

EFEITOS DA NUTRIÇÃO MINERAL E DA INOCULAÇÃO NA
FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO NITROGÊNIO ATMOSFÉRICO
EM Stylosanthes hamata (L.) TAUB. CV. VERANO

DISRAELI REIS DA ROCHA

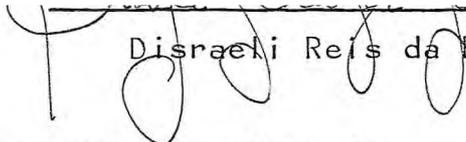
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - ÁREA DE CONCEN
TRAÇÃO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS - PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1981

Esta dissertação foi apresentada como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Agronomia - Área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas - outorgada pela Universidade Federal do Ceará, e em cuja biblioteca Central encontra-se à disposição dos interessados.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.


Disraeli Reis da Rocha

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 08-07-81

Francisco José M. Holanda
Orientador

José Ilo P. de Vasconcelos
Conselheiro

José Ferreira Alves
Conselheiro

Rogério Tavares de Almeida
Conselheiro

Aos meus pais

ANTONIO

e

IRENE

À minha queri
da esposa e
colaboradora

SILVANA

À meus filhos

SILELI

e

DISRAELI FILHO

Aos meus ir-
mãos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À UEPAE - Teresina, pela ajuda técnica e material prestada.

Ao Projeto CNPq / FCPC - Fixação Biológica do Nitrogênio em Plantas de Interesse do Nordeste - e a EMATER-PI., pelo auxílio financeiro.

Ao professor FRANCISCO JOSÉ MARTINS HOLANDA, pela orientação e as valiosas sugestões prestadas ao trabalho.

Ao professor ILO VASCONCELOS, pelo apoio e facilidades proporcionadas durante o transcorrer da pesquisa.

Aos professores JOSÉ FERREIRA ALVES e ROGÉRIO TAVARES DE ALMEIDA, pela laboriosa revisão dos textos, esclarecimentos e sugestões apresentadas.

Ao professor MARDÔNIO AGUIAR COELHO (Coordenador) e ao corpo docente do curso de Mestrado em Agronomia - Área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas - da U. F. C., pelos ensinamentos.

Ao Sr. RÉGIS CASSIANO SANTIAGO e à Sr^a. TERESA AMÉLIA T. C. SANTIAGO, pelo incentivo e apoio prestados no decorrer do curso.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para o êxito do presente trabalho.

S U M Á R I O

PÁGINA

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	3
3 - MATERIAL E MÉTODO.....	16
3.1 - Solo.....	16
3.2 - Instalação do experimento.....	16
3.3 - Correção e adubação.....	18
3.4 - Semeadura e inoculação.....	19
3.5 - Irrigação e colheita.....	19
3.6 - Preparo e análise do material.....	20
3.7 - Procedimento estatístico.....	20
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 - Número de nódulos.....	22
4.2 - Peso seco de nódulos.....	27
4.3 - Peso seco da parte aérea.....	33
4.4 - Nitrogênio total da parte aérea.....	38
5 - CONCLUSÕES.....	44
6 - ABSTRACT.....	45
7 - LITERATURA CITADA.....	46

LISTA DE TABELAS

<u>TABELA</u>	<u>PÁGINA</u>
1 - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Fortaleza, Ceará, 1980.	17
2 - Macronutrientes, seus fertilizantes e doses aplicadas. Fortaleza, Ceará, 1980.	18
3 - Adubações e tratamentos utilizados. Fortaleza, Ceará, 1980.	21
4 - Número médio de nódulos em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano e porcentagem em relação a testemunha. Fortaleza, Ceará, 1980.	23
5 - Análise de variância relativa ao número de nódulos em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.	24
6 - Teste de Tukey aplicado ao número de nódulos em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.	25
7 - Peso seco médio de nódulo em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano e porcentagem em relação a testemunha. Fortaleza, Ceará, 1980.	28
8 - Análise de variância relativa ao peso seco de nódulos em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.	29
9 - Teste de Tukey aplicado ao peso seco de nódulos em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.	30

PÁGINA

- 10 - Peso seco médio da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, 1980. 34
- 11 - Análise de variância relativa ao peso seco da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza Ceará, 1980. 35
- 12 - Teste de Tukey aplicado ao peso seco da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980. 36
- 13 - Nitrogênio total médio da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, 1980. 39
- 14 - Análise de variância relativa ao nitrogênio total da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980. 40
- 15 - Teste de Tukey aplicado ao nitrogênio total da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980. 42

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
1 - Número de nódulos em relação à inoculação e adubação em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.	26
2 - Peso seco de nódulos em relação à inoculação e adubação em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.	31
3 - Peso seco da parte aérea em relação à inoculação e adubação em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.	37
4 - Nitrogênio total da parte aérea em relação à inoculação e adubação em <u>Stylosanthes hamata</u> (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.	42

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos da nutrição mineral e da inoculação na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano, em Planosol Solódico do Estado do Ceará, Brasil.

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, e obdeceu ao esquema fatorial 2×8 , delineado em blocos completos casualizados com 3 repetições. Os tratamentos usados foram representados por oito fórmulas de adubação e dois níveis de inoculação (ausência e presença). Testaram-se os efeitos da inoculação, calagem (Cálcio + Magnésio), nitrogênio, fósforo, potássio, micronutrientes e molibdênio i soladamente.

A semeadura foi realizada no dia 1.º de outubro de 1980, trinta dias após a aplicação do calcário. A inoculação, o desbaste de plantas e a colheita do material foram realizados respectivamente aos 11, 15 e 60 dias após a germinação. A nodulação (número e peso seco dos nódulos), o desenvolvimento das plantas (peso seco da parte aérea) e o teor de nitrogênio total da parte aérea foram observados, objetivando avaliar a fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico.

Os resultados obtidos permitiram concluir que a inoculação não exerceu influência significativa na fixação simbiótica do N_2 , o mesmo ocorrendo com relação ao molibdênio; Ca +

Mg e micronutrientes, embora se tenham mostrado dispensáveis para o mecanismo de desenvolvimento nodular, o mesmo não ocorreu em relação ao peso seco e ao nitrogênio da parte aérea. O fósforo, por sua vez, foi o elemento nutriente mais importante e indispensável aos processos de nodulação (número e peso seco de nódulos), e fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico na leguminosa estudada. O nitrogênio fez-se necessário ao processo simbiótico, nas condições em que o experimento foi conduzido.

1 - INTRODUÇÃO

O nitrogênio utilizado na forma de fertilizante não é suficiente para atender às necessidades da agricultura, que depende ainda da reserva do solo e da fixação biológica do nitrogênio. Conforme ALEXANDER (1977), as plantas superiores e os animais não possuem sistema enzimático capaz de sintetizar reações que possibilitem a assimilação do N_2 . Entretanto diversas espécies de microrganismos de vida livre apresentam esta propriedade, notadamente as bactérias do gênero Rhizobium, que se relacionam harmonicamente com plantas, principalmente as dicotiledôneas da família das leguminosas.

As leguminosas fixadoras de N_2 são plantas complexas, comparadas a fábricas de fertilizantes nitrogenados (ALCÂNTARA, 1979). Como este elemento é um dos fatores que mais limitam o desenvolvimento de vegetais superiores, a capacidade das leguminosas de obterem seu nitrogênio da atmosfera é de grande importância na agricultura, principalmente em regiões de clima tropical, devido ao alto preço dos adubos nitrogenados e ao rigor das precipitações pluviométricas que lavam em demasia suas terras e comprometem de certa forma os seus rendimentos. Utilizadas como forrageiras, além da fertilização do solo, melhoram a qualidade e produtividade das pastagens, pois através do sistema solo-planta podem contribuir com até 515 Kg de nitrogênio por ha/ano, conforme ROCHA et alii (1971).

Para DOBEREINER (1971), as leguminosas perdem sua importância forrageira quando por algum motivo não formam nódulos e conseqüentemente não fixam o nitrogênio, pois existem

gramíneas mais eficientes no processo metabólico de síntese de proteínas a partir do nitrogênio do solo. O sucesso do cultivo de forrageiras está diretamente relacionado com a escolha de cultivares que apresentem condições de tirar o máximo proveito dos fatores ambientais e possam, de alguma forma, superar as situações estacionais desfavoráveis (ROCHA et alii, 1971). Entre os fatores que condicionam a nodulação e a fixação do N_2 encontram-se aqueles relacionados com as características químicas do solo.

Devido as vantagens apresentadas principalmente na Austrália, e às características que a credenciam a ocupar um lugar de destaque entre as leguminosas da região, foi executado o presente trabalho, com a finalidade de identificar os efeitos da inoculação e da nutrição mineral na fixação biológica do N_2 em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano, objetivando melhor aproveitar o seu potencial forrageiro em nossas condições de solo e clima.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

Ainda é escassa a literatura brasileira sobre nutrição e inoculação de leguminosas forrageiras tropicais. Tratando-se de Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano, pouco foi feito nesta área de pesquisa, especialmente no Nordeste do País.

Stylosanthes hamata (L.) Taub. é uma leguminosa forrageira tropical nativa da Índia Ocidental (ALCÂNTARA, 1979). Conforme DATE, BURT & WILLIAMS (1979) a espécie é encontrada em vasta região entre o Brasil e a Venezuela. Sua ocorrência no Estado do Maranhão é relatada por FERREIRA & COSTA (1979).

O cultivar Verano foi selecionado na Austrália em 1973 (CSIRO, 1977). Segundo ALCÂNTARA (1979), esta leguminosa é adaptada a áreas tropicais com precipitações anuais entre 500 e 1.270 mm, cresce em uma grande diversidade de tipos de solos e é tolerante à seca. Em campos experimentais da UNIDADE DE EXECUÇÃO DE PESQUISA DE ÂMBITO ESTADUAL - UEPAE - Teresina (1980) esta forrageira manteve-se verde durante grande parte da estação seca.

EDYE & FIELD (1975) obtiveram resultados que indicam ter a referida leguminosa boas características, tais como elevado coeficiente de digestibilidade, nodulação eficiente mesmo na ausência de raças específicas de Rhizobium, e perenicidade. Segundo ainda os autores, apresenta maior produção de matéria seca, entre as várias espécies de seu gênero. Esta afirmativa está em concordância com os resultados alcançados na UEPAE - Teresina (1980).

SIEBERT, ROMERO & HUNTER (1978) constataram o efetivo valor desta forrageira na alimentação do gado em virtude de seu alto conteúdo protéico. Trabalho realizado por KATOCK, DOGRA & SINGH (1978), indica ser de 14,89% o teor de proteína bruta na referida leguminosa.

Segundo WERNER (1980) e ROCHA (1980), Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano, ainda não atingiu um estágio de importância econômica no Brasil.

ANDREW (1962), estudando o efeito da nutrição mineral na fixação do N_2 e desenvolvimento de leguminosas, na Austrália, verificou que a deficiência de Mg, K, Cu, Zn, Mn, Fe, P e S reduz a quantidade de nitrogênio produzido e o crescimento das plantas. Segundo o mesmo autor, a deficiência de molibdênio, cálcio, boro e a elevada acidez do solo afeta a fixação do nitrogênio, diminuindo a formação de nódulos e prejudicando o seu funcionamento.

FRANCO & DOBEREINER (1967), observando a especificidade hospedeira na simbiose de estirpes de Rhizobium phaseoli com variedades de Phaseolus vulgaris, verificaram a influência de diferentes nutrientes. O potássio e magnésio foram prejudiciais à fixação do nitrogênio, ao contrário do cálcio que se mostrou indispensável. O adubo nitrogenado agiu diferentemente na simbiose das variedades, inibindo a nodulação da variedade Rico 23. O molibdênio, por sua vez, foi indispensável na fixação do N_2 , no entanto, em excesso, prejudicou a simbiose e o desenvolvimento das plantas.

