,05	8,407	14,208	
1	1	0	C	0,47	2,63	26,134	36,650	5,280
1	2	0	C	0,53	2,96	31,877	55,289	10,335
1	0	0	S	0,48	2,91	6,855	16,991	
1	1	0	S	0,52	2,98	26,996	39,042	9,970
1	2	0	S	0,53	2,74	35,026	41,369	9,087
0	0	1	C	0,46	3,08	7,433	35,288	
0	1	1	C	0,34	1,72	16,513	40,855	5,388
0	2	1	C	0,29	1,50	15,750	58,697	6,855
0	0	1	S	0,44	2,69	9,158	31,541	
0	1	1	S	0,32	1,60	15,131	32,932	7,570
0	2	1	S	0,38	1,82	23,504	43,681	6,950
1	0	1	C	0,56	2,88	9,600	14,584	
1	1	1	C	0,37	2,52	18,446	41,096	5,576
1	2	1	C	0,48	2,76	33,567	46,390	13,820
1	0	1	S	0,49	3,41	6,240	16,461	
1	1	1	S	0,52	2,97	27,250	39,150	8,638
1	2	1	S	0,52	2,81	33,484	45,014	10,681

Quadro 9. Médias de conteúdo de nitrogênio na parte aérea em miligramas.

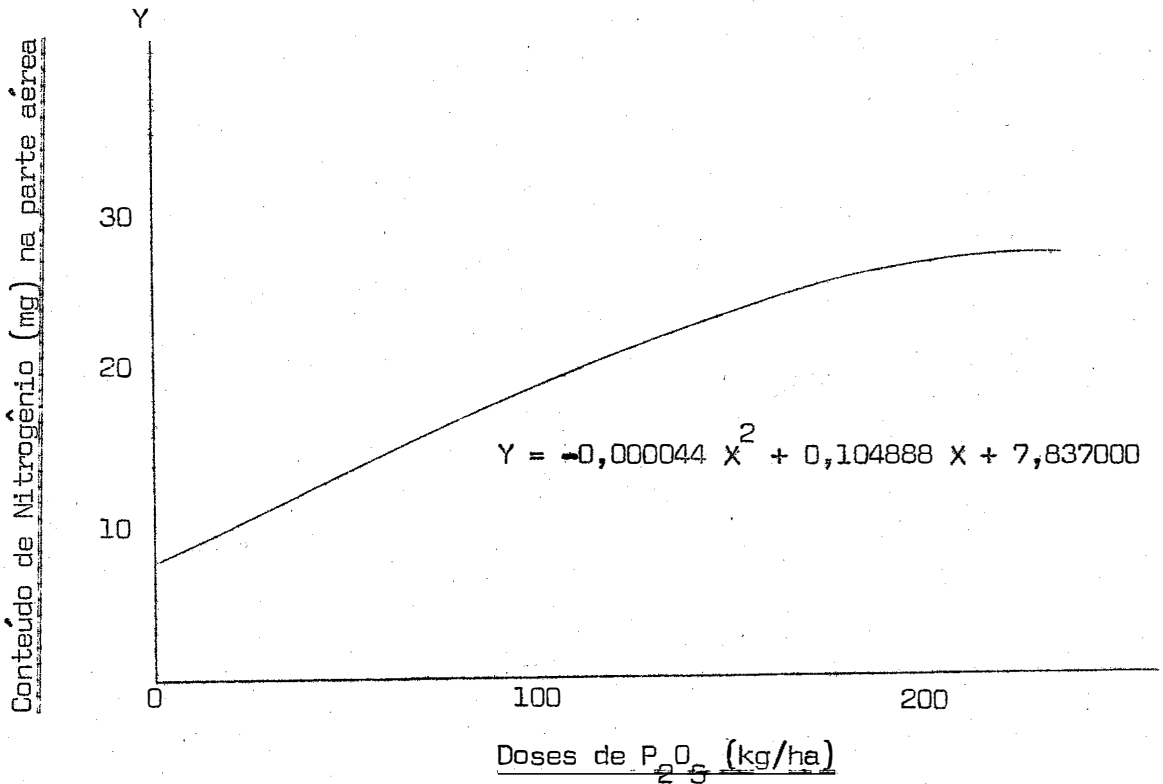
Tratamentos	Níveis	mg de matéria seca
Ca1	0	15,2262
Ca1	1	22,0058
P ₂ O ₅	0	7,8370
P ₂ O ₅	1	20,9483
P ₂ O ₅	2	27,0625
K ₂ O	0	19,2100
K ₂ O	1	18,0219
Inoc	Sem	19,2420
Inoc	Com	17,9899

Quadro 10. Valores de F da análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fonte de Variação	G.L.	F
Calcário (Ca)	1	39,0769 **
Fósforo 1 (P ¹)	1	209,4942 **
Fósforo 2 (P ¹¹)	1	9,2499 **
Potássio (K)	1	1,2000
Inoculante (I)	1	1,3327
Ca x P ¹	1	23,8529 **
Ca x P ¹¹	1	0,2929
I x P ¹	1	0,4975
I x P ¹¹	1	0,0922
Ca x I	1	0,0057
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 28,53%

Figura 3. Curva da Regressão referente ao conteúdo de nitrogênio em função da aplicação de doses de P_2O_5 .



Os resultados do efeito do fósforo sobre o conteúdo de nitrogênio da parte aérea da planta, ~~concordam~~ com as verificações feitas em várias leguminosas forrageiras tropicais por, EIRA et al., 1970; SINGH e JAIN, 1969.

A interação calcário x fósforo, mostrou um efeito altamente significativo sobre o conteúdo de nitrogênio na parte aérea. ABRUÑA e FIGARELLA, 1957, encontraram semelhante interação, trabalhando com Kudzu tropical.

A aplicação de potássio não mostrou efeitos significativos sobre o conteúdo de nitrogênio na parte aérea, o que concorda com os resultados de JONES e FREITAS, 1970 e AIDAR et al., 1970.

A inoculação não teve efeito significativo sobre o conteúdo de nitrogênio na parte aérea da planta, podendo isto, estar relacionado com as afirmações feitas por DOBEREINER, 1969 e LOPEZ et al., 1970, sobre a inoculação cruzada do siratro.

4.2.2. Conteúdo de nitrogênio na raiz

Os dados de conteúdo de nitrogênio na raiz e os resultados da análise estatística, são apresentados nos Quadros 8, 11 e 12.

Quadro 11. Médias de conteúdos de nitrogênio na raiz em miligramas.

Tratamentos	Níveis	mg de nitrogênio
Ca1	0	35,9961
Ca1	1	33,7709
P ₂₅ ⁰	0	20,4681
P ₂₅ ⁰	1	38,6894
P ₂₅ ⁰	2	45,4930
K ₂ ⁰	0	33,2543
K ₂ ⁰	1	36,5127
Inoc	Sem	34,0094
Inoc	Com	35,7576

Pela análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Quadro 12) verifica-se:

A aplicação de calcário, não teve efeito significativo sobre o conteúdo de nitrogênio na raiz.

A aplicação de doses crescentes de fósforo mostraram um efeito linear altamente significativo e quadrático ao nível de 5% de probabilidade, indicando que a maior tendência do fósforo sobre o conteúdo de nitrogênio da raiz foi linear. Provavelmente, este efeito do fósforo sobre o conteúdo de nitrogênio da raiz, seja uma consequência de um maior desenvolvimento radicular e de uma maior produção de nódulos, as quais determinam uma maior absorção do nitrogênio do solo e uma maior transferência de nitrogênio fixado para a raiz.

A interação calcário x fósforo, teve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade, indicando interdependência destas duas variáveis.

veis sobre o conteúdo de nitrogênio na raiz.

Os tratamentos com potássio e inoculação, não tiveram efeitos significativos sobre o conteúdo de nitrogênio na raiz.

Quadro 12. Valores de F da análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fonte de Variação	G.L.	F
Calcário (Ca)	1	0,9949
Fósforo 1 (P^1)	1	83,8957**
Fósforo 2 (P^{11})	1	5,8214*
Potássio (K)	1	2,1335
Inoculante (I)	1	0,6141
Ca x P^1	1	5,9809*
Ca x P^{11}	1	0,7964
I x P^1	1	2,7125
I x P^{11}	1	0,0248
Ca x I	1	0,0028
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 31,33%

4.2.3. Conteúdo de nitrogênio nos nódulos

Os dados de conteúdo de nitrogênio nos nódulos e os resultados da análise estatística são apresentados nos Quadros 8, 13 e 14.

Quadro 13. Médias de conteúdo de nitrogênio nos nódulos em miligramas.

Tratamentos	Níveis	
Ca1	0	6,7035
Ca1	1	9,7853
P ₂ O ₅	0	0
P ₂ O ₅	1	7,5675
P ₂ O ₅	2	8,8777
K ₂ O	0	7,7580
K ₂ O	1	8,7307
Inoc	Sem	8,5904
Inoc	Com	7,8984

Quadro 14. Valores de F da análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fonte de Variação	G.L.	F
Calcário (Ca)	1	11,97 ^{**}
Fósforo (P)	1	2,16
Potássio (K)	1	1,19
Inoculante (I)	1	0,60
P x Ca	1	1,97
P x I	1	8,02 ^{**}
Ca x I	1	0,70
Outras Interações	8	0,40
Tratamentos	15	
Resíduo	44	
Total	59	

C.V. = 39,07%

Pela análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Quadro 14) verifica-se que:

A aplicação de calcário teve efeito significativo sobre o conteúdo de nitrogênio nos nódulos.