Trabalho realizado por EIRA, ALMEIDA & SILVA (1972), visando estudar o comportamento de três leguminosas forrageiras tropicais em diferentes condições nutricionais, mostrou que o fósforo aumentou a produção de matéria verde e seca, a nodulação e o nitrogênio total nas três leguminosas. O potássio,

no entanto, aumentou a produção de matéria verde em Stylosanthes gracilis, sendo que a fórmula de adubação composta de cálcio + magnésio aumentou o percentual no N total da Glycine javanica. Os microelementos (B, Mo, Fe, Cu, e Zn) aumentaram a produção de matéria verde e seca, o número e o peso dos nódulos e o N total da Glycine javanica. Para o siratro houve aumento de peso verde e seco da parte aérea e do % de nitrogênio, ao passo que na Stylosanthes gracilis o aumento foi verificado no peso verde da parte aérea, no nitrogênio percentual e total.

PAIVA, ALBUQUERQUE & BEZERRA (1971), ao estudar os efeitos de adubação mineral em feijão-de-corda (Vigna sinensis), em experimento realizado em quatro localidades do Estado do Ceará, encontraram aumentos significativos na produção, devidos a aplicação de nitrogênio e fósforo. O potássio, por sua vez, não mostrou efeito significativo em nenhuma das localidades, sendo que os maiores aumentos foram obtidos na presença do fósforo.

GOEPFERT (1970), conduzindo experimento de campo objetivando obter informações sobre os efeitos do nitrogênio e do fósforo na produção de cinco cultivares de feijoeiro comum, verificou que esta cultura tende a aumentar sua produção com a adição de doses crescentes de nitrogênio e fósforo. Verificou, por outro lado, que o efeito do fósforo nos cinco cultivares, foi maior do que o do nitrogênio, sendo que as variedades Rico, Rico 23 foram as que mais produziram.

Para SCHMEHL et alii (1950) e HEWTT (1952), citados por CARVALHO et alii (1980), os fatores que mais limitam o desenvolvimento de pastagens nas regiões tropicais são o baixo pH, as concentrações tóxicas de alumínio e manganês e de-

ficiência de cálcio e molibdênio. Dados obtidos por NORRIS (1959) mostraram que o cálcio tem importância secundária na nutrição do Rhizobium. Segundo o autor, traços deste elemento no solo satisfazem à necessidade do microrganismo, o qual *é mais dependente em magnésio*.

FRANÇA & CARVALHO (1970), observando o desenvolvimento de cinco leguminosas, verificaram que todas foram afetadas pela deficiência de fósforo, a qual provocou diminuição na matéria seca, teor de nitrogênio e peso dos nódulos. Todavia, não encontraram nenhum efeito prejudicial causado pela omissão do potássio ou enxofre na produção de matéria seca e fixação do nitrogênio. A aplicação do nitrogênio mineral reduziu o peso dos nódulos, mas aumentou o teor deste elemento na parte aérea. Em experimento semelhante, CRISÓSTOMO & ALBUQUERQUE (1971) constataram que a ausência do fósforo provocou diminuição no peso seco, nitrogênio total e nodulação do siratro.

Conduzindo ensaio em casa-de-vegetação, com três tipos de solos minerais da Flórida, WERNER (1979) procurou estudar a resposta de Stylosanthes guyanensis cv. Schofield e Stylosanthes hamata cv. Verano, a diferentes níveis de calcário, P, K e B. S. hamata respondeu ao aumento do nível de calcário enquanto a S. guyanensis o fez somente em relação ao nível intermediário, decrescendo o seu rendimento com o aumento do nível deste corretivo. Ambas as espécies responderam bem à aplicação de P e K nos três solos estudados. O aumento do nível de boro provocou a diminuição da produção da S. guyanensis, produzindo sintoma foliar de toxidez. O aumento no nível de P incrementou a concentração de N em ambas as espécies, ao passo que o aumento de K reduziu o teor de N nas duas leguminosas, mas elevou a quantidade de matéria seca.

CUNHA, ALBUQUERQUE & VERDE (1971) observaram em experi

mento com Phaseolus vulgaris, que o fósforo aumentou a produção em mais de 100 %, enquanto o nitrogênio e o potássio não apresentaram aumentos significativos.

ANDREW (1962), cita que a deficiência de fósforo afeta a nodulação e a produção de compostos nitrogenados em leguminosas. Esta afirmação coincide com as observações de LUDECKE (1941), citado por ANDREW (1962), o qual investigando a capacidade dos nódulos em fixar nitrogênio, concluiu que o fósforo estimulava a fixação do N_2 por unidade de peso do tecido nodular. BORBA FILHO (1978), por sua vez, constatou a necessidade de fósforo em feijão-de-corda, para um melhor desempenho da atividade simbiótica.

HUMPHREYS (1967), citado por ROCHA et alii (1971), trabalhando com Stylosanthes humilis e Stylosanthes gracilis verificou que estas leguminosas são muito tolerantes às condições de baixa fertilidade. O autor cita, no entanto, trabalhos realizados pelo CSIRO, na Austrália, que comprovam ter a aplicação de superfosfato à pastagens de S. Humilis proporcionado bons resultados.

LOVADINI & MIYASAKA (1969), estudando a resposta de leguminosas forrageiras à adubação fosfatada, observaram que Stylosanthes e Kudzu tropical tiveram maior capacidade em extrair o fósforo que outras espécies e apresentaram bom desenvolvimento em solos com deficiência do citado elemento.

FALADE (1973), conduzindo ensaio para determinação do efeito do fósforo no crescimento e na composição química de quatro forrageiras tropicais (Centrosema pubescens, C. plumeris, Pueraria phaseoloides, e Stylosanthes gracilis), observou que todas as espécies, com exceção de P. phaseoloides, responderam à aplicação do fósforo. A aplicação deste nutriente gerou um aumento significativo nos teores de K, Ca e Na em

todas as leguminosas estudadas. JONES (1974), por sua vez, constatou em Stylosanthes hamata, S. humilis e S. guianensis, que o fósforo somente incrementou a produção de matéria seca nos tratamentos com nodulação eficiente.

Trabalhando com Stylosanthes humilis, GATES (1974), verificou que a aplicação do fósforo ajudou a iniciação dos nódulos além de estimular significativamente o número, peso de nódulos, matéria seca e teor de nitrogênio total. MCKENZIE (1975) comprovou que a aplicação do fósforo favoreceu o rendimento de matéria seca em Stylosanthes humilis.

Procurando determinar os métodos de estabelecimento de leguminosas forrageiras em campo experimental de Demerval Lobão, a UEPAE - Teresina (1980), encontrou resultados que indicam ter a adubação fosfatada provocado aumento significativo no número de plantas de Stylosanthes hamata cv. Verano, por m², em todas as épocas e métodos de plantio. Conduzindo ensaio nesta unidade de pesquisa, NASCIMENTO (1980), observou que nas diversas épocas em que Stylosanthes hamata cv. Verano foi cortada, o fósforo demonstrou efetiva participação no incremento da produção de matéria seca.

ROBINSON & JONES (1972), conduzindo experimento em casa-de-vegetação para observarem os efeitos do fósforo e enxofre no desenvolvimento de Stylosanthes humilis, constataram que a aplicação destes elementos aumentou substancialmente a produção de matéria seca nesta forrageira, sendo que a deficiência dos nutrientes provocou um atraso de três semanas na floração.

GATES & WILSON (1974), procurando verificar a interação de nitrogênio e fósforo no crescimento e nodulação de Stylosanthes humilis, em solos australianos, verificaram que o fósforo estimulou a nodulação e o crescimento da planta em

qualquer nível de nitrogênio aplicado. A adição de nitrogênio, por sua vez, diminuiu a atividade nodular quando o fósforo foi aplicado até 150 Kg de superfosfato. / ha. No entanto, a aplicação entre 250 a 1.000 Kg/ha se mostrou benéfica. Afirmam ainda, que a combinação balanceada dos dois elementos fertilizantes estimulou a nodulação e a produção da referida leguminosa.

Trabalhando com soja, VIDOR & FREIRE (1970) observaram que o peso de nódulo das plantas apresentou resposta crescente à adição de fósforo, enquanto que para o calcário, a melhor resposta foi na faixa de pH entre 5,5-6,0, sendo que a interação Ca x P não foi significativa.

CARVALHO et alii (1980), trabalhando com seis espécies de Stylosanthes, observaram que todas as leguminosas estudadas tiveram a produção de massa verde aumentada com a aplicação de fósforo e calcário. S. viscosa, S. humilis e S. guyanensis apresentaram melhor resposta que S. hamata, S. fruticosa e S. scabra, quando da aplicação do maior nível de fósforo. Os autores acham pouco provável que o pH por si só possa limitar o crescimento e a nodulação nas seis leguminosas testadas nesse ensaio.

CALTON (1959) afirma que a calagem aumenta a solubilidade do fósforo e molibdênio, mas altera o equilíbrio da vida microbiana do solo, contribuindo, embora a curto prazo, para uma menor disponibilidade destes e outros nutrientes para as plantas. O autor relata, ainda, que o excesso de calcio dificulta a absorção do magnésio e do potássio se o nível destes cátions não for concomitantemente ajustado, diminuindo, conseqüentemente, a produção de leguminosas consorciadas, já que as gramíneas estão melhor equipadas para usar baixo suprimento de potássio. ANDREW & NORRIS (1961), por sua vez, com

parando a resposta: de nove leguminosas ao cálcio, concluíram que as cinco espécies tropicais estudadas revelaram grande habilidade para nodular em níveis mais baixos de cálcio.

Procurando determinar o efeito do pH e cálcio no crescimento de leguminosas forrageiras tropicais, ANDREW & HUTTON (1974) observaram que o rendimento de Stylosanthes hamata foi afetado negativamente pela aplicação do nível mais alto de cálcio. Acreditam os autores que a alta eficiência para extração do cálcio é provalvemente um fator determinante da adaptação desta leguminosa a solos ácidos.

DOBEREINER & ARONOVICHI (1965), citados por MATTOS (1975), pesquisando os efeitos da calagem no rendimento de Centrosema pubescens Benth., verificaram que o uso desta prática eliminou a toxidez do manganês e aumentou em 65 % a quantidade de nitrogênio fixado por esta leguminosa.

Conduzindo experimento de campo, ANDREW (1976) observou que a produção de matéria seca em Stylosanthes humilis foi maior quando da aplicação de doses mais baixas de cálcio. O autor verificou ainda que a nodulação somente foi reduzida em pH inferior a 4,0. CARVALHO et alii (1970), trabalhando com seis leguminosas tropicais, num latossolo vermelho-escuro fase cerrado, constataram que a ausência da calagem determinou em todas leguminosas, diminuição da matéria seca e da fixação do N₂. Entretanto, verificaram que não havia redução no número e no peso médio de nódulos em relação à testemunha. JONES & FREITAS (1970), SPAIN et alii (1975) e MUNNS & FOX (1977), citados por CARVALHO et alii (1980), afirmam que espécies do gênero Stylosanthes, mesmo cultivadas em solos ácidos, muitas vezes têm respondido pobremente à aplicação de calcário.

Para NORRIS, citado por MATTOS (1975), as leguminosas

tropicais podem prosperar e nodular quase normalmente em solos ligeiramente ácidos, não se justificando, por isso, o uso de calagem para corrigir a acidez. O autor relata, ainda, que ligeiras respostas que se tem notado com leguminosas tropicais são provavelmente devidas à liberação temporária de outros nutrientes através da calagem, não sendo o cálcio em si responsável pelo aumento da nodulação e crescimento das leguminosas. Esta afirmativa está em concordância com RUSSEL (1966) o qual constatou que, em regiões tropicais, pode ser obtido adequado crescimento das leguminosas sob condição de baixo teor de cálcio.

PLAYNE, MEGARRITY & FEUVRE (1978), trabalhando com Stylosanthes consorciadas com gramíneas, verificaram que a concentração de cálcio nas leguminosas estudadas foi de 2,2 a 5,2 vezes superior àquela encontrada nas gramíneas. Por sua vez, VARGAS & DOBENEINER (1974), pesquisando os fatores que afetam a simbiose e o desenvolvimento vegetativo de Stylosanthes guyanensis, observaram ser o cálcio necessário ao desenvolvimento nodular e à fixação do nitrogênio.

CARVALHO et alii (1980), relatam, em seu trabalho com seis espécies de Stylosanthes, que em alguns casos a aplicação de calcário em doses muito pequenas para causar apreciáveis mudanças nos níveis de cálcio e alumínio no solo, produzem incrementos apreciáveis no crescimento destas leguminosas, aparentemente devido à redução dos danos do íon H^+ às raízes. Contudo, a pesquisa com Stylosanthes feita por CARVALHO (1978) mostrou que a nodulação é muito mais sensível à toxicidade do alumínio do que o crescimento das raízes. O mesmo autor (1978), citado por ASHER & EDWARDS (1978), relata que, entre seis espécies de Stylosanthes cultivadas em areia sem nitrogênio, a hamata foi a que menos decresceu a produção de-

corrente da toxidez do alumínio.

Vários trabalhos com leguminosas (JONES, FREITAS & QUAGLIATO (1970), FRANÇA, BAHIA FILHO & CARVALHO (1973) e SOARES & VARGAS (1974) indicam que estas plantas respondem acentuadamente à calagem, muito embora não se tenha tido o cuidado de distinguir o efeito do calcário, como corretivo, de seu efeito como fornecedor dos nutrientes cálcio e magnésio. JONES & FREITAS (1970), por sua vez, atentaram para a necessidade da diferenciação, pois pequenas doses de calcário, correspondente a 125 - 250 Kg de Ca/ha, produzem aumentos significativos na produção de leguminosas, ao passo que doses mais elevadas podem provocar diminuição da produção, embora diferente para cada espécie estudada.

Conduzindo experimento em dois latossolos do planalto riograndense, objetivando identificar o efeito da adubação potássica e da calagem na simbiose Rhizobium e Glycine max, BERKERT, VIDOR & FREIRE (1970) observaram que em condições de campo houve efeito benéfico da calagem no rendimento da matéria seca e grãos e na nodulação, não havendo efeito prejudicial marcante do potássio nos tratamentos com calagem. O ensaio em casa-de-vegetação, por sua vez, apresentou efeito prejudicial na nodulação ao nível mais elevado de potássio, e efeito menos marcante da calagem sobre a nodulação e o rendimento, do que no ensaio de campo. GOEPFERT & FREIRE (1973), conduzindo experimento em três latossolos ácidos, constataram que a calagem aumentou a produção de matéria seca e nitrogênio total em feijoeiro comum.

Segundo FREITAS (1969) têm sido poucas as respostas das leguminosas tropicais à aplicação de adubação potássica. Acredita o autor que tal ocorre em virtude da aplicação incorreta deste nutriente, bem como da insuficiência de níveis de

nitrogênio e fósforo, ou ainda, da experimentação em solos com insuficiência de bases, resultando a adição do K em menor disponibilidade de cálcio ou magnésio, anulando, assim, qualquer efeito benéfico que a adição do referido elemento pudesse ter.

FREITAS & FREIRE (1968) verificaram que o molibdênio influenciou na produção de matéria seca, mas não tem efeito na produção de nódulos em Latononis bainesii Baker. MATTOS (1975), por sua vez, constatou que as leguminosas tanto para o eficiente funcionamento do Rhizobium, como na redução do nitrato de amônia - primeira etapa na síntese de proteína - necessitam da presença do molibdênio.

De acordo com HALLSWORTH (1958) o cobre é requerido para a síntese da leghemoglobina, a qual é necessária para o processo de fixação de nitrogênio pelos nódulos. Entretanto, JONES et alii (1969), citados por FREITAS (1969), trabalhando com regossolo de Pirassununga, verificaram que a adição de cobre resultou em decréscimo na produção das quatro leguminosas cultivadas.

QUAGLIATO & JONES (1963), conduzindo experimento em casa-de-vegetação, observaram que das oito leguminosas forrageiras tropicais estudadas, a Stylosanthes gracilis apresentou o maior decréscimo de produção quando o enxofre foi omitido, seguida da centrosema e soja perene.

MATTOS (1970) citado por ROCHA et alii (1971), trabalhando com Stylosanthes, Centrosema pubescens, Galactria striata, soja perene e siratro, verificou que a aplicação de uma dose considerada alta de ácido bórico provocou sintomas que atribuiu à toxidez do boro. QUAGLIATO & JONES (1963), no entanto, encontraram para a soja perene uma redução de 23 % na produção, no tratamento em que o boro foi omitido. DE-POLLI,

SUHET & FRANCO (1976), estudando a resposta da Centrosema pubescens Benth. a seis micronutrientes, em solo podzólico vermelho-amarelo, verificaram que a adição de molibdênio e boro favoreceu tanto ao número quanto ao peso de nódulos produzidos pela estirpe do inoculante, mas diminuiu a nodulação total. A adição de ferro decresceu o peso, o número de nódulos pretos e o número total de nódulos, estimulando, contudo, o crescimento dos mesmos. Segundo os autores a adição de Mo, Fe, Zn, Mn, e B aumentou a fixação do nitrogênio total, com maior resposta para o molibdênio e decrescendo até o boro, sendo que a nodulação e o crescimento das plantas não foram afetados pelo cobre.

WEBER (1966) observou que a quantidade de nitrogênio fixado simbioticamente em soja, decrescia com o incremento de doses do fertilizante nitrogenado aplicado. Peso, número e tamanho dos nódulos, estavam diretamente relacionados com o aumento de nitrogênio fixado, e inversamente correlacionado com o acréscimo de nitrogênio adicionado ao solo.

VASCONCELOS et alii (1977), trabalhando com podzol arenoso do Ceará, verificaram ser desnecessárias a inoculação artificial e a adubação nitrogenada para o feijão-de-corda (Vigna sinensis). VASCONCELOS, PAIVA & FROTA (1974), observaram que a interação do Rhizobium versus adubação nitrogenada moderada na cultura da soja apresentou efeitos favoráveis. Por outro lado, VASCONCELOS & DE PAULA (1975), obtiveram aumento significativo na produção de soja com a prática da inoculação artificial.

PONS & GOEPFERT (1975) verificaram em experimento com Phaseolus vulgaris, utilizando podzólico vermelho-amarelo, que a adubação nitrogenada não produziu acréscimo na produção no primeiro ano, porém foi observado um efeito favorável no se-

gundo ano. O peso seco dos nódulos diminuiu com doses crescentes de nitrogênio empregadas durante os dois anos de ensaio.

GUIMARÃES et alii (1976), conduzindo experimento para verificar o efeito da inoculação da soja com Rhizobium japonicum, constataram um significativo aumento da produção quando comparado à adubação nitrogenada. RUSCHEL & RUSCHEL (1975), em ensaio com feijão-de-corda, verificaram a eficiência da inoculação na fixação do N_2 .

NERY, PERES & DOBEREINER (1976), trabalhando com Stylosanthes guianensis e Centrosema pubescens em casa-de-vegetação, e utilizando solo podzólico vermelho-amarelo, verificaram que os nutrientes na forma de FTE beneficiaram mais as estirpes de Rhizobium inoculadas que as nativas do solo.

DATE & HALLIDAY (1979) desenvolveram no CIAT, métodos efetivos para a seleção de Rhizobium com relação à resistência à acidez. Acreditam que futuramente existirão formas disponíveis de Rhizobium mais resistentes à acidez do que aquelas atualmente empregadas. Segundo DATE, BURT & WILLIAMS (1979) o potencial útil de leguminosas forrageiras depende significativamente da efetividade de seus associados rizóbios. Para que ocorra efetiva associação é necessário que os organismos simbiotes estejam adaptados às condições do solo.

3 - MATERIAL E MÉTODO

3.1 - Solo

O solo utilizado foi coletado na Fazenda Lavoura Seca, município de Quixadá-Ceará. Trata-se de um PLANOSOL SOLÓDICO, segundo levantamento efetuado por MOTA & MOREIRA (1979), cujas características físicas e químicas (TABELA 1), foram determinadas pelo Laboratório de Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. O material foi coletado a uma profundidade de 0 - 30 cm, homogeneizado e peneirado em tamiz de malha com dois mm de abertura.

3.2 - Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Sacos de polietileno, contendo 6 Kg. de terra cada um, funcionaram como parcelas. Foram cuidadosamente perfurados na extremidade inferior para escoamento de água e solução de nutrientes, os quais foram recolhidos através de bacias plásticas e devolvidos à parcela correspondente.

TABELA I - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Fortaleza, Ceará, 1980.

HORIZONTE OU CAMADA		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA %				ARGILA NATURAL %	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL			
Simbolo	Profundidade cm	Areia Grossa 2-0,2	Areia Fina 0,2-0,05	Silte 0,05-0,002	Argila < 0,002					
A _p	0-12	39,2	44,3	10,3	6,2	1,8	AREIA FRANCA			
A ₂₁	12-30	46,1	39,9	9,3	4,7	3,4	AREIA			
A ₂₂	30-45	53,5	38,5	1,2	6,8	3,5	AREIA			
B _{2 t}	45-70	34,6	25,6	10,7	29,1	23,6	FRANCO ARGILO ARENOSO			
DENSIDADE REAL	UMIDADE %		ÁGUA UTIL %	pH (H ₂ O)	CE a 25° C EXT. SAT. mmhos/cm	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	MATÉRIA ORGÂNICA	
	1/3 Atm	15 Atm								
2,61	3,80	1,70	2,10	5,20	0,92	0,741	0,075	9	1,27	
2,68	2,40	1,20	1,20	4,40	0,55	0,218	0,025	8	0,37	
2,61	2,70	1,40	1,30	4,70	0,74	0,019	0,008	11	0,15	
2,68	14,60	19,00	5,60	6,70	0,62	0,091	0,014	6	0,15	
P ASSIMILAVEL mg/100 g	Na %	COMPLEXO SORTIVO mE/100 g de Solo								100 S/T V %
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	T	
0,40	0,85	3,00	2,00	0,31	0,06	5,37	1,65	0,07	7,02	76
0,13	1,23	2,50	1,50	0,12	0,06	4,18	0,66	0,46	4,84	86
0,04	1,55	2,00	1,50	0,09	0,08	3,67	1,48	0,18	5,15	71
0,23	3,10	9,90	4,60	0,16	0,48	15,14	0,33	0,01	15,47	97

3.3 - Correção e adubação

Utilizando-se calcário dolomítico, em quantidade equivalente a 1 t/ha, foi processada a calagem, 30 dias antes da adubação, em todas as parcelas, com exceção das pertencentes à testemunha e naquelas em que se omitiu Ca + Mg.

Na TABELA 2 são mostrados os macronutrientes e seus respectivos fertilizantes utilizados, bem como as quantidades aplicadas em função da análise do solo feita pelo Laboratório de Solos do CCA-UFC.

TABELA 2 - Macronutrientes, seus fertilizantes e doses aplicadas. Fortaleza, Ceará, 1980.