A interação fósforo x inoculante mostrou efeito significativo sobre o conteúdo de nitrogênio dos nódulos, o que indica uma interdependência das duas variáveis.

Convém mencionar, que para as análises estatísticas não foram incluídos os tratamentos nos quais não houve produção de nitrogênio dos nódulos, razão pela qual, talvez não apareceram os efeitos do fósforo, os quais poderiam ser significativos, se considerarmos que existe um efeito significativo do fósforo sobre a matéria seca dos nódulos, a qual está correlacionada significativamente (ao nível de 0,1%) com o conteúdo de nitrogênio dos nódulos ($r = 0,7924^{***}$).

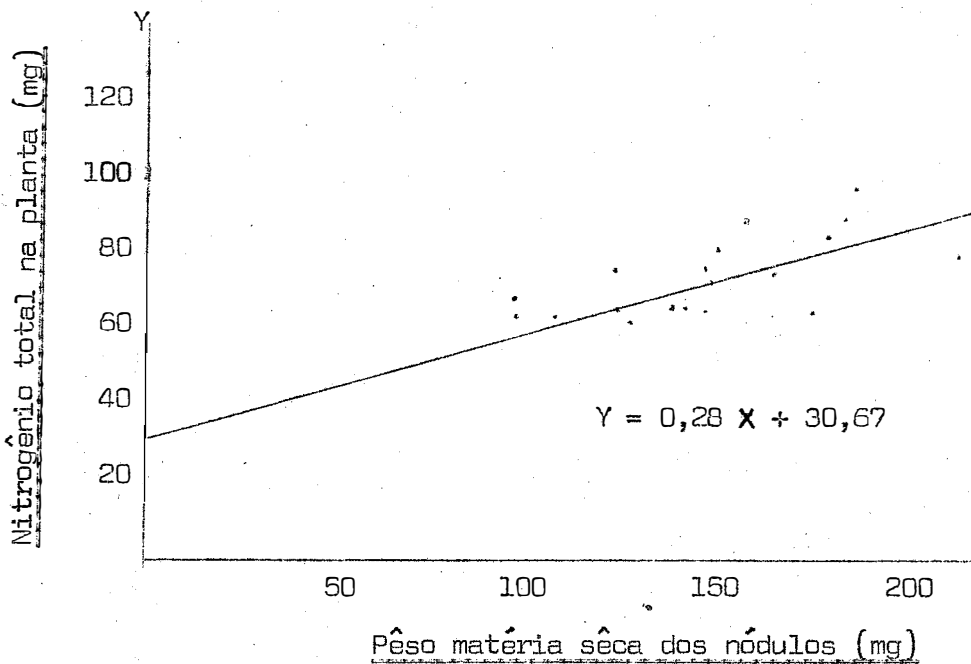
Quadro 15. Conteúdo de nitrogênio total da planta e matéria seca dos nódulos.

Tratamentos				Nitrogênio total da Planta	Matéria seca dos nódulos
Cal	P	K	Inoc		
0	0	0	C	24,111	0
0	1	0	C	64,117	97
0	2	0	C	64,509	176
0	0	0	S	33,139	0
0	1	0	S	65,044	142
0	2	0	S	63,350	108
1	0	0	C	22,615	0
1	1	0	C	68,064	97
1	2	0	C	97,501	187
1	0	0	S	23,846	0
1	1	0	S	76,008	124
1	2	0	S	85,482	180
0	0	1	C	42,721	0
0	1	1	C	62,756	127
0	2	1	C	81,302	151
0	0	1	S	40,699	0
0	1	1	S	55,633	148
0	2	1	S	74,145	165
1	0	1	C	24,184	0
1	1	1	C	65,118	124
1	2	1	C	79,966	214
1	0	1	S	21,701	0
1	1	1	S	75,038	148
1	2	1	S	89,179	184

4.3. Conteúdo de nitrogênio total da planta em função do peso da matéria seca dos nódulos.

O conteúdo de nitrogênio total da planta e a produção de matéria seca são apresentados no Quadro 15. A análise de regressão do conteúdo de nitrogênio total da planta sobre a matéria seca dos nódulos, é apresentada na Figura 4.

Figura 4. Linha de regressão referente ao conteúdo de nitrogênio total na planta em função do peso da matéria seca dos nódulos.



A regressão linear indica, que o conteúdo de nitrogênio total da planta, aumenta com a produção de matéria seca dos nódulos. Estes resultados concordam com as observações feitas por DOBEREINER et al., 1966, em siraatro e outras leguminosas de que, na maioria dos casos, a fixação de nitrogênio depende diretamente do peso dos nódulos.

4.4. Conteúdo do nitrogênio total da planta, em função do conteúdo de nitrogênio dos nódulos.

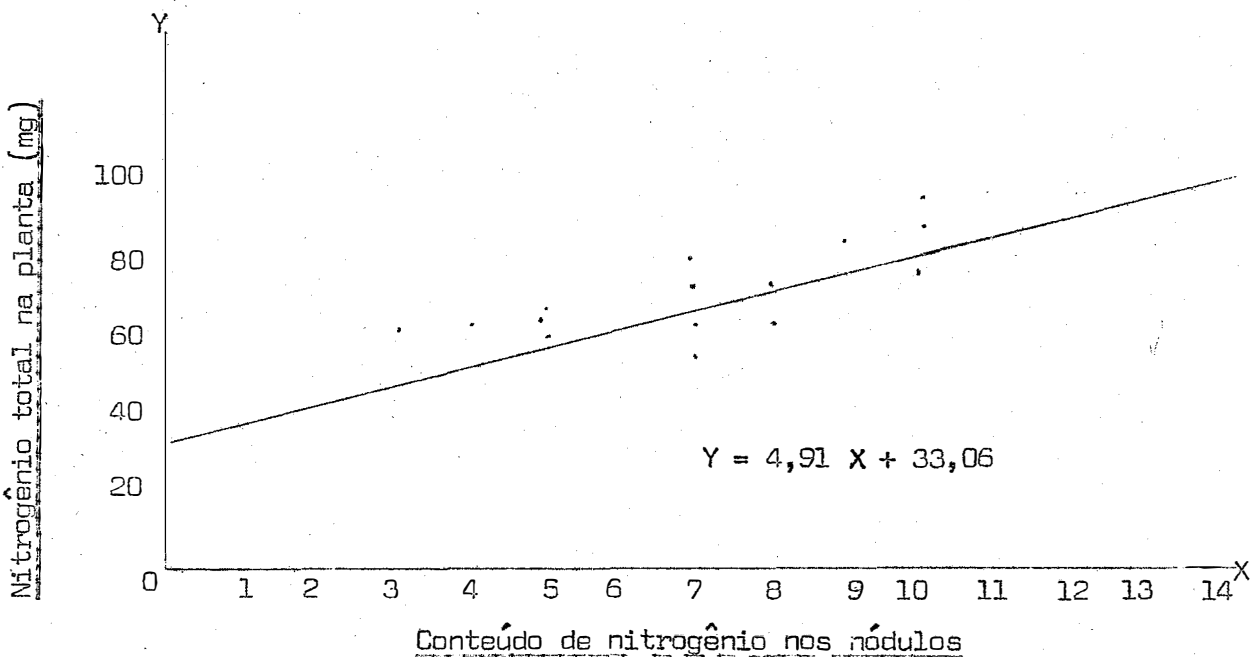
Os dados de conteúdos de nitrogênio dos nódulos e nitrogênio total da planta, são apresentados no Quadro 16. A análise de regressão do con

teúdo de nitrogênio total da planta, sobre o nitrogênio nos nódulos, é apresentada na Figura 5.

Quadro 16. Conteúdos em miligramas do nitrogênio total da planta e do nitrogênio dos nódulos.

Tratamentos				Nitrogênio total na Planta	Nitrogênio nos nódulos
Cal	P	K	Inoc	mg/vaso	
0	0	0	C	24,111	
0	1	0	C	64,117	4,206
0	2	0	C	64,509	7,778
0	0	0	S	33,139	
0	1	0	S	65,044	8,236
0	2	0	S	63,350	3,293
1	0	0	C	22,615	
1	1	0	C	68,064	5,280
1	2	0	C	97,501	10,335
1	0	0	S	23,846	
1	1	0	S	76,008	9,970
1	2	0	S	85,482	9,087
0	0	1	C	42,721	
0	1	1	C	62,756	5,388
0	2	1	C	81,302	6,855
0	0	1	S	40,699	
0	1	1	S	55,633	7,570
0	2	1	S	74,135	6,950
1	0	1	C	24,184	
1	1	1	C	65,118	5,576
1	2	1	C	79,966	13,820
1	0	1	S	21,701	
1	1	1	S	75,038	8,638
1	2	1	S	89,179	10,681

Figura 5. Linha de regressão referente ao conteúdo de nitrogênio total na planta em função do conteúdo de nitrogênio nos nódulos.



Foi encontrado uma regressão linear (Figura 5), entre o conteúdo de nitrogênio total da planta e o nitrogênio contido nos nódulos. Isso indica, que o nitrogênio total da planta aumenta, à medida que aumenta o conteúdo de nitrogênio nos nódulos.

4.5. Incremento do nitrogênio fixado e absorvido.

No Quadro 17, procurou-se calcular o incremento do nitrogênio fixado e absorvido. Para isso, os tratamentos foram reunidos em 8 grupos. Cada grupo constou de três tratamentos e foi estabelecido em função do fósforo, considerando-se que este nutriente foi o que mais influência teve sobre os conteúdos de nitrogênio na parte aérea, na raiz e nos nódulos. Manteve-se constante em cada grupo, os níveis de calcário, potássio e inoculante.