Nutrientes	Fertilizantes	Doses (Kg/ha)
Nitrogênio	$\text{NH}_4 \text{NO}_3$	30 (N)
Fósforo	$\text{Na H}_2 \text{PO}_4$	120 ($\text{P}_2 \text{O}_5$)
Potássio	KHCO_3	50 ($\text{K}_2 \text{O}$)

Os micronutrientes foram aplicados à base de 6 ml / vaso, da seguinte solução, conforme VASCONCELOS, LIMA & ALVES (1975): 15,8 mg de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2 \text{O}$ + 8,9 mg de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2 \text{O}$ + 1,0 mg de $\text{H}_3 \text{BO}_3$ + 0,5 mg de $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2 \text{O}$ + 20 mg de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2 \text{O}$ + 20 mg de ácido cítrico, completada a 1000 ml com água destilada. Foram utilizados juntamente com os macronutrientes.

Após a aplicação dos nutrientes fez-se a homogeneização

do solo nos sacos e procedeu-se o plantio.

3.4 - Semeadura e inoculação

A semeadura foi realizada no dia 1º de outubro de 1980. Foram utilizadas por parcela, cerca de 50 sementes, colhidas e fornecidas em 1980 pela UEPAE-Teresina. Quinze dias depois da germinação, efetuou-se o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso.

Passados onze dias da germinação, foi processada a inoculação, utilizando-se, por planta, 1 ml de uma suspensão com bom crescimento da estirpe UFC-796.50, em Meio Líquido "79" (ALLEN, 1957) com azul de bromotimol, isolada no dia 27 de junho do mesmo ano, de Stylosanthes hamata cv. Verano, no Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia da Universidade Federal do Ceará.

3.5 - Irrigação e colheita

Através de regas diárias, com água destilada, procurou-se manter, durante o decorrer do ensaio, a umidade do solo em torno da capacidade de campo.

A colheita foi feita 60 dias após a germinação, no momento em que todas as plantas se encontravam em plena floração. Efetuou-se o corte das plantas ao nível do colo. Após esta operação os blocos de terra foram imersos em água durante duas horas, para facilitar a remoção das raízes, as quais fo-

ram lavadas cuidadosamente com água corrente sobre peneira com malha de 2 mm. Os nódulos foram, por sua vez, destacados manualmente, um por um, e colocados em placas de Petri..

3.6 - Preparo e análise do material

Após a contagem dos nódulos, todo o material colhido (nódulos e parte aérea) foi secado durante 72 horas, em estufa, a uma temperatura de 65° C e, em seguida, pesado. A parte aérea das plantas foi moída e colocada em pequenos sacos plásticos, hermeticamente fechados, e levada ao Laboratório de Solos do CCA, para determinação do nitrogênio total, pelo método de KJELDAHL, citado por CHAPMAN & PRATT, (1961).

3.7 - Procedimento estatístico

Os tratamentos, representados por 2 níveis de inoculação (ausência e presença) e 8 tipos de adubação (TABELA 3), foram arranjados num fatorial $2 \times 8 = 16$ tratamentos, delineados em blocos casualizados, com 3 repetições.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente segundo os modelos convencionais citados por ALBURQUERQUE, (1975). Os contrastes entre as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível fiducial de 5 % de probabilidade.

A nodulação (número e peso seco dos nódulos), o desenvolvimento das plantas (peso seco da parte aérea) e o teor de

nitrogênio da parte aérea foram considerados e utilizados como parâmetros na avaliação da fixação do N_2 .

TABELA 3 - Adubações e tratamentos utilizados. Fortaleza, Ceará, 1980.

A D U B A Ç Õ E S	TRATAMENTOS
A - Testemunha (sem adubação)	A i - A ni
B - Completa (N, P, K, Ca, Mg, e micronutrientes).	B i - B ni
C - Completa - N	C i - C ni
D - Completa - P	D i - D ni
E - Completa - K	E i - E ni
F - Completa - (Ca + Mg)	F i - F ni
G - Completa - Micronutrientes	G i - G ni
H - Completa - Mo	H i - H ni

i - inoculado

ni - não inoculado

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Número de nódulos

Os valores referentes ao número de nódulos são apresentados na TABELA 4. e FIGURA 1.

A análise de variância (TABELA 5), revelou diferenças significativas para a inoculação e adubação.

Pelo exame da TABELA 4, observa-se que a inoculação favoreceu a nodulação, no que diz respeito ao parâmetro em estudo. Os resultados encontrados conflitam com os obtidos por RUSCHEL & RUSCHEL (1975), VASCONCELOS et alii (1977) e BORBA FILHO (1978), e concordam, no entanto, com os de VASCONCELOS & DE PAULA (1975).

De outra parte, verificou-se que a fertilização afetou a nodulação. Assim, o menor número de nódulos foi registrado para a adubação em que houve a omissão do fósforo, tanto na presença quanto na ausência da inoculação. Resultados semelhantes foram alcançados por EIRA, ALMEIDA & SILVA (1972), com Stylosanthes gracilis, GATES (1974) e GATES & WILSON (1974) em trabalhos com Stylosanthes humilis.

Dada sua ausência, pode-se admitir que o fósforo desempenha importante papel no processo de formação dos nódulos, atuando em diversas reações bioquímicas, notadamente naquelas ligadas a respiração, que por sua vez promovem o armazenamento, transporte e utilização de energia, fundamental a qualquer mecanismo metabólico. Ficou evidenciado que em virtude de seu baixo nível em fósforo-0.40 mg/100g na camada com maior teor do elemento - o solo utilizado necessita de adubação

TABELA 4 - Número médio de nódulos em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, 1980.

Adubações	Inoculação				Média
	Ausência		Presença		
	Número	% T	Número	% T	
A (Testemunha)	280	100,0	338	100,0	309
B (Completa)	211	75,3	242	71,6	226
C (Completa - N)	258	92,1	371	109,7	315
D (Completa - P)	144	51,4	142	42,0	143
E (Completa - K)	357	127,5	475	140,5	416
F (Completa - (Ca + Mg))	454	162,1	410	121,3	432
G (Completa - Micronutrientes)	234	83,5	480	142,0	357
H (Completa - Mo)	397	141,7	458	135,5	427
Média	292	-	364	-	328

fosfatada, para proporcionar a forrageira em estudo uma nodulação satisfatória. A aplicação do teste de Tukey (TABELA 6) mostra que a adubação D (Completa menos P) diferiu significativamente, ao nível de 5 % de probabilidade quando comparada a todas as demais adubações.

TABELA 5 - Análise de variância relativa ao número de nódulos em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Blocos	2	33.073	16.536	1,37 n. s.
Tratamentos	15	592.812	39.512	3,29 *
Inoculação	1	63.292	63.292	5,27 *
Adubação	7	446.511	63.787	5,31 *
Interação	7	83.009	11.858	0,98 n. s.
Resíduo	30	360.159	12.005	

* significativo ao nível de 5 % de probabilidade

n.s. - não significativo

Examinando-se ainda a TABELA 4 constata-se que as adubações F (Completa menos Ca + Mg), E (Completa menos K) e H (Completa menos Mo), comportaram-se semelhantemente, não afetando a produção de nódulos, o que vem indicar ser desnecessária a aplicação de Ca + Mg, K e Mo na fertilização de Stylosanthes hamata, cv. Verano, para a formação de nódulos, pelo menos nas condições em que o experimento foi conduzido. Estas adubações diferiram significativamente de todas as demais, quando comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade (TABELA 6), com exceção da adubação H versus F.

TABELA 6 - Teste de Tukey aplicado ao número de nódulos em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

		F	H	E	G	C	A	B
		432,33	427,66	416,66	357,33	314,83	309,50	227,00
D	143,16	289,17+	284,50+	273,50+	214,17+	171,67+	166,34+	83,84+
B	227,00	205,33+	200,66+	189,66+	130,33+	87,83+	82,50+	
A	309,50	122,83+	118,16+	107,16+	47,83	5,33		
C	314,83	117,50+	112,83+	101,83+	42,50+			
G	357,33	75,00+	70,33+	59,33+				
E	416,66	15,67+	11,00+					
H	427,66	4,67						

+ - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

$$\Delta = 6,48$$

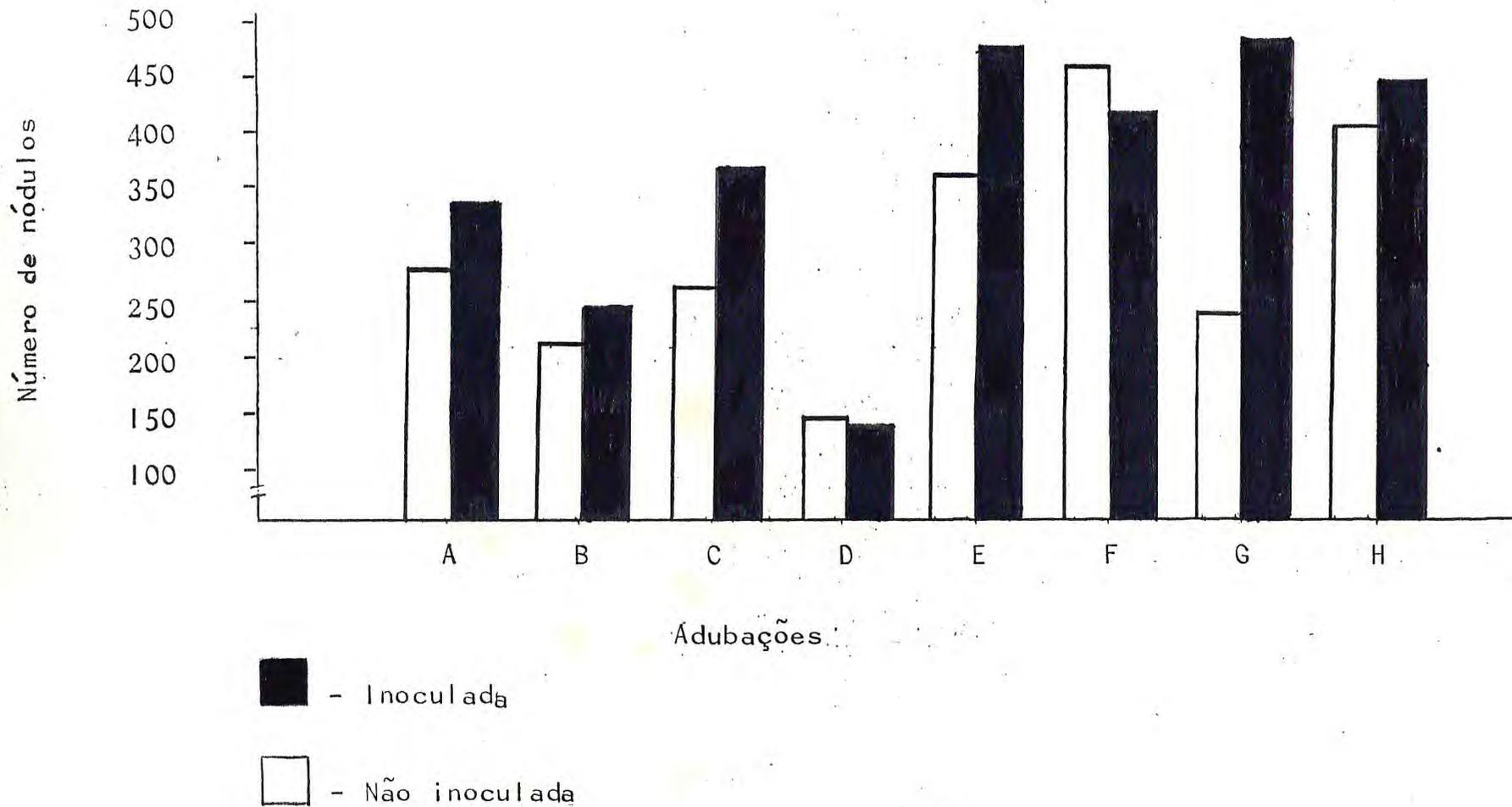


FIGURA 1 - Número de nódulos em relação à inoculação e adubação em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano, Fortaleza, Ceará, 1980.

Diante do que foi dado a analisar, pode-se deduzir que o fósforo foi o único nutriente cuja omissão, em ambos os tratamentos, influenciou negativamente no número de nódulos da leguminosa estudada.

A ausência de Ca + Mg, por sua vez, não afetou o mecanismo de formação de nódulos, o mesmo ocorrendo com relação aos tratamentos C ni e G ni, onde nitrogênio e micronutrientes estiveram respectivamente ausentes. Admite-se que a acidez do solo não foi fator limitante, pois como bem sintetizou NORRIS (1958), citado por MATTOS (1975), "não há justificativa para propor que as leguminosas tropicais precisem de calagem porque o solo é ácido, pois são capazes de prosperar e nodular em solos nitidamente ácidos". JONES & FREITAS (1970), SPAIN et alii (1975) e MUNNS & FOX (1977), citados por CARVALHO et alii (1980), corroboram com estes resultados ao afirmarem que espécies do gênero Stylosanthes mesmo cultivadas em solos ácidos, muitas vezes têm respondido pobremente à aplicação de calcário. ANDREW & HUTTON (1974) acreditam que o fator determinante da adaptação de Stylosanthes hamata a solos ácidos é a alta eficiência para extração do cálcio necessário. Segundo ROCHA et alii (1971), o molibdênio é essencial para o eficiente funcionamento do Rhizobium. Mesmo assim, a ausência deste nutriente não afetou a nodulação, o mesmo acontecendo com o potássio, cujo nível no solo - 0,31 mE/100 g na camada com maior teor do elemento - é considerado alto sobre o ponto de vista de fertilidade do solo.

4.2 - Peso seco de nódulos

TABELA 7 - Peso seco médio de nódulos em *Stylosanthes hamata*, (L.) Taub. cv. Verano e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, 1980.

Adubações	Inoculação				Média
	Ausência		Presença		
	Peso (mg)	%	Peso (mg)	%	
A (Testemunha)	56	100,0	87	100,0	72
B (Completa)	37	66,0	42	48,2	39
C (Completa - N)	52	92,8	72	82,7	62
D (Completa - P)	21	37,5	29	33,3	25
E (Completa - K)	69	123,2	104	119,5	87
F (Completa - (Ca + Mg))	88	157,1	89	102,2	88
G (Completa - Micronutrientes)	41	73,2	101	116,1	71
H (Completa - Mo)	108	192,8	117	134,4	113
Média	59	-	80	-	70

Na TABELA 7 e FIGURA 2 são apresentados os resultados referentes ao peso seco de nódulos.

A inoculação e adubação revelaram diferenças significativas através da análise de variância (TABELA 8).

Observando-se a TABELA 7, evidencia-se que todas as adubações proporcionaram, na presença da inoculação, maior peso seco de nódulos. Estas observações concordam com as obtidas por VASCONCELOS & DE PAULA (1975), com soja, discordando, no entanto, daquelas conseguidas por EDYE & FIELD (1976) em experimento com Stylosanthes hamata cv. Verano.

TABELA 8 - Análise de variância relativa ao peso seco de nódulos em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Blocos	2	619,62	309,81	0,44 n. s.
Tratamentos	15	42.120,66	2.808,04	4,02 *
Inoculação	1	5.334,08	5.334,08	7,64 *
Adubação	7	32.643,00	4.663,28	6,68 *
Interação	7	4.143,58	591,94	0,84 n. s.
Resíduo	30	20.925,72	697,52	

*-significativo ao nível de 5% de probabilidade

n.s.- não significativo

A respeito da fertilização, observou-se que os adubos tiveram efeitos diversos sobre o peso seco dos nódulos.

O fósforo foi o elemento que mais limitou a produção

TABELA 9 - Teste de Tukey aplicado ao peso seco de nódulos em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

		H	F	E	A	G	C	B
		112,33	88,66	86,66	71,33	70,66	61,83	39,50
D	25,00	87,33+	63,66+	61,66+	46,33	45,66	36,83	14,50
B	39,50	72,83+	49,16	47,16	31,83	31,16	22,33	
C	61,83	50,50+	26,83	24,83	9,50	8,83		
G	70,66	41,67	18,00	16,00	0,67			
A	71,33	41,00	17,33	15,33				
E	86,66	25,67	2,00					
F	88,66	23,67						

+ - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

$$\Delta = 49,78$$

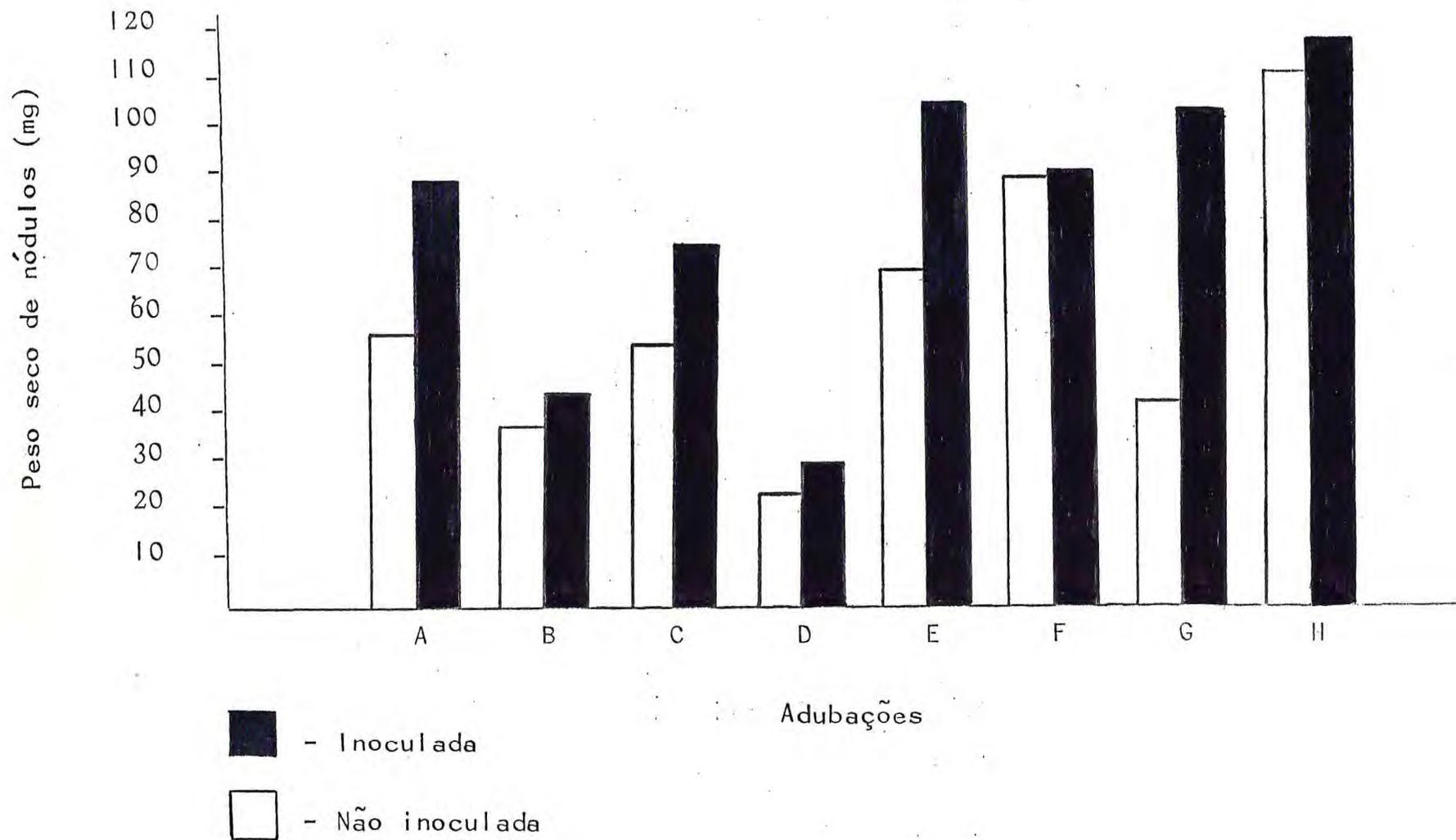


FIGURA 2 - Peso seco de nódulo em relação à inoculação e adubação em Stylosanthes hamata, (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

de massa nodular, uma vez que os tratamentos D i e D ni alcançaram os menores valores para este parâmetro. GATES (1974) e GATES & WILSON (1974), encontraram resultados semelhantes com Stylosanthes humilis. A adubação D (completa menos P) quando comparada estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade (TABELA 9), diferiu significativamente de H (completa menos Mo), F (completa menos Ca + Mg) e F (completa menos K), levando a deduzir que Ca + Mg, K e Mo comportaram-se diferentemente do fósforo, haja visto que a ausência daqueles elementos não promoveram o decréscimo do peso seco dos nódulos.

Quanto aos efeitos produzidos pela omissão de K e Mo, acredita-se que as plantas não foram afetadas pela ausência destes elementos, em virtude de, possivelmente, se encontrarem no solo em quantidades e formas suficientes ao desenvolvimento normal dos nódulos, muito embora, FREITAS & FREIRE (1968) tenham encontrado em Latononis bainesii Baker resultados semelhantes ao efeito do molibdênio e FREITAS (1969) afirmou que as respostas obtidas com a adição do potássio têm sido pequenas, mesmo em solos com reservas relativamente baixas deste nutriente.

As adubações quando comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade, mostram que, enquanto D evidenciou diferenças significativas em relação a E, F e H, a considerada completa (B) foi significativa (embora com produção inferior) em relação apenas a H, o mesmo ocorrendo entre esta e C. As demais comparações não apresentam significância ao nível da probabilidade utilizada.

Conforme os dados apresentados, a inoculação influenciou significativamente a nodulação, no que se refere ao peso seco dos nódulos. A ausência do fósforo reduziu consideravel

mente a nodulação vista por este parâmetro, ao passo que a omissão de Ca + Mg, K e Mo não afetou o mecanismo de formação nodular. As adubações sem nitrogênio (C) e micronutrientes (G) apresentaram, para peso seco de nódulos, valores inferiores àqueles encontrados para a testemunha, embora nenhuma adubação tenha revelado diferenças significativas em relação a testemunha. Desta forma é possível constatar que a ausência de nitrogênio provocou na produção da massa nodular valores inferiores aos atingidos pela testemunha. Valores também inferiores aos revelados pela testemunha, foram apresentados pela adubação completa, o que não era o esperado, difícil de ser explicado e atribuído a fatores incontrolláveis.

4.3 - Peso seco da parte aérea

Na TABELA 10 e na FIGURA 3 são apresentados os resultados referentes ao peso seco da parte aérea.

A análise de variância (TABELA 12) revelou diferenças significativas para adubações.

Pelo o exame da TABELA 10, evidencia-se que o fósforo, a exemplo do que ocorreu com a nodulação, foi o elemento que mais limitou a produção de massa seca da parte aérea da planta, pois a adubação em que este elemento esteve ausente apresentou os menores valores, quer na ausência quer na presença da inoculação, ou quando se considerou o valor médio de ambos (ausência e presença), confirmando, assim, os resultados obtidos por JONES (1974), GATES (1974), GATES & WILSON (1974), MCKENZIE (1975) com Stylosanthes humilis e NASCIMENTO (1980) trabalhando com Stylosanthes hamata cv. Verano.