O incremento do nitrogênio fixado e absorvido foi estimado, subtraindo os conteúdos de nitrogênio total nos tratamentos com nível zero de fósforo, dos conteúdos de nitrogênio dos tratamentos com níveis 1 e 2 de

fósforo de cada grupo.

Pelos dados do Quadro 17, não houve um incremento proporcional do nitrogênio entre grupos, porém dentro de cada grupo, verificou-se um maior conteúdo de nitrogênio nos tratamentos, que receberam as doses 1 e 2 de fósforo. As diferenças existentes nos conteúdos de nitrogênio fixado e absorvido, poderiam ser consequência de fatores que não foram considerados no presente experimento, ou das interações que não foram determinadas. Este aspecto do problema, foi deixado para um trabalho posterior.

Por outro lado, não foi possível calcular a quantidade de nitrogênio fixado simbioticamente, uma vez que não tivemos em mãos, um método que nos permitisse separar o nitrogênio absorvido pela planta, daquele fixado simbioticamente. Além do mais convém mencionar, que o fósforo estimulou um maior desenvolvimento radicular, trazendo como consequência uma maior absorção do nitrogênio do solo.

Talvez, nas condições do presente experimento, a quantidade de nitrogênio fixado simbioticamente, poderia ser determinada através do emprego da técnica do ^{15}N .

Quadro 17. Conteúdo em miligramas de nitrogênio na planta e miligramas de nitrogênio fixado e absorvido por tratamento.

Tratamentos				Nitrogênio em mg/vaso*			Nitrogênio total da planta - mg/vaso	Incremento de Nitrogênio Fixado e Absorvido - mg/vaso
Cal	P	K	Inoc	Parte aérea	Raiz	Nódulos		
0	0	0	C	5,744	18,337		24,111	(aprox.)
0	1	0	C	19,264	40,647	4,206	64,117	40,036
0	2	0	C	23,145	33,586	7,778	64,509	41,428
0	0	0	S	9,259	23,880		33,139	
0	1	0	S	17,666	39,142	8,236	65,044	31,905
0	2	0	S	20,148	39,909	3,293	63,350	30,211
1	0	0	C	8,407	14,208		22,615	
1	1	0	C	26,134	36,650	5,280	68,064	45,449
1	2	0	C	31,877	55,289	10,335	97,501	74,886
1	0	0	S	6,855	16,991		23,846	
1	1	0	S	26,996	39,042	9,970	76,008	52,162
1	2	0	S	35,026	41,369	9,087	85,482	61,636
0	0	1	C	7,433	35,288		42,721	
0	1	1	C	16,513	40,855	5,388	62,756	20,035
0	2	1	C	15,750	58,697	6,855	81,302	38,581
0	0	1	S	9,158	31,541		40,699	
0	1	1	S	15,131	32,932	7,570	55,633	14,934
0	2	1	S	23,504	43,681	6,950	74,135	33,436
1	0	1	C	9,600	14,584		24,184	
1	1	1	C	18,446	41,096	5,576	65,118	40,934
1	2	1	C	33,567	46,399	13,820	79,966	69,602
1	0	1	S	6,240	15,461		21,701	
1	1	1	S	27,250	39,150	8,638	75,038	53,337
1	2	1	S	33,484	45,014	10,681	89,179	67,478

* medias de 4 repetições

** com nódulos destacados

4.6. Conteúdo de fósforo na parte aérea.

Os dados de conteúdo de fósforo na parte aérea e os resultados da análise estatística, são apresentados nos Quadros 18, 19 e 20 e o resultado da análise de regressão na Figura 6.

Quadro 18. Porcentagens de fósforo na matéria seca original e em 100% de matéria seca e conteúdos em miligramas deste elemento, na parte aérea.

Tratamentos				Porcentagem em		Peso
Cal	P	K	Inoc	M.S.O	100% M.S.	mg/vaso
0	0	0	C	0,02	0,16	0,261
0	1	0	C	0,03	0,15	1,587
0	2	0	C	0,04	0,18	2,562
0	0	0	S	0,02	0,15	0,516
0	1	0	S	0,03	0,18	1,830
0	2	0	S	0,03	0,18	1,948
1	0	0	C	0,03	0,17	0,446
1	1	0	C	0,03	0,21	1,941
1	2	0	C	0,03	0,21	2,127
1	0	0	S	0,02	0,16	0,351
1	1	0	S	0,03	0,20	1,678
1	2	0	S	0,04	0,21	2,620
0	0	1	C	0,02	0,17	0,408
0	1	1	C	0,03	0,18	1,621
0	2	1	C	0,03	0,18	1,754
0	0	1	S	0,02	0,14	0,468
0	1	1	S	0,03	0,17	2,534
0	2	1	S	0,03	0,18	2,327
1	0	1	C	0,03	0,15	0,481
1	1	1	C	0,02	0,18	1,265
1	2	1	C	0,03	0,21	2,422
1	0	1	S	0,02	0,18	0,363
1	1	1	S	0,03	0,21	1,794
1	2	1	S	0,03	0,17	1,916

Quadro 19. Médias de conteúdo de fósforo na parte aérea em miligramas.

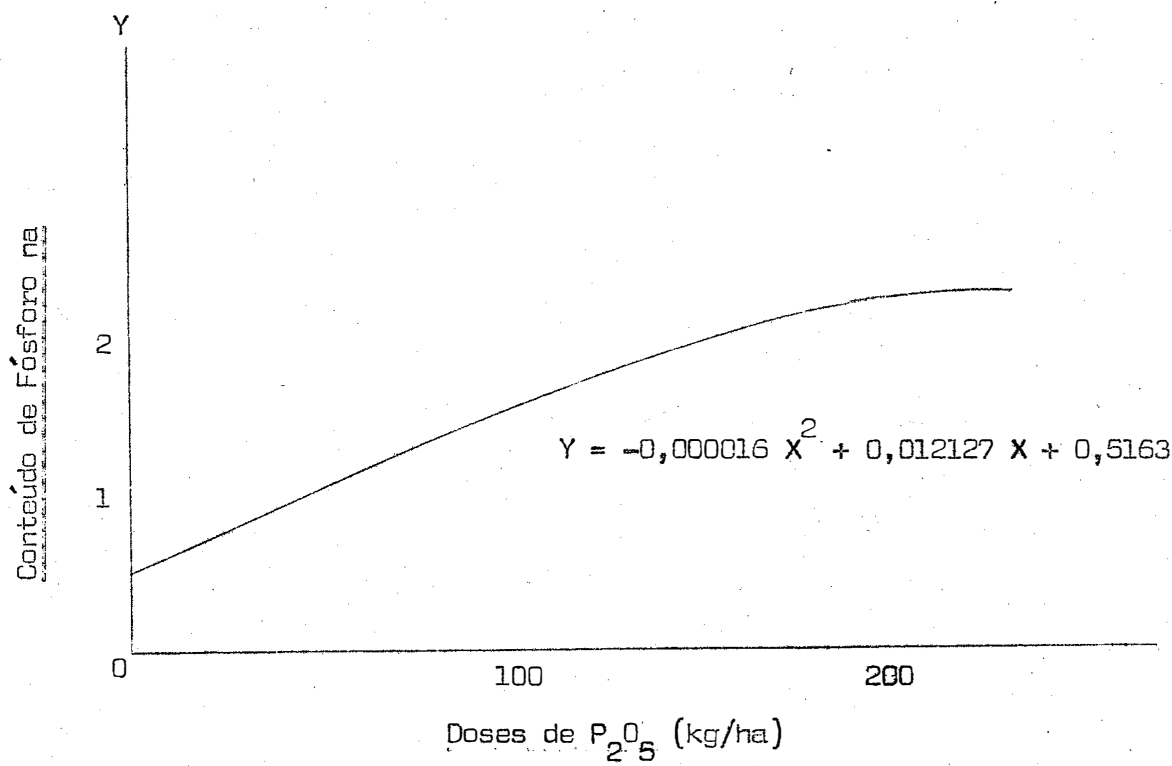
Tratamentos	Níveis	mg de fósforo
Ca1	0	1,4847
Ca1	1	1,4505
P ₂ O ₅	0	0,4119
P ₂ O ₅	1	1,7815
P ₂ O ₅	2	2,2094
K ₂ O	0	1,4741
K ₂ O	1	1,4461
Inoc	Sem	1,5288
Inoc	Com	1,4064

Quadro 20. Valores de F da análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fontes de Variação	G.L.	F
Calcário (Ca)	1	0,0967
Fósforo 1 (P ¹)	1	177,8250 **
Fósforo 2 (P ¹¹)	1	16,2663 **
Potássio (K)	1	0,1521
Inoculante (I)	1	1,2375
Ca x P ¹	1	0,2214
Ca x P ₂	1	1,4777
I x P ¹	1	0,0210
I x P ¹¹	1	2,2385
Ca x I	1	1,1064
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 36,66%

Figura 6. Curva de regressão referente ao conteúdo do fósforo na parte aérea em função da aplicação de doses de P_2O_5



Pela análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Quadro 20) verifica-se que:

A aplicação do calcário, não mostrou efeito significativo sobre o conteúdo de fósforo da parte aérea; isto vem indicar que nem sempre, a aplicação do calcário liberta o fósforo do solo, como afirmam alguns autores (MALAVOLTA, et al., 1965). Talvez, uma dose de calcário maior do que aquela utilizada no presente experimento, poderia ter os efeitos sobre a liberação do fósforo do solo e desta forma, aumentar o conteúdo deste nutriente na parte aérea.