TABELA 10 - Peso seco médio da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Vera no e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, 1980.

Adubações	Inoculação				Média
	Ausência		Presença		
	Peso (gr)	% T	Peso (gr)	% T	
A (Testemunha)	2,80	100,00	2,73	100,00	2,76
B (Completa)	4,16	148,57	3,76	137,72	3,96
C (Completa - N)	3,76	134,28	3,45	126,37	3,60
D (Completa - P)	2,73	97,50	2,38	87,17	2,55
E (Completa - K)	3,85	137,50	3,73	136,63	3,79
F (Completa -(Ca+Mg))	3,43	122,50	3,38	123,80	3,40
G (Completa - Micronutrientes)	3,16	112,85	3,71	135,89	3,43
H (Completa - Mo)	4,26	152,14	3,70	135,53	3,98
Média	3,51	-	3,35	-	3,43

TABELA II - Análise de variância relativa ao peso seco da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

Causas da variação	G.L	S.Q.	Q.M.	F.
Blocos	2	1,21	0,60	2,42 n. s.
Tratamentos	15	13,28	0,88	3,52 *
Inoculação	1	0,33	0,33	1,32 n. s.
Adubação	7	11,74	1,67	6,68 *
Interação	7	1,21	0,17	0,68 n. s.
Resíduo	30	7,66	0,25	

* - significativo ao nível de 5 % de probabilidade

n. s - não significativo.

As comparações entre adubações pelo teste de Tukey mostrou que a testemunha (A) diferiu significativamente de B, E e H, sendo que a adubação D, responsável pela menor produção, apresentou diferenças significativas com B, C, E e H. Todas as demais comparações não apresentaram significância ao nível da probabilidade utilizada.

Analisando-se ainda a TABELA 12, verifica-se que apesar de não diferirem de B, as adubações em que micronutrientes, Ca + Mg e N foram respectivamente omitidos, alcançaram valores de peso seco, que comparados com o obtido pela testemunha não se mostraram significativos. Constata-se, então, que a ausência destes elementos nutrientes foi prejudicial à produção de matéria seca da parte aérea.

TABELA 12 - Teste deTúkey aplicado ao peso seco da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.)
 Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

		H	B	E	C	G	F	A
		3,98	3,96	3,79	3,60	3,44	3,40	2,76
D	2,55	1,43+	1,41+	1,24+	1,05+	0,89	0,85	0,21
A	2,76	1,22+	1,20+	1,03+	0,84	0,68	0,64	
F	3,40	0,58	0,56	0,39	0,20	0,04		
G	3,44	0,54	0,52	0,35	0,16			
C	3,60	0,38	0,36	0,19				
E	3,79	0,19	0,17					
B	3,96	0,02						

+ - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

$\Delta = 0,94$

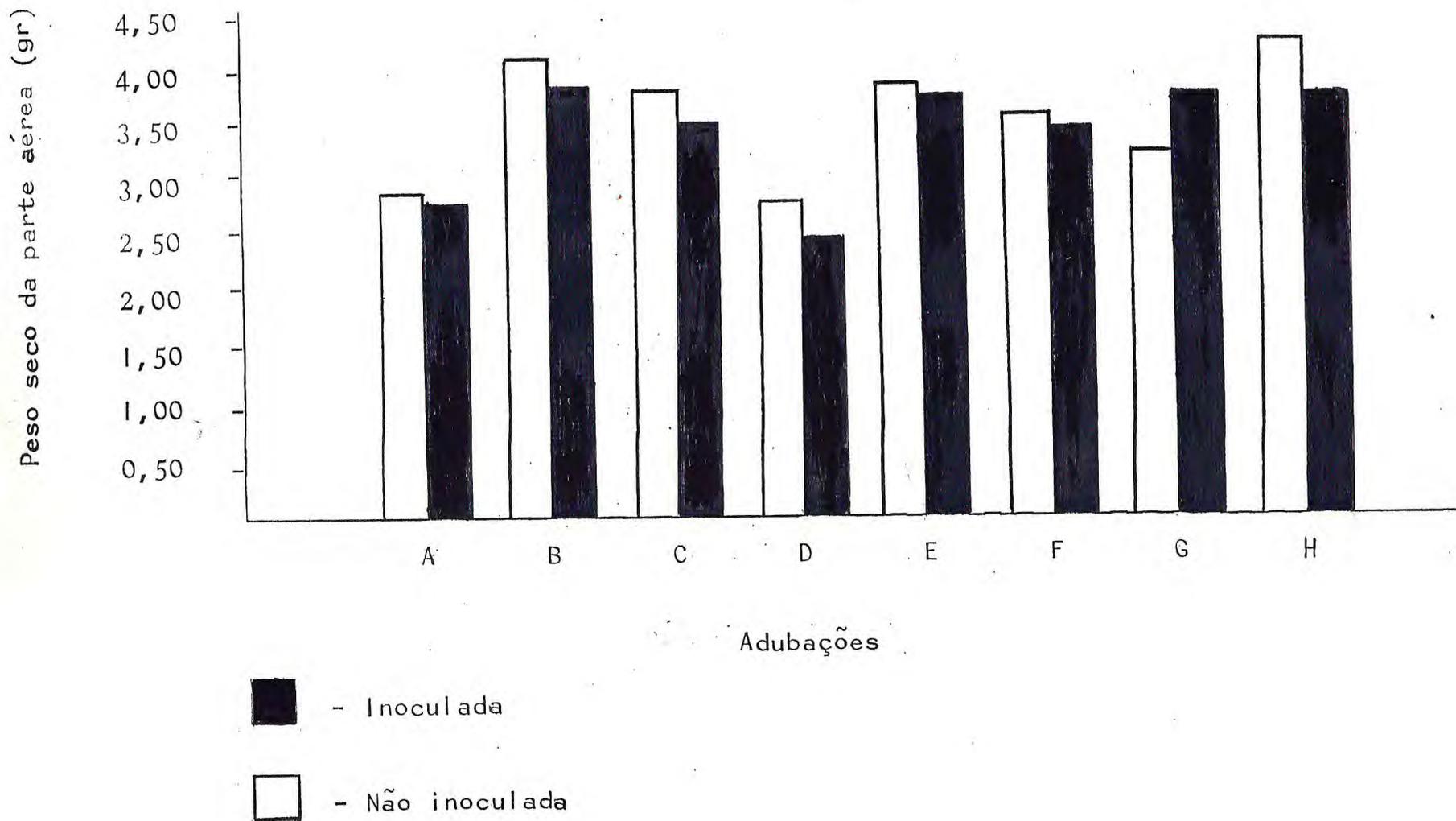


FIGURA 3 - Peso seco da parte aérea em relação à inoculação e adubação em Stylosanthes ha mata (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

Diante do que foi apresentado, verifica-se que a inoculação não beneficiou a produção de matéria seca da parte aérea da planta. Por outro lado, a ausência de Ca + Mg afetou as plantas, no mecanismo de síntese do material celular de sua parte aérea. A supressão de micronutrientes e N, por sua vez, também afetou, separadamente, a produção de matéria seca da parte aérea, concordando, em termos de nitrogênio, com VASCONCELOS, PAIVA & FROTA (1974), que recomendam a aplicação de 30 Kg de N/ha para as situações semelhantes às do seu experimento com soja, quantidade considerada necessária ao solo em estudo, para proporcionar à Stylosanthes hamata cv. Verano, um rendimento satisfatório. O fato verificado é muito provavelmente devido a utilização, por parte das leguminosas, de nitrogênio do solo, antes de, juntamente com seu associado Rhizobium, encontrarem-se fisiologicamente em condições de fixar o nitrogênio atmosférico.

4.4 - Nitrogênio total da parte aérea

Os valores referentes ao nitrogênio total são apresentados na TABELA 13 e FIGURA 4.

A análise de variância (TABELA 14) revelou diferenças significativas para adubação.

Observando-se a TABELA 13 e FIGURA 4 nota-se que a adubação completa (B) e a testemunha (A) foram, respectivamente, as que alcançaram o maior e o menor teor de nitrogênio total da parte aérea das plantas examinadas.

As comparações feitas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (TABELA 15), mostraram que a testemu-

TABELA 13 - Nitrogênio total médio da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, 1980.

Adubações	Inoculação				Média
	Ausência		Presença		
	N Total (mg)	% T	N Total (mg)	% T	
A (Testemunha)	76,50	100,00	90,79	100,00	83,64
B (Completa)	136,94	179,00	143,18	157,70	140,06
C (Completa - N)	100,07	130,81	114,08	125,65	107,07
D (Completa - P)	81,51	106,59	91,54	100,82	86,52
E (Completa - K)	124,02	162,11	122,80	135,20	123,41
F (Completa - (Ca + Mg))	100,26	131,05	112,14	123,51	106,20
G (Completa - Micronutrientes)	112,01	146,41	101,75	112,07	106,38
H (Completa - Mo)	104,06	136,02	130,36	143,60	117,21
Média	104,42	-	113,33	-	108,87

TABELA 14 - Análise de variância do nitrogênio total da parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano Fortaleza, Ceará, 1980:

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
Blocos	2	1.727,74	863,87	3,05 n. s.
Tratamentos	15	16.643,04	1.109,53	3,92 *
Inoculação	1	952,83	952,83	3,37 n. s.
Adubação	7	14.422,41	2.060,34	7,29 *
Interação	7	1.267,80	181,11	0,64 n. s.
Resíduo	30	8.471,97	282,40	

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

n.s - não significativo

na (A) diferiu significativamente de B, E e H. A adubação completa (B), por seu lado, além de apresentar significância estatística quando comparada a A, também o fez em relação a C, D, F e G. Além destas, somente as comparações D versus E e D versus H revelaram diferenças significativas ao nível da probabilidade considerada.

Diante do que foi exposto, nota-se que a inoculação, embora tenha beneficiado o processo de formação nodular, não o fez em relação à fixação do nitrogênio atmosférico em Stylosanthes hamata cv. Verano, considerando-se a não significância da inoculação para o teor de nitrogênio total da parte aérea, parâmetro que parece ser o mais adequado na avaliação da fixação do N₂. Estes resultados levam a crer que os rizóbios inoculados apresentaram poder de competição com bacteri-

TABELA 15 - Teste de Tukey aplicado ao nitrogênio total de parte aérea em Stylosanthes hamata (L.) Taub. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

		B	E	H	C	G	F	D
		140,06	123,41	117,22	107,07	106,88	106,20	86,52
A	83,64	56,42+	39,77+	33,58+	23,43	23,24	22,56	2,88
D	86,52	53,54+	36,89+	30,70+	20,55	20,36	19,68	
F	106,20	33,86+	17,21	11,02	0,87	0,68		
G	106,88	33,18+	16,53	10,34	0,19			
C	107,07	32,99+	16,34	10,15				
H	117,22	22,84	6,19					
E	123,41	16,65						

+ - Significativo ao nível de 5% de probabilidade

Δ = 31,64

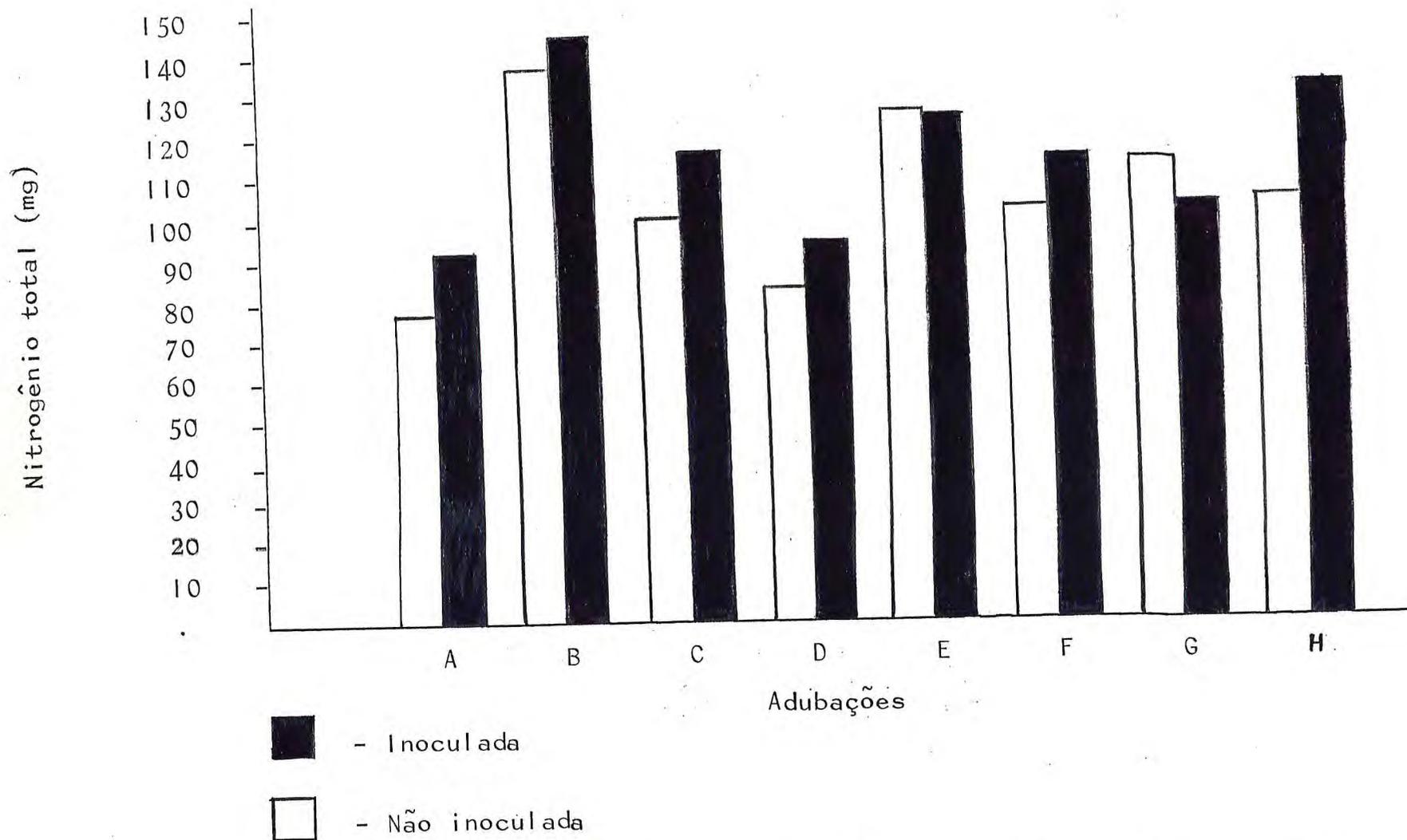


FIGURA 4 - Nitrogênio total da parte aérea em relação à inoculação e adubação em *Stylosanthes hamata* (L.) Taub. cv. Verano. Fortaleza, Ceará, 1980.

as nativas, muito embora este poder não se tenha feito notar com relação à fixação do N_2 . Estes resultados podem ser explicados através de DATE, BURT & WILLIAMS (1979), ao afirmarem que "para uma efetiva associação é necessário que os organismos simbiotes estejam adaptados às condições do solo", o que provavelmente não ocorreu, uma vez que a estirpe UFC. - 796. 50, foi isolada de plantas inoculadas através de um produto comercial proveniente do Estado do Paraná, não apresentando, portanto, efetividade nas condições do solo do Ceará, usado no experimento.

Observando-se os efeitos da fertilização deduz-se que a ausência de P, Ca + Mg, micronutrientes e N, provocou um efeito depressivo no processo de fixação do nitrogênio atmosférico, a julgar pelo baixo teor de nitrogênio total da parte aérea nos tratamentos em que aqueles elementos foram omitidos. GATES (1974) confirma com Stylosanthes humilis os resultados obtidos para o efeito do fósforo. A ausência de Mo e K, por sua vez, separadamente, não afetou as plantas no seu mecanismo de fixação do N_2 , considerando o teor total deste elemento nos tecidos de sua parte aérea.

5 - CONCLUSÕES

O exame conjunto dos resultados do presente trabalho permitiu ao autor tirar as seguintes conclusões:

- A inoculação de rizóbios em Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano, em planosol solódico do Estado do Ceará, não exerceu influência significativa na fixação simbiótica do N_2 .

- A fixação do nitrogênio não se mostrou relacionada com o peso e número de nódulos, considerando ser o teor total deste elemento na parte aérea, a variável mais adequada para a avaliação deste processo fisiológico.

- O fósforo foi o elemento nutriente mais importante, pois permitiu um melhor desempenho da atividade simbiótica.

- A ausência de potássio e molibdênio, não afetou a fixação do nitrogênio, a julgar pelos resultados obtidos.

- O nitrogênio, nas condições em que o experimento foi conduzido, fez-se necessário ao mecanismo de fixação do N_2 .

- A omissão de Ca + Mg e de micronutrientes não afetou o desenvolvimento nodular, embora o tenha feito com relação ao peso seco e ao teor de nitrogênio total da parte aérea.

6 - ABSTRACT

This research had the purpose of studying the nutrition effects on the symbiotic fixation of atmospheric Nitrogen, with Stylosanthes hamata (L.) Taub. cv. Verano, in Solodic Planosol of Ceará State, Brasil.

The study was done in greenhouse of the Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. The design of the experiment was random blocks arranged in a 2 x 8 factorial, in which was used eight combinations of fertilizing elements and three replications, with inoculations and not inoculated. It was tested the effects of inoculation, liming, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, micronutrients and only Molibdenium.

The experiment was seeded on October, 1st, 1980, thirty days after liming. Inoculation, thin and harvest were on the 11th, 15th and 60th day after sprouting. Nodulation (number and dry weight of nodules), plant growth (dry weight of plant aerial parts) and total Nitrogen content of aerial parts were observed to evaluate the symbiotic fixation of N₂.

The obtained results allowed to conclude that Rhizobium inoculation had not a significant influence on the N₂ fixation, as well as Potassium and Molibdenium did not influence. Although Ca + Mg and micronutrients were not necessary to the nodule growth mechanism, the same did not held in relation to dry weight and Nitrogen content of aerial parts. Phosphorus was the most important nutrient, essential to the symbiotic fixation of atmospheric Nitrogen of the studied legume; Nitrogen was necessary to the symbiotic process under conditions observed in this study.

7. LITERATURA CITADA

- ALLEN, O. N. Experiments in Soil Bacteriology. 3. ed. Minneapolis, Burgess Publishing Co., 1957. 117 p.
- ALBUQUERQUE, J. J. L. Estatística Experimental. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará - Centro de Ciências Agrárias - Departamento de Estatística e Matemática Aplicada. 1975. 92 p. (mimeografado).
- ALCÂNTARA, P. B. & BUFARAH, M. Plantas forrageiras; gramíneas e leguminosas. São Paulo, Nobel, 1979. 150 p.
- ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. 2. ed. New York, John Wiley, 1977. 467 p.
- ANDREW, C. S. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: A review of nitrogen in the tropics with particular referene to pastures. Bull. 46, Cammenw. Bur. Past. Field Crops., Hurley Berkshire, 1962. p. 130-46.
- _____ Effect of calcium, pH and nitrogen on the growth and chemical composition of some tropical and temperate pastures legumes. Australian Journal of Agricultural Research, 27: 611 - 23, 1966.
- _____ & NORRIS, D. O. Comparative responses to calcium of five tropical and four temperate pasture legumes species. J. Agric. Res. Aust., 12: 40-55, 1961.
- _____ & HUTTON, E. M. Effect of pH and calcium on the

- growth of tropical pastures legumes. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 12 nd., Moscow, Rússia, 1974.
- ASHER, C. J. & EDWARDS, D. G. Relevance of dilute solutions culture studies to problems of low fertility tropical soils. In: ANDREW, C. S. & KAMPRATH, E. J. ed. Mineral nutrition of legumes in tropical and subtropical soils; proceedings of a workshop. Melbourne, CSIRO, 1978. p. 131-52.
- BORBA FILHO, A. B. Efeitos da fertilização e da inoculação na fixação simbiótica do nitrogênio pelo feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Universidade Federal do Ceará, 1978. 50 p. Tese M. S.
- BERKERT, C. M.; VIDOR, C. & FREIRE, J. R. J. Informe preliminar sobre efeito de adubação potássica e da calagem na simbiose Rhizobium e Glycine max em latossolo no Planalto do Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM 5, Rio de Janeiro, 1970. p. 176 - 82.
- CALTON, E. E. Generalizations on some Tanganyica soil data. J. Soil Sci. 10:169-76, 1959.
- CARVALHO, M. M.; FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. C. & MOZZER, O. L. Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um latosol vermelho escuro, fase cerrado. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária Centro Sul, 1970. p. 109-20.
-
- A comparative study of the responses of six *Stylosanthes* species to acid soil factors with particular reference to aluminium. University of Queensland, 1978, 298 p. Ph. D. Thesis.

- CARVALHO, M. M.; ANDREW, C. C.; EDWARDS, D. G. & ASHER, C. J. Comparative performance of six Stylosanthes species in three acid soil. Aust. J. Agric. Res., 31 (1); 61-76, 1980.
- CHAPAMAN, H. D. & PRATT, P. T. Methods of analysis for soil, plant and waters. University of California. Division of Agricultural Sciences, 1961. p. 150-74.
- CRISÓSTOMO, L. A. & ALBUQUERQUE, J. J. L. Nutrição Mineral do siratro, Phaseolus atropurpureus D. C., em quatro tipos de solos no Ceará. Ciênc. Agron., Fortaleza, 1 (2) 109-14, 1971.
- CSIRO. The continuing stylo story. Rural Research, 95:19-12, 1977.
- CUNHA, L. G. C.; ALBUQUERQUE J. J. L. & VERDE, N. G. L. Adubação mineral em feijão (Phaseolus vulgaris L.) na Serra da Ibiapaba - Ceará. Ciênc. Agron., Fortaleza 1 (2): 109-14, 1971.
- DATE, R. A.; BURT, R. L. & WILLIAMS, W. T. Affinities between various Stylosanthes species as shown by Rhizobial, soil pH and geographic relationships. Agro-Ecosystems, 5:57-67, 1979.
- _____ & HALLIDAY, J. Selecting Rhizobium for acid infertile soils of the tropics. Nature, 277 (5.691): 62 - 4, 1979.
- DE-POLLI, H.; SUHET, A. R & FRANCO, A. A. Micronutriente limitando a fixação do nitrogênio atmosférico e produção de Centrosema pubescens Benth. em solo podzólico vermelho amarelo. In: CONG. BRAS. CIÊN. do SOLO, 15, Campinas, Anais. Campinas, SBCS, 1976. p. 151-6.