A aplicação de doses crescentes de fósforo, tiveram efeito linear e quadrático altamente significativo, indicando que o conteúdo de fósforo na parte aérea, aumenta linearmente com a aplicação deste elemento, tendendo a decrescer posteriormente com adição de doses maiores de fósforo (Figura 6). O valor da dose de fósforo calculado para que o máximo conteúdo

de fósforo na parte aérea seja atingido, não é considerado, em virtude de ter sido determinado por extrapolação. Estes resultados concordam com as observações feitas em diferentes espécies de leguminosas forrageiras (KYNEUR, 1962; ANDREW e ROBBINS, 1969 e SING e JAIN, 1969).

A aplicação de potássio, não mostrou efeito significativo sobre o conteúdo de fósforo na parte aérea, concordando com os resultados obtidos por, AIDAR et al., 1970.

A aplicação de inoculante, não mostrou efeitos significativos sobre o conteúdo de fósforo. Este resultado não concorda com os obtidos por ISWARAN, 1969, quem verificou que a inoculação, estimulava a absorção de fósforo em Vigna sinensis, Phaseolus aureus e Phaseolus mungo.

4.7. Conteúdo de cálcio na parte aérea.

Os dados de conteúdo de cálcio na parte aérea e os resultados da análise estatística são apresentados nos Quadros 21, 22 e 23 e o resultado da análise de regressão na Figura 7.

Pela análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Quadro 23) verifica-se que:

A aplicação de calcário, não mostrou efeito significativo sobre o conteúdo de cálcio na parte aérea, provavelmente, estes resultados são tão relacionados com as afirmações de NORRIS, 1959 e ANDREW e NORRIS, 1961, já mencionadas em 2.1.

A aplicação de doses crescentes de fósforo, tiveram efeitos linear e quadrático altamente significativos sobre o conteúdo de cálcio na parte aérea, mostrando que o conteúdo deste elemento na parte aérea, aumenta linearmente com a aplicação de fósforo, tendendo a decrescer posteriormente, com a aplicação de níveis superiores (Figura 7). O valor do nível de fósforo calculado, para que o máximo conteúdo de cálcio fosse atingido, não é considerado em virtude de ter sido determinado por extrapolação. Estes resultados, parecem estar relacionados ao efeito do fósforo sobre o desenvolvimento radicular, permitindo desta forma uma maior capacidade de exploração

Quadro 21. Percentagens de cálcio na matéria sêca original e em 100% de matéria sêca e conteúdos em miligramas deste elemento na parte aérea.

Tratamentos				Percentagem em		Conteúdo
Cal	P	K	Inoc	M.S.O	100% M.S.	mg/vaso
0	0	0	C	0,08	0,53	1,046
0	1	0	C	0,10	0,49	5,214
0	2	0	C	0,15	0,67	9,785
0	0	0	S	0,08	0,50	1,744
0	1	0	S	0,12	0,61	6,138
0	2	0	S	0,11	0,54	6,228
1	0	0	C	0,11	0,65	1,810
1	1	0	C	0,10	0,59	5,680
1	2	0	C	0,11	0,62	6,485
1	0	0	S	0,13	0,78	1,850
1	1	0	S	0,10	0,59	5,141
1	2	0	S	0,12	0,63	8,059
0	0	1	C	0,07	0,48	1,130
0	1	1	C	0,09	0,46	4,390
0	2	1	C	0,09	0,45	4,865
0	0	1	S	0,06	0,38	1,400
0	1	1	S	0,12	0,60	5,897
0	2	1	S	0,12	0,57	7,354
1	0	1	C	0,12	0,62	2,029
1	1	1	C	0,08	0,59	4,017
1	2	1	C	0,09	0,52	6,229
1	0	1	S	0,09	0,62	1,199
1	1	1	S	0,12	0,69	6,099
1	2	1	S	0,10	0,56	6,632

Quadro 22. Médias dos conteúdos de cálcio na parte aérea da planta em miligramas.

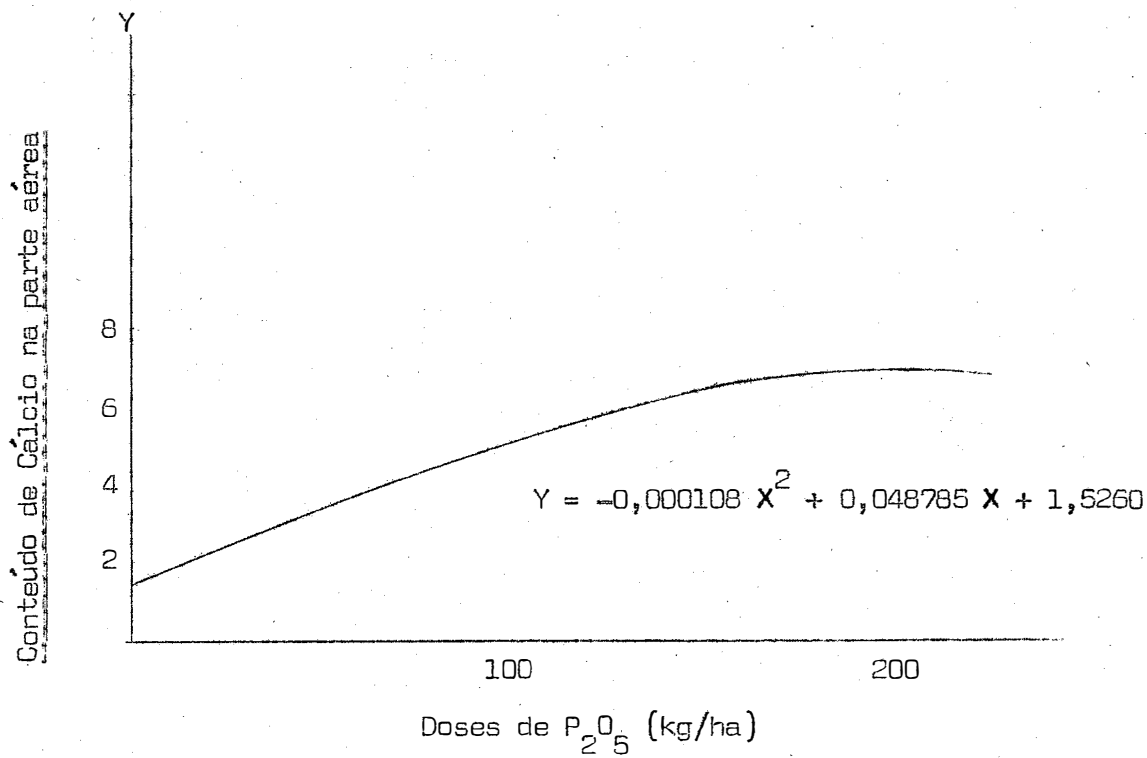
Tratamentos	Níveis	mg de cálcio
Ca1	0	4,5596
Ca1	1	4,6025
P ₂ O ₅ ⁰	0	1,5261
P ₂ O ₅ ⁰	1	5,3224
P ₂ O ₅ ⁰	2	6,9547
K ₂ O ⁰	0	4,9317
K ₂ O ⁰	1	4,2704
Inoc	Sem	4,8118
Inoc	Com	4,3812

Quadro 23. Valores de F da análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fonte de Variação	G.L.	F
Calcário (Ca)	1	0,0000
Fósforo 1 (P ¹)	1	207,9339 **
Fósforo 2 (P ¹¹)	1	11,0129 **
Potássio (K)	1	4,6282 *
Inoculante (I)	1	1,8813
Ca x P ¹	1	0,6320
Ca x P ¹¹	1	0,1699
I x P ¹	1	0,0590
I x P ¹¹	1	1,7253
Ca x I	1	0,0117
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 32,73%

Figura 7. Curva de regressão referente ao conteúdo de cálcio na parte aérea em função da aplicação de doses de P_2O_5 .



do cálcio contido no solo, como já foi dito anteriormente.

A aplicação de potássio teve efeito depressivo, significativo ao nível de 5% de probabilidade sobre o conteúdo de cálcio na parte aérea. Os mesmos resultados foram encontrados por ANDREW e ROBBINS, 1969. Porém, JONES e FREITAS, 1970 e AIDAR et al., 1970, não encontraram respostas à aplicação deste nutriente.

A aplicação de inoculante, não mostrou efeito sobre o conteúdo de cálcio na parte aérea.

4.8. Conteúdo de magnésio na parte aérea

Os dados de conteúdo de magnésio e os resultados da análise estatística, são apresentadas nos Quadros 24, 25 e 26 e o resultado da análise de regressão na Figura 8.

Quadro 24. Percentagens de magnésio na matéria sêca original e em 100% de matéria sêca e conteúdos em miligramas, dêste elemento na parte aerea.

Tratamentos				Percentagem na matéria sêca		Pêso
Ca	P	K	Inoc	Original	100%	mg/vaso
0	0	0	C	0,05	0,30	0,621
0	1	0	C	0,05	0,23	2,427
0	2	0	C	0,04	0,19	2,564
0	0	0	S	0,05	0,30	1,089
0	1	0	S	0,05	0,27	2,779
0	2	0	S	0,05	0,27	2,950
1	0	0	C	0,08	0,49	1,327
1	1	0	C	0,07	0,39	3,882
1	2	0	C	0,07	0,38	4,121
1	0	0	S	0,08	0,48	1,097
1	1	0	S	0,06	0,38	3,344
1	2	0	S	0,07	0,35	4,603
0	0	1	C	0,03	0,18	0,493
0	1	1	C	0,05	0,25	2,225
0	2	1	C	0,05	0,25	2,527
0	0	1	S	0,04	0,28	0,909
0	1	1	S	0,05	0,26	2,421
0	2	1	S	0,04	0,17	2,449
1	0	1	C	0,08	0,42	1,397
1	1	1	C	0,05	0,39	2,607
1	2	1	C	0,06	0,35	4,150
1	0	1	S	0,07	0,46	0,908
1	1	1	S	0,06	0,37	3,306
1	2	1	S	0,06	0,32	3,912

Quadro 25. Médias de conteúdo de magnésio na parte aérea da planta em miligramas.