- DOBEREINER, J. Inoculação cruzada e eficiência na simbiose de leguminosas tropicais. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DE PESQUISA COM LEGUMINOSAS TROPICAIS, Rio de Janeiro, 1970. As leguminosas na agricultura tropical. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Sul, 1971. p. 181-92.
- EDYE, L. A. & FIELD, J. B. Comparison of some Stylosanthes species at three sites in Central Queensland. Aust. J. Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 16 (82): 715-22, 1976.
- _____ & CAMERON, D. F. Comparison of some Stylosanthes species in the dry tropics of Queensland. Aust. J. of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 15:655 - 62, 1975.
- EIRA, P. A.; ALMEIDA, D. L. & SILVA, W. C. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosa forrageiras em um solo pdzólico vermelho amarelo. Pesq. Agropecuária, Bras., Sér. Agron. Rio de Janeiro, 7: 185 - 92, 1972.
- FALADE, J. A. Effect of phosphorus on the growth and mineral composition of four tropical forrage legumes. Journal of the Science of Food and Agriculture. 24 (7): 995 - 802, 1973.
- FERREIRA, M. B. & COSTA, N. M. S. Stylosanthes hamata (L.) Taub. Verh. Bot. Brand. 32:22. 1980. In. O gênero Stylosanthes sw. no Brasil. Belo Horizonte, EPAMING, 1979. p. 31-2.
- FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. C. & CARVALHO, M. M. Estudo da influência do Mg, Mo, Zn, e calagem na fixação simbió-

- tica do nitrogênio atmosférico na soja perene var. Tinaroo (Glycine javanica L.) em solo de cerrado. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Vitória, 1971. Anais. Rio de Janeiro, SCCS. 1973. p. 47-8.
- FRANÇA G. E. & CARVALHO, M. M. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. Pesq. Agrop. Bras., Rio de Janeiro, 5:147-153, 1970.
- FRANCO, A. A. & DOBEREINER, J. Especificidade hospedeira na simbiose com Rhizobium - feijão e influência de diferentes nutrientes. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro 2: 467-74, 1967.
- FREITAS, L. M. M. Nutrição de leguminosas forrageiras tropicais. Nova Odessa, I ETCS Leguminosas forrageiras. (apostila) 1969.
- _____ & FREIRE, J. R. J. Influência da pilulação, calagem e do molibdênio na produção e nodulação de Latonia Bainesii Baker. In REUNIÃO LATINO AMERICANO SOBRE INOCULANTES PARA LEGUMINOSAS, 4, Porto Alegre, Brasil, 1968. Anais. Porto Alegre, Secretaria de Agricultura, Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRGS, 1968. p. 135 - 52.
- GATES, C. T. Nodule and plant development in Stylosanthes humilis H. B. R. symbiotic response to phosphorus and sulfur. Australian Journal of Botany, 22: 45 - 55, 1974.
- _____ & WILSON, J. R. The interaction nitrogen and phosphorus on the growth, nutrient status and nodulation of Stylosanthes humilis H.B.R. (Townsville stylo). Plant and Soil, 41 (2): 325-33, 1974.
- GOEPFERT, C. F. Experimento com nitrogênio e fósforo em cinco cultivares de feijoeiro. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE

- RHIZOBIUM, 5, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária Centro Sul, 1970. p. 186 - 192.
- GOEPFERT, C. F. & FREIRE, J. R. J. Influência da aração do solo e da calagem sobre o feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em três solos ácidos do Rio Grande do Sul. Agron. Sulrio-grandense, Porto Alegre, 9 (2): 143-9, 1973.
- GUIMARÃES, J. A. P.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.; NOVAIS, R. F.; BRAGA, J. M. & BRANDÃO, S. S. Resposta da soja à fertilização nitrogenada, em três localidades de Minas Gerais. Experimentiae, Viçosa, 21 (5): 101-19, 1976.
- HALLSWORTH, E. G. Nutrition of the legumes. In: Nutritional factors affecting nodulation. New York, Academic Press, 1958. p. 183 - 201.
- JONES, M. B. & FREITAS, L. M. M. Resposta de quatro leguminosas tropicais à fósforo, potássio e cálcio num latossolo vermelho amarelo de campo cerrado. Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, 5: 91-9, 1970.
- _____ ; FREITAS, L. M. M. & QUAGLIATO, J. L. Resposta de alfafa e algumas leguminosas tropicais à aplicação de nutrientes minerais em três solos de campo cerrado. Pesq. Agro. Bras., Rio de Janeiro, 5: 202-14, 1970.
- JONES, R. K. A study of the phosphorus responses of a wide range of accessions from the genus Stylosanthes. Australian Journal of Agricultural Research. 25:847-62, 1974.
- KATOCK, D. C.; DROGA, K. K. & SINGH, L. N. Forage yield and chemical composition of some tropical pastures legumes in midhills of Himachal Pradesh. Forage Research, 2 (4) 173-5, 1978.
- LOVADINI, L. A. C. & MIYAKA, S. Adubação de Leguminosa for-

- rageira tropicais. Nova Odessa, São Paulo, 1969. 7 p. (mimeografado).
- MATTOS, H. B. Efeito da aplicação do calcário e micronutrientes sobre a produção da matéria seca, nodulação e composição química de Phaseolus atropurpureus D. C. cv. siratro. B. Industr. Anim., São Paulo, 32 (1): 137-80, 1975.
- McKENZIE, P. The response of Stylosanthes humilis (Townsville stylo) to phosphatic fertilizer in the Rupununi savannah of Guyana. Guyana Agricultural Co Operative Development Bank. Livestock Project Division, 1975. 4 p.
- MOTA, F. O. B. & MOREIRA, E. G. S. Levantamento detalhado de solos da Fazenda Lavoura Seca, Quixadá Ce. Fortaleza, C. C. A./ U. F. C. 1979. 12 p.
- NASCIMENTO, M. P. S. C. B. Informação Pessoal. 1980.
- NERY, M.; PERES, J. R. R. & DOBEREINER, J. Efeitos de micronutrientes na forma de FTE na produção de leguminosas forrageiras e fixação do N₂. In: CONG. BRAS. CIÊN. do SOLO, 15, Campinas, 1975. Anais Campinas, SBCS, 1976. p.157-62.
- NORRIS, D. O. The role of calcium and magnesium in the nutrition of Rhizobium. Aust. J. Agric. Res. 651 - 98, 1959.
- PAIVA, J. B.; ALBUQUERQUE, J. J. L. & BEZERRA, F. F. Adubação mineral em feijão-de-corda, (Vigna sinensis Endl.) no Ceará - Brasil. Ciênc. Agron., Fortaleza, 1 (2): 75-8, 1971.
- PLAYNE, M. J.; MEGARRITY, R. G. & FEUVRE, R. P. Estimation by calcium analysis of the proportion grass in oesophageal fistula samples from cattle grazing grass-stylo pastures. Aust. J. Exper. Agric. and Anim Husbandry, 18 (92): 329-34, 1978.

- PONS, A. L. & GOEPFERT, C. F. Efeito da adubação nitrogenada em feijoeiro. I. Solo camaguã. Agron. Sulriograndense, Porto Alegre, 11 (2): 259-66, 1975.
- QUAGLIATO, J. L. & JONES, M. B. Comparação entre oito leguminosas sob oito tratamentos de fertilização em solo de campo cerrado. Inst. Pesq. IRI., São Paulo, Terminal Report M. B. JONES, 1963.
- ROBINSON, P. J. & JONES, R. K. The effect of phosphorus and sulphur fertilization on the growth and distribution of dry matter, nitrogen, phosphorus, and sulphur on Townsville Stylo (Stylosanthes humilis). Aust. J. Agric. Res., 23: 633-40, 1972.
- ROCHA, G. L.; WERNER, J. C.; MATTOS, H. B.; PEDREIRA, J. V.S. As leguminosas e as pastagens tropicais. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DE PESQUISAS COM LEGUMINOSAS TROPICAIS, Rio de Janeiro, 1970. As leguminosas na Agricultura Tropical. Anais. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Sul, 1971. p. 1-27.
- _____ Informação Pessoal. 1980.
- RUSCHEL, A. P. & RUSCHEL, R. Avaliação da fixação simbiótica de nitrogênio em feijão. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron. Rio de Janeiro, 10: 11-7, 1975.
- RUSSEL, J. S. Plant growth on a low calcium status sodic soil in a subtropical environment. Aust. J. Agric. Res. 17 (5): 673-86, 1966.
- SIEBERT, B. D.; ROMERO, V. & HUNTER, R. A. Partitioning intake and outflow of nitrogen and water in cattle grazing tropical pastures. Aust. J. Agric. Res., 29 (03): 631-44, 1978.

- SOARES, W. V. & VARGAS, M. A. T. Ensaio exploratório de fertilização com duas leguminosas tropicais em três solos sob cerrado do Distrito Federal. In CONG. BRAS. CIÊNC. do SOLO, 14, Santa Maria, 1973. Anais. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, SCSC, 1974. p. 448-60.
- SOUTO, S. M. & DOBEREINER, J. Fixação do nitrogênio e estabelecimento de duas variedades de soja perene (Glycine javanica L.) com três níveis de fósforo e de cálcio em solo com toxidez de manganês. Pesq. Agrop. Bras., Rio de Janeiro, 4: 59-66, 1969.
- TORSSELL, B.W.R.; IVE, J.R. & CUNNINGHAM, R. B. Competition and population dynamics in legume-grass swards with Stylosanthes hamata (L.) Taub. (sens. at.) and Stylosanthes humilis (H.B.K.). Aust. J. Agric. Res., 27 (1): 71-83, 1976.
- UEPAE - Teresina. Relatório Técnico Anual (1979). Brasília, EMBRAPA, 1980. 184. p.
- VARGAS, M. A. T. & DOBEREINER, J. Efeito de níveis crescentes de calagem, manganês, magnésio e boro na simbiose e desenvolvimento vegetativo de Stylosanthes guyanensis. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Zoot., 9:21-8, 1974.
- VASCONCELOS, I.; PAIVA, J. B. & FROTA, J. N. E. Efeito da interação rizóbio-adubação nitrogenada em soja, Glicine max (L.) Merr. Ciênc. Agron., Fortaleza, 4 (1-2): 99-104. 1974.
- _____; LIMA, I.T. & ALVES, J.F. Desempenho de nove estirpes de Rhizobium sp. em simbiose com feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi. Ciênc. Agron., Fortaleza, 5 (1-2): 1-6, 1975.
- _____ & DE PAULA, F. Comportamento de seis estirpes

de Rhizobium japonicum, frente ao cultivar Pelicano de soja, Glicine max (L.) Merrill., Ciê. Agron., Fortaleza 5 (1-2): 39-43, 1975.

VASCONCELOS, I.; PAIVA, J. B.; HOLANDA, F. J. M. & SOBRAL, C. A. Efeito da interação rizóbio-adubação nitrogenada em feijão-de-corda, Vigna sinensis (L.) Savi. em podsol arenoso do Ceará. Relatório de Pesquisa - 1975. Programa Agropecuário com Experimento e Tecnologia (Feijão de Corda). Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da U. F. C., Fortaleza, 1977. p. 86-93.

VIDOR, C. & FREIRE, J. R. J. Experimento sobre o efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a fixação simbiótica do nitrogênio pela soja. In: REUNIÃO LATINA AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5: Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária Centro Sul, 1970. p. 161 - 168.

WEBER C. R. Nodulating and non nodulating soybean isolines: II Response to applied nitrogen and modified soil conditions. Agron. Journal. 58. 46-9, 1966.

WERNER, J. C. Response of two species Stylosanthes sw. to level of lime, phosphorus, potassium, and boron on three mineral soils. The University of Florida, 1979. 224 p. Ph. D. Thesis. In: Dissertation Abstracts International; B - The Sciences Engineering. 40 (4) 1445 - 1446, 1979.

Informação Pessoal. 1980.