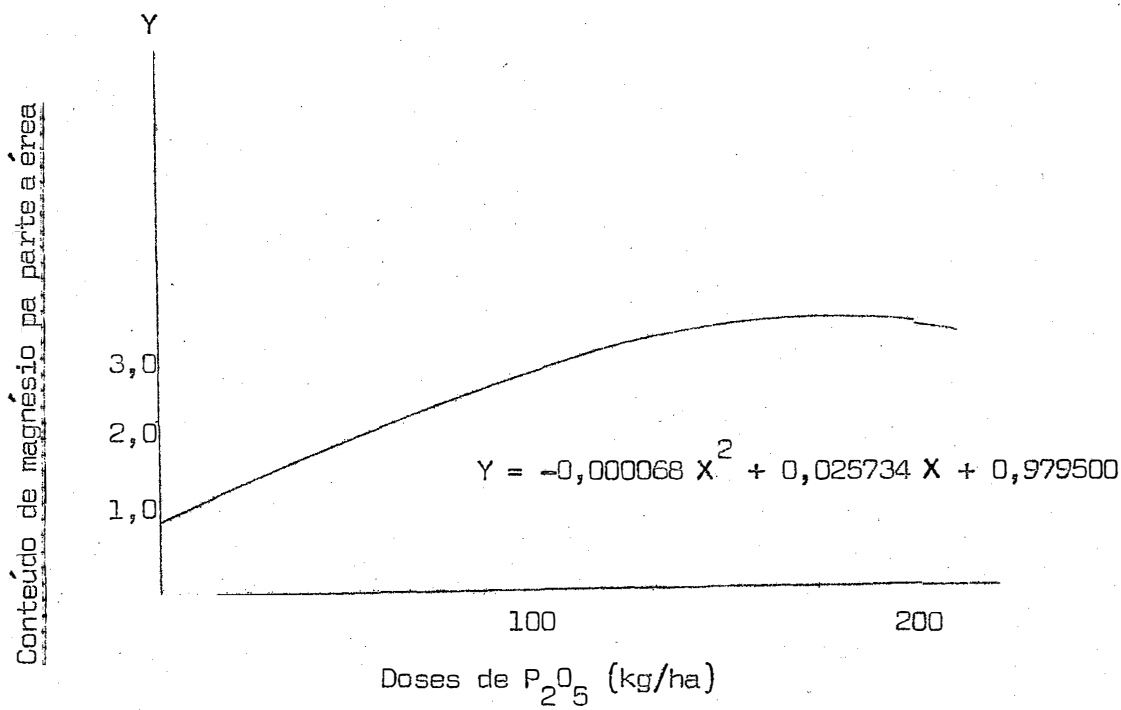
Tratamentos	Níveis	mg de magnésio
Ca1	0	1,9545
Ca1	1	2,8878
P ₂ O ₅	0	0,9802
P ₂ O ₅	1	2,8909
P ₂ O ₅	2	3,4094
K ₂ O	0	2,5669
K ₂ O	1	2,2753
Inoc	Sem	2,4804
Inoc	Com	2,3618

Quadro 26. Valores de F da análise de variância, com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos.

Fontes de Variação	G.L.	F
Calcário (Ca)	1	25,2230**
Fósforo 1 (P ¹)	1	113,9263**
Fósforo 2 (P ¹¹)	1	11,8704**
Potássio (K)	1	2,4624
Inoculante (I)	1	0,4073
Ca x P ¹	1	6,6020*
Ca x P ¹¹	1	0,1800
I x P ¹	1	0,0451
I x P ¹¹	1	0,0491
Ca x I	1	0,8490
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 37,62%

Figura 8. Curva da regressão referente ao conteúdo de magnésio na parte aérea em função da aplicação de doses de P_2O_5 .



Pela análise da variância, com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos, (Quadro 26) verifica-se que:

A aplicação do calcário, teve efeito significativo no incremento do conteúdo de magnésio na parte aérea. Estes resultados parecem estar relacionados, com o fato de que, foi aplicado calcário dolomítico, o qual contém 15,62% de MgO .

A aplicação de doses crescentes de fósforo, tiveram efeito linear e quadrático altamente significativo sobre o conteúdo de magnésio na parte aérea, calculando-se que o máximo conteúdo de magnésio é atingido, quando se aplicaram quantidades equivalentes a 190,54 kg de P_2O_5 /ha, indicando isso, que o conteúdo de magnésio na planta cresce linearmente com mi veis até 190,54 kg de P_2O_5 /ha, tendendo a decrescer quando maiores quantidades são aplicadas. A causa do efeito do fósforo foi explicado anteriormente em 4.1.2.

A aplicação de potássio, não mostrou efeitos significativos sobre o conteúdo de magnésio na parte aérea, o que concorda com os resultados de AIDAR et al., 1970; por sua vez, ANDREW e ROBBINS, 1969, encontraram que o potássio causou diminuição no conteúdo de magnésio na planta.

A interação cálcio x fósforo, mostrou efeito significativo sobre o conteúdo de magnésio na parte aérea, indicando uma interdependência dos efeitos.

A aplicação de inoculante, não teve efeito significativo sobre o conteúdo de magnésio na parte aérea.

4.9. Conteúdo de potássio na parte aérea.

Os dados de conteúdo de potássio e os resultados da análise estatística, são apresentados nos Quadros 27, 28 e 29 e o resultado da análise de regressão na Figura 9.

Pela análise da variância, com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos (Quadro 28), verifica-se que:

A aplicação de calcário, não mostrou efeitos significativos sobre o conteúdo de potássio na parte aérea.

A aplicação de doses crescentes de fósforo, tiveram efeito linear e quadrático, altamente significativo sobre o conteúdo de potássio na parte aérea, calculando-se que o máximo conteúdo do elemento foi atingido, quando se aplicaram 191,03 kg de P_2O_5 /ha, indicando que o conteúdo de potássio aumenta linearmente até esse nível de fósforo aplicado, tendendo a decrescer, quando doses maiores são adicionadas (Figura 9).

A aplicação de potássio não mostrou efeitos significativos sobre o conteúdo deste elemento na parte aérea. Sugere-se, que o potássio existente no solo, foi suficiente para as necessidades da planta, o que concorda com as observações feitas por AIDAR et al., 1970.

ANDREW e ROBBINS, 1969, verificaram que as concentrações de potássio na parte aérea da planta aumentaram-se, somente com a aplicação de níveis elevados de cloreto de potássio.

A aplicação de inoculante, não mostrou efeitos significativos sobre o conteúdo de potássio na parte aérea.

Quadro 27. Percentagens de potássio na matéria seca original e em 100% de matéria seca e conteúdos em miligramas deste elemento na parte aérea.

Tratamentos				Percentagem na matéria seca		Pêso
Cal	P	K	Inoc	original	100%	mg/vaso
0	0	0	C	0,48	3,28	6,346
0	1	0	C	0,46	2,21	24,052
0	2	0	C	0,44	1,96	27,771
0	0	0	S	0,48	2,84	10,209
0	1	0	S	0,49	2,49	25,049
0	2	0	S	0,49	2,41	26,424
1	0	0	C	0,52	3,06	8,390
1	1	0	C	0,50	2,86	28,054
1	2	0	C	0,38	2,12	23,005
1	0	0	S	0,49	2,92	6,902
1	1	0	S	0,41	2,35	21,365
1	2	0	S	0,46	2,36	30,334
0	0	1	C	0,50	3,38	8,186
0	1	1	C	0,53	2,69	25,496
0	2	1	C	0,51	2,64	27,725
0	0	1	S	0,49	3,02	10,265
0	1	1	S	0,53	2,63	25,812
0	2	1	S	0,52	2,50	32,436
1	0	1	C	0,65	2,87	9,685
1	1	1	C	0,36	2,42	17,601
1	2	1	C	0,45	2,60	31,314
1	0	1	S	0,45	3,03	6,143
1	1	1	S	0,48	2,79	24,666
1	2	1	S	0,47	2,55	29,605

Quadro 28. Médias de conteúdo de potássio na parte aérea em miligramas.

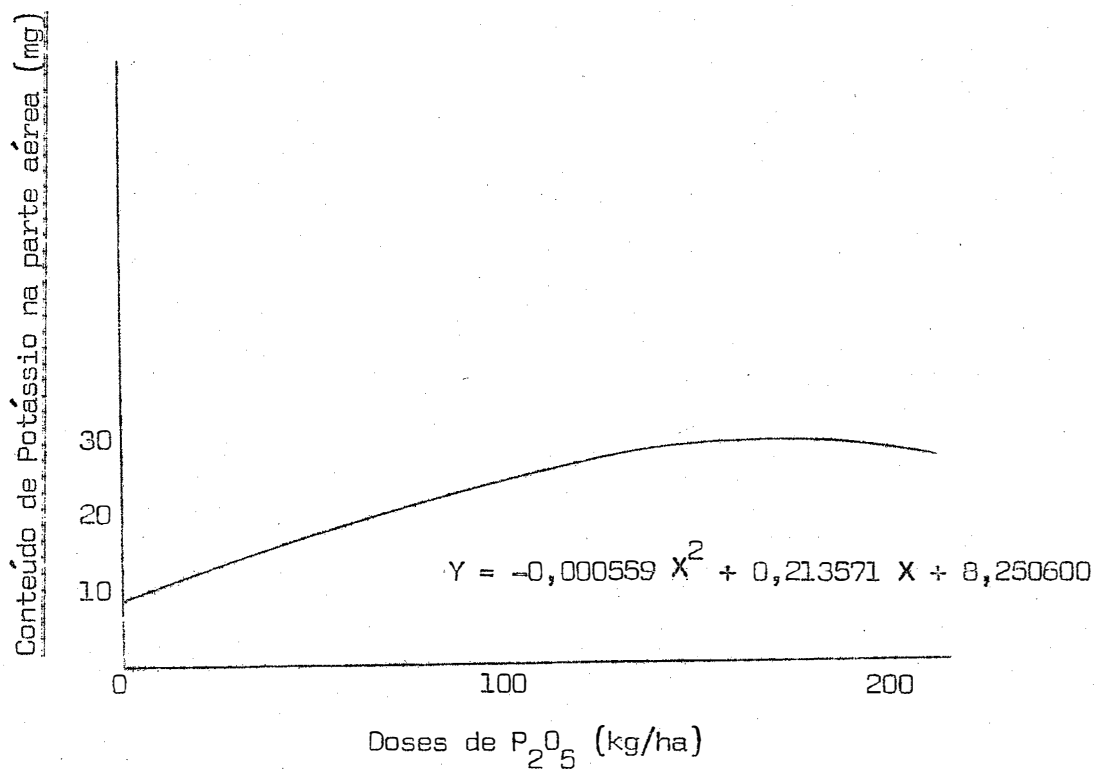
Tratamentos	Níveis	mg de potássio
Ca1	0	20,816
Ca1	1	19,755
P ₂ O ₅	0	8,265
P ₂ O ₅	1	24,015
P ₂ O ₅	2	28,514
K ₂ O	0	20,036
K ₂ O	1	20,744
Inoc	Sem	20,769
Inoc	Com	19,802

Quadro 29. Valores de F da análise da variância com desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos

Fonte de Variação	G.L.	F
Calcário (Ca)	1	2,6606
Fósforo 1 (P ¹)	1	280,7936**
Fósforo 2 (P ¹¹)	1	26,6454**
Potássio (K)	1	0,1618
Inoculante (I)	1	0,2062
Ca x P ¹	1	0,0112
Ca x P ¹¹	1	0,5030
I x P ¹	1	0,3084
I x P ¹¹	1	0,4242
Ca x I	1	1,8756
Outras Interações	13	
(Tratamentos)	(23)	
Resíduo	72	
Total	95	

C.V. = 23,50 %

Figura 9. Curva da regressão referente ao conteúdo de potássio na parte aérea em função da aplicação de doses de fósforo.



5. CONCLUSÕES

5.1. A aplicação do calcário: a) não teve o efeito sobre a produção de matéria seca da parte aérea e dos nódulos, porém teve efeito depressivo sobre a matéria seca da raiz; b) incrementou o conteúdo de nitrogênio da parte aérea e dos nódulos, porém não mostrou efeito sobre o conteúdo de nitrogênio na raiz. c) aumentou o conteúdo de magnésio da parte aérea.

5.2. A aplicação de doses de fósforo: a) aumentou a produção de matéria seca da parte aérea, da raiz e dos nódulos; b) aumentou o conteúdo de nitrogênio da parte aérea e da raiz; c) aumentou os conteúdos de fósforo, de cálcio, de magnésio e de potássio na parte aérea.

5.3. A aplicação de potássio: a) exerceu um efeito depressivo sobre o conteúdo de cálcio da parte aérea, porém não mostrou nenhum efeito sobre os conteúdos do fósforo, do magnésio e do potássio; b) não exerceu nenhum efeito sobre a matéria seca e conteúdo de nitrogênio da parte aérea, da raiz e dos nódulos.

5.4. A inoculação aumentou o conteúdo de nitrogênio dos nódulos, quando combinado com fósforo.

6. RESUMO

A finalidade do presente trabalho foi estudar os efeitos da aplicação de calcário, fósforo, potássio e inoculante sobre a produção de matéria seca, nodulação e composição química da leguminosa forrageira Phaseolus atropurpureus DC cv Siratro.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e obedeceu a um esquema fatorial, no qual foram utilizados dois níveis de calcário, dois níveis de fósforo, dois níveis de potássio, com e sem inoculante.

O solo utilizado foi um latossolo vermelho-amarelo fase-arenosa do cerrado de Pirassununga, do Estado de São Paulo, de baixo valor pH e de baixa fertilidade.

A semeadura foi realizada em 27/1/71, 15 dias após a aplicação de calcário. Após o desbaste foi aplicado o inoculante. A colheita foi efetuada no dia 26/3/71.

Foram determinadas as produções de matéria seca da parte aérea, da raiz e dos nódulos. Sobre a matéria seca da parte aérea, foram determinadas também as concentrações e conteúdos de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio. No que diz respeito à matéria seca da raiz e dos nódulos, procedeu-se apenas à determinação do nitrogênio.

Verificou-se, que o calcário aumentou os conteúdos de nitrogênio dos nódulos e de nitrogênio e magnésio da parte aérea. O fósforo incrementou a produção de matéria seca da parte aérea, da raiz e dos nódulos e os conteúdos de fósforo, de cálcio, de magnésio e de potássio na parte aérea. O potássio por sua vez, diminuiu o conteúdo de cálcio na parte aérea. A inoculação aumentou o conteúdo de nitrogênio dos nódulos, quando combinada com o fósforo.

7. SUMMARY

The aim of the present work was to study the affects of limestone, phosphorus, potassiun and inoculum on the dry matter yield, nodulation and chemical composition of the pasture legume Phaseolus atropurpureus D.C. cv Siratro.

The experiment was carried out in greenhouse conditions and the design was a factorial with 2 levels of limestone, 3 levels of phosphorus, 2 levels of potassium, with and without enoculum.

The soil used in the pots was a red-yellow letossol, sandy phase, from the "cerrado" of Pirassununga, State of São Paulo, Brazil, of low pH - value and low fertility.

Sowing was made in 29/1/71, 15 days after the limestone was applied. The inoculation with an appropriate strain of Rhizobium followed the thinning. Harvesting took place in 26/3/71.

The aerial part, the roots and nodules were dried and the dry matter yield of each was determined. Nitrogen, phosphorus, calciun, magnesium and potassium were determined in the dry matter of the aerial part, while in the dry matter of the roots and nodules only the determination of nitrogen was carried out.

It was found that limestone increased the nitrogen content of the nodules and the nitrogen and magnesium content of the aerial part.

Besides the increasing determined by phosphorus on the dry matter yield of the aerial part of the roots and of the nodules, an increasing of phosphorus, calcium, magnesium and potassium contents of aerial part was observed when that element was applied. On the other hand, potassium decreased the calcium content in the dry matter of the aerial part.

Inoculation increased the nitrogen content of the nodules, when applied together with phosphorus.

8. LITERATURA CITADA

- ABRUÑA, F. e FIGARELLA, J. - 1967. Some effects of calcium and phosphorus - fertilization on the yield and composition of a tropical kudzu-grass pasture. *J. Agric. Univ. P. Rico.* 41: 231-235.
- AIDAR, H., ALMEIDA, D.L. de e EIRA, P.A. de. 1970. Resposta de três leguminosas forrageiras tropicais à adubação em um solo com pH elevado, do estado do Espírito Santo. V Reunião Latinoamericana de Rhizobiologia. Rio de Janeiro (mimeo).
- ANDREW, C.S. 1961. The effect of phosphorus potassium and calcium on the growth chemical composition and symptoms of deficiency of white clover in a subtropical environment. *Aust. J. Agric. Res.* 11:149-161.
- _____ e NORRIS, D.O. 1961. Comparative responses to calcium of five tropical and four temperate pasture legumes species. *Aust. J. Agr. Res.* 12:40-55.
- _____ e ROBBINS, M.F. 1969. The effect of potassium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes. II potassium, calcium, magnesium, sodium, nitrogen, phosphorus and chloride. *Aust. J. Agric. Res.* 20:1009-1021.
- _____ e ROBBINS, M.F. 1969. The effect of potassium on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pasture legumes I. Growth and critical percentages of potassium II Potassium, calcium, magnesium, sodium, nitrogen, phosphorus and chloride. *Aust. J. Agric. Res.* 20:999-1007.
- _____ e ROBBINS, M.F. 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. I. Growth and critical percentages of phosphorus. *Aust. J. Agric. Res.* 20: 665-674.
- _____, ROBBINS, M.F. 1969. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. II. Nitrogen, calcium, magnesium, potassium and sodium contents. *Aust. J. Agric. Res.* 20:675-685.
- CARVALHO, M.M. de. 1969. Comportamento de leguminosas forrageiras em algumas áreas do Brasil central (mimeo). Primeiro Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa (mimeo).
- _____; FRANÇA, G.E. de, BAHIA FILHO, A.F.C. e MOZZER, O.L. 1970. Ensaio exploratório de Fertilização de seis leguminosas tropicais em um Latossol vermelho-escuro, fase-cerrado. V Reunião Latinoamericana de Rhizobiologia. Rio de Janeiro (mimeo).
- CATANI, R.A., GALLO, J.R. e GARGANTINI. 1955. Amostragem de Solo. Métodos de análise. Interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bol. nº 69. Inst. Agron. Campinas.

- COMISSÃO DE SOLOS. 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo. Bol. nº 12. Rio de Janeiro.
- DOBEREINER, J. e ARONOVICH, S. 1965. Efeito da calagem e da temperatura do solo na fixação de nitrogênio de Centrosema pubescens. Benth, em solos com toxicidade de manganês. Anais IX Congr. Intern. de Pastagens. D.P.A., São Paulo. 2:1121-1124.
- _____, ARRUDA, N.B. de e PENTEADO, A.F. de . 1965. Problemas da inoculação de soja forrageira (G. javanica), em solos ácidos. Anais IX Congr. Intern. de Pastagens. D.P.A., São Paulo. 2:1153-1157.
- _____, ARRUDA, N.B. de e PENTEADO, A.F. de. 1966. Avaliação da fixação do nitrogênio em leguminosas, pela regressão do nitrogênio total das plantas sobre o peso dos nódulos. Pesq. Agropec. Bras. 1: 233-237.
- _____ e ARRUDA, N.B. de. 1967. Interrelações entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja (Glycine max L.). Pesq. Agropec. Bras. 2:475-487.
- _____. 1969. Estudos sobre a simbiose de leguminosas forrageiras tropicais. Primeiro Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul, para Discussão dos Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa (mimeo).
- EIRA, P.A. da, ALMEIDA, D.L. de e SILVA, W.C. 1970. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosas forrageiras em um solo Podzólico vermelho-amarelo. V. Reunião Latinoamericana de Rhizobiologia. Rio de Janeiro (mimeo).
- FARINAS, E.C. 1965. Production and Distribution of forage Seed and Vegetative Propagation Materials in the Philippines. Anais IX Congr. Intern. de Pastagem. D.P.A., São Paulo. 1:551-555.
- FERRARI, E., SOUTO, M. e DOBEREINER, J. 1967. Efeito da temperatura do solo na nodulação e no desenvolvimento da soja perene (Glycine javanica L.). Pesq. Agropec. Bras. 2:461-466.
- FRANCO, L.A.A. e DOBEREINER, J. 1967. Especificidade de Rhizobium em simbiose com o feijão (Phaseolus vulgaris) e a influência de diferentes nutrientes. Pesq. Agropec. Bras. 2:467-479.
- FRANCO, L.A.A. e DOBEREINER, R.J. 1968. Interferência do cálcio e nitrogênio na fixação simbiótica do nitrogênio por duas variedades de Phaseolus vulgaris. Pesq. Agropec. Bras. 3:223.
- FREIRE, J.R.J. 1965. A inoculação de leguminosas forrageiras no Estado de Rio Grande do Sul. Anais IX Congr. Intern. de Pastagens. D.P.A. - São Paulo. 2:1187-1189.
- _____. 1969. Alguns fatores limitantes na simbiose de Rhizobium e as leguminosas forrageiras de clima temperado. Primeiro Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa (mimeo).

- FREITAS, L.M.M. 1969. Nutrição de leguminosas forrageiras tropicais (mimeo). Primeiro Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa (mimeo).
- _____ e PRATT, P.F. 1969. Respostas de três leguminosas a calcário eem diversos solos ácidos de São Paulo. Pesq. Agropec. Bras. 4:89-95.
- GLÓRIA, N.A. de, CATANI, R.A. e MATUO, T. 1965. Determinação de cálcio e magnésio em plantas pelo método E.D.T.A. Anais Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz. 21:219-226.
- GOEPFERT, C.F. 1971. Importância do fósforo na nodulação e no rendimento da soja (Glycine max) Agron. Sulriograndense. Bolm. Tecn. Div. Pesq. Agric. 7:5 pp.
- GROFF, B. 1965. Establishment of legumes in the humid Tropic of North Eastern Australia. Anais IX Congr. Intern. Pastagens. D.P.A. São Paulo. 1:1137-1142.
- HUMPHREYS, L.R. 1967. Leguminosas para pastura. In Pasturas mejoradas para regiones tropicales y sub-tropicales, um guia: Wellman. Printing Co., Pty. Ltd. Australia. 81 pp.
- HUTTON, E.M. 1962. Sirat, a tropical pasture legume bred from Phaseolus atropurpureus. Aust. J. exp. Agric. anim. Husb. 2: (5), 117-125k [Herb. Abstr. 32: (4), pag. 293. 1962.]
- _____. 1970. Tropical pasture. In. Advance in Agronomy American Society of Agronomy (ed) 22:2-66. New York and London.
- ISWARAN, V. 1969. Responses of inoculated and uninoculated legumes to application of phosphate Curr. Sci. 38:251-252 Tropic. Abst. 25: (2), pag. 103. 1969.
- _____; SARMA, K.S.B. e CONHAIRE, M. 1970. Soil fertility, legumes and Rhizobium efficiency. Soil and Fertilizer. Agric. Digest. nº 19 - 19 pp.
- JACKSON, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, N.J. PRENTICE Hall Inc. 498 pp.
- JONES, R.J. 1969. A note on the in vitro digestibility of two tropical legumes, Phaseolus atropurpureus and Desmodium intortum. J. Aust. Inst. Agr. Sci. 35:62-63 [Tropic. Abst. 24:(12) pag.827 1969.]
- JONES, R.M. 1969. Mortality of some tropical grasses and legumes following frosting in the first winter after sowing. Trop. Grassland. 3:57-63. [Tropic. Abst. 25: (3) p. 182. 1969.]
- JONES, M.B. e FREITAS, L.M.M. de. 1970. Resposta de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num Latossol vermelho-amarelo de campo cerrado. Pesq. Agropec. Bras. 5:91-99.
- _____, QUAGLIATO, J. e FREITAS, L.M.M. de. 1970. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais à aplicações de nutrientes mine-

rais em três solos de campo cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.* 5:209-214.

KALIL, E.B. 1971. Técnica experimental com animais. Curso Pós-Graduado de Nutrição Animal e Pastagens. Esc. Sup. Agric. Luiz Queiroz. (mimeo).

KHARE, N.K. e RAI, M.M. 1968. Effect of phosphorus on Symbiotic fixation of nitrogen by leguminous crops. *J. Indian. Soc. Soil. Sci.* 16:(2) - 111-14. *Tropic. Abst.* 24: (2) pag 111. 1968.

KYNEUR, G.W. 1962. The role of fertilizer in establishing Glycine javanica on Latosol Soils. *Proc. N. Qd. Agrost. Conf.* [Herb. Abstr. 33: (2) pag. 86. 1963.]

LONERAGAN, J.F., SNOWBALL, K e SIMMONS, W.S. 1968. Responses of plant to calcium concentration in solution culture. *Aust. J. Agric. Res.* - 19: 845-857.

LOPEZ, E.S.; LOVADINI, L.A.C., GARGANTINI, H., MIYASAKA, S. e LEON, C.C. - 1970. Avaliação da fixação do nitrogênio atmosférico em soja perene e siratro por Rhizobium nativo de dois grandes grupos de Solos. *Inst. Agron. Campinas* (mimeo) pp. 11.

LOTT, W.L., NERY, J.P. e GALLO, R. 1956. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. *Inst. Agron. Campinas. Bol.* 79: pp.29.

LOVADINI, L.A.C. 1968. Algumas informações sobre o siratro. *Boletim. Informativo do Instituto Agrônomo, Campinas. S.P.* 20:41-44.

_____ e MIYASAKA, S. 1969. Adubação de leguminosas forrageiras tropicais. Primeiro Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa (mimeo).

MALAVOLTA, E. 1964. Análise química dos teores totais. *In* Curso Internacional de diagnose foliar. I.I.C.A. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz (mimeo).

_____, CROCOMO, O.J., ANDRADE, R.G. de., ALVIZARI, G., VENCOWISKY, R. e FREITAS, L.M.M. de. 1965. Estudos sobre fertilidade do solo de cerrado. I. Efeito da calagem na disponibilidade de fósforo. *Anais Esc. Sup. Agric. Luiz Queiroz.* 22:131.

MIDDLETON, C.H. 1969. Pasture legume trials at Caboolture Queensland Agr. - J. 95, 3 p 142-6 [Tropic. Abst. 24:(9), p. 608. 1970.]

MILFORD, R. e MINSON, D.J. 1965. Intake of tropical pasture species. *Anais IX Congr. Intern. Pastagens. D.P.A. São Paulo.* 1:815-822.

MORAES, C.L. 1970. Determinação da umidade nas forragens. *In* Curso Análise de Forragens. C.P.G. Nutrição Animal e Pastagens. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz (mimeo).

NEME, N.A. 1965. Adubos fosfatados e calcário na produção de forragens de soja perene (Glycine javanica) em terra-roxa-misturada. *Anais IX - Congr. Intern. Pastagens. D.P.A. São Paulo.* 1:677.

_____ e NERY, J.P. 1965. Influência dos adubos minerais e calcário na

produção e composição química de leguminosas forrageiras. Anais do IX Congr. Intern. de Pastagens. D.P.A. São Paulo. 1:665-670.

NEPTUNE, A.M.L. 1971. Reação do Solo. Apostila (mimeo) pp 30.

NORRIS, D.O. 1959. The role of calcium and magnesium in the nutrition of rhizobium. Aust. J. Agric. Res. 10:651-698.

PEIXOTO, A.M., MORAES, C.L. e BOSE, M.L.V. 1967. Contribuição ao estudo da composição química e digestibilidade do feno de siratro (Phaseolus atropurpureus). Anais. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz. 24: 229-237.

PIMENTEL, GOMES, F. 1966. Curso de Estatística Experimental Univ. São Paulo, Esc. Sup. Agric. Luiz Queiroz. 3ª Edição pp 568.

_____. 1969. Efeito de níveis de fósforo aplicado a soja perene. Primeiro Encontro de Técnicos Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa (mimeo).

_____ e NUTI, P. 1969. Efeito da calagem e microelementos na produção de leguminosas forrageiras em solos de cerrado. Primeiro Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras. Nova Odessa (mimeo).

_____. 1970. Produção de leguminosas forrageiras nos trópicos. In Curso Agrostologia e Pastagens. C.P.G. Nutrição Animal e Pastagens. - Esc. Sup. Agric. Luiz Queiroz (mimeo).

ROBERTS, F.J. e CARBON, B.A. 1969. Growth of tropical and temperate grasses and legumes under irrigation in South-west Australia. Trop. Grassland. 3: (2) pag. 109-116. [Tropic. Abst. 25:(9) pag. 599. 1970.]

ROBSON, A.D., EDWARDS, D.G. e LONERAGAN, J.F. 1970. Calcium stimulation of phosphate absorption by annual legumes. Aust. J. Agric. Res. 21: - 601-621.

RUSCHEL, A.P., BRITTO, D.P.P. de e DOBEREINER. 1966. Fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico em feijão (Phaseolus vulgaris L) II. Influência do magnésio, do boro, do molibdênio e da calagem. Pesq. Agropec. Bras. 1:141-145.

SINGH, R.M. e JAIN, T.C. 1969. Effect of phosphate and molybdate on the up take of N and P by Russian grant cowpea. Ann. Arid. Zone. 7:142-146 [Tropic. Abst. 24:315. 1969.]

SOUTO, S.M. e DOBEREINER, J. 1968. Efeito do fósforo, temperatura e umidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja perene (Glycine javanica L). Pesq. Agropec. Bras. 3:215.

_____ e DOBEREINER, J. 1969. Fixação de nitrogênio e estabelecimento de duas variedades de soja perene (Glycine javanica L) com três níveis de fósforo e de cálcio em solo com toxides de manganês. Pesq. Agropec. Bras. 4:59-66.

- TOSI, H., NAKAGAWA, J., PASQUAL, A. e LIMA, L.A. 1970. Efeito de quatro níveis de adubação fosfatada na produção de Glycine javanica L e Phaseolus atropurpureus. Reunião Anual Sociedade Brasileira de Zootecnia (mimeo).
- VAN SCHREVEN, D.A. 1958. Some factors affecting uptake of nitrogen by Legumes In Hallsworth, E.G. (ed.) Nutrition of the legumes. Academic Press, New York.
- VINCENT, J.M. 1962. Influence of calcium and magnesium on the growth of Rhizobium. J. gen. Microbiol. 28:653-663. [Herb. Abst. 33 (1). p. 55. 1963.]

9. APÊNDICE

Produção de Matéria Sêca e Composição Química da parte aérea da planta (na matéria sêca original).

Tratamentos				M.S.	N.	P.B.	P.	Ca	Mg	K
Cal	P	I	Inoc	mg por vaso						
0	0	0	C	1,308	5,744	35,900	0,261	1,046	0,621	6,346
0	1	0	C	5,292	19,264	120,400	1,587	5,214	2,427	24,052
0	2	0	C	6,334	23,145	144,656	2,562	9,785	2,564	27,771
0	0	0	S	2,113	9,259	57,869	0,516	1,744	1,089	10,209
0	1	0	S	5,132	17,666	110,412	1,830	6,138	2,779	25,074
0	2	0	S	5,617	20,148	125,925	1,948	6,228	2,950	26,424
1	0	0	C	1,558	8,407	52,560	0,446	1,810	1,327	8,390
1	1	0	C	5,546	26,134	163,337	1,941	5,680	3,882	28,054
1	2	0	C	6,026	31,877	199,231	2,127	6,485	4,121	23,005
1	0	0	S	1,417	6,855	42,844	0,351	1,850	1,097	6,902
1	1	0	S	5,230	2,699	16,869	1,678	5,141	3,344	21,365
1	2	0	S	6,586	35,026	218,912	2,620	8,059	4,603	30,334
0	0	1	C	1,611	7,433	46,456	0,408	1,130	0,493	8,186
0	1	1	C	4,727	16,513	103,206	1,621	4,390	2,225	25,496
0	2	1	C	5,415	15,750	98,437	1,754	4,865	2,527	27,725
0	0	1	S	2,068	9,158	57,237	0,468	1,400	0,909	10,265
0	1	1	S	4,844	15,131	94,569	2,534	5,897	2,421	25,812
0	2	1	S	6,178	23,504	146,900	2,327	7,354	2,449	32,436
1	0	1	C	1,764	9,600	60,00	0,481	2,029	1,397	9,685
1	1	1	C	4,723	18,446	115,287	1,265	4,017	2,607	17,601
1	2	1	C	6,922	33,567	209,794	2,422	6,229	4,150	31,314
1	0	1	S	1,262	6,240	39,000	0,363	1,199	0,908	6,143
1	1	1	S	5,124	27,250	170,312	1,794	6,099	3,306	24,666
1	2	1	S	6,389	33,484	209,275	1,916	6,632	3,912	29,605

dms 0,5%

dms 0,1%

Percentagem de matéria sêca produzida/vaso Composição Química da parte aérea da planta: % na matéria sêca original.

Tratamento				M.S.	N	P.B.*	P	Ca	Mg	K
Cal	P	K	Inoc	% na matéria sêca original**						
0	0	0	C	16,24	0,44	2,75	0,02	0,08	0,05	0,48
0	1	0	C	20,88	0,36	2,25	0,03	0,10	0,05	0,46
0	2	0	C	22,29	0,36	2,25	0,04	0,15	0,04	0,44
0	0	0	S	16,90	0,44	2,75	0,02	0,08	0,05	0,48
0	1	0	S	19,95	0,34	2,12	0,03	0,12	0,05	0,49
0	2	0	S	20,34	0,38	2,37	0,03	0,11	0,05	0,49
1	0	0	C	17,03	0,52	3,25	0,03	0,11	0,08	0,52
1	1	0	C	17,68	0,47	2,94	0,03	0,10	0,07	0,50
1	2	0	C	18,22	0,53	3,31	0,03	0,11	0,07	0,38
1	0	0	S	16,71	0,48	3,00	0,02	0,13	0,08	0,49
1	1	0	S	17,34	0,52	3,25	0,03	0,10	0,06	0,41
1	2	0	S	19,55	0,53	3,31	0,04	0,12	0,07	0,46
0	0	1	C	15,04	0,46	2,87	0,02	0,07	0,03	0,50
0	1	1	C	20,05	0,34	2,12	0,03	0,09	0,05	0,53
0	2	1	C	19,54	0,29	1,81	0,03	0,09	0,05	0,51
0	0	1	S	16,41	0,44	2,75	0,02	0,06	0,04	0,49
0	1	1	S	20,25	0,32	2,00	0,03	0,12	0,05	0,53
0	2	1	S	21,20	0,38	2,37	0,03	0,12	0,04	0,52
1	0	1	C	19,35	0,56	3,50	0,03	0,12	0,08	0,55
1	1	1	C	14,92	0,37	2,31	0,02	0,08	0,05	0,36
1	2	1	C	17,58	0,48	3,00	0,03	0,09	0,06	0,45
1	0	1	S	14,72	0,49	3,06	0,02	0,09	0,07	0,45
1	1	1	S	17,54	0,52	3,25	0,03	0,12	0,06	0,48
1	2	1	S	18,52	0,52	3,25	0,03	0,10	0,06	0,47

* Proteína bruta correspondente

** Média de quatro repetições.

Composição química da parte aérea da planta: % em 100% de matéria seca.

Tratamentos				N	Proteína cor respondente*	P	Ca	Mg	K
Cal	P	K	Inoc						
% em 100% de Matéria Seca									
0	0	0	C	2,96	18,50	0,16	0,53	0,30	3,28
0	1	0	C	1,78	11,12	0,15	0,49	0,23	2,21
0	2	0	C	1,62	10,12	0,18	0,67	0,19	1,96
0	0	0	S	2,64	16,50	0,15	0,50	0,30	2,84
0	1	0	S	1,74	10,87	0,18	0,61	0,27	2,49
0	2	0	S	1,89	11,81	0,18	0,54	0,27	2,41
1	0	0	C	3,05	19,06	0,17	0,65	0,49	3,06
1	1	0	C	2,63	16,44	0,21	0,59	0,39	2,82
1	2	0	C	2,96	18,50	0,21	0,62	0,38	2,12
1	0	0	S	2,91	13,69	0,16	0,78	0,48	2,92
1	1	0	S	2,98	18,62	0,20	0,59	0,38	2,36
1	2	0	S	2,74	17,12	0,21	0,63	0,35	2,36
0	0	1	C	3,08	19,25	0,17	0,48	0,18	3,38
0	1	1	C	1,72	10,75	0,18	0,46	0,25	2,69
0	2	1	C	1,50	9,37	0,18	0,45	0,25	2,64
0	0	1	S	2,69	16,81	0,14	0,38	0,28	3,02
0	1	1	S	1,60	10,00	0,17	0,60	0,26	2,63
0	2	1	S	1,82	11,37	0,18	0,57	0,17	2,50
1	0	1	C	2,86	17,87	0,15	0,62	0,42	2,87
1	1	1	C	2,52	15,75	0,18	0,59	0,39	2,42
1	2	1	C	2,76	17,25	0,21	0,52	0,35	2,60
1	0	1	S	3,41	21,31	0,18	0,62	0,46	3,03
1	1	1	S	2,97	18,56	0,21	0,69	0,37	2,79
1	2	1	S	2,81	17,56	0,17	0,56	0,32	2,55