

IDENTIFICAÇÃO DE FATORES NUTRICIONAIS LIMITANTES DA FIXAÇÃO
SIMBIÓTICA DO NITROGÊNIO ATMOSFÉRICO EM
Leucaena leucocephala (Lam) de Wit.

SELENE NOGUEIRA PAMPLONA BÊDÊ

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA,
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1982

Esta Dissertação foi apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, ou torgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

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

SELENE NOGUEIRA PAMPLONA BÊDÊ

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26-11-82

Prof. JOSÉ NELSON ESPÍNDOLA FROTA
Orientador da Dissertação

Prof. JOSÉ FERREIRA ALVES

Prof. JOSÉ ILO PONTE DE VASCONCELOS

D E D I C O

À minha mãe, com amor
Aos irmãos e cunhados,
pelo grande estímulo

Ao *João*,

Às minhas filhas
Rejane e Sofia

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Banco do Nordeste do Brasil, através do Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela ajuda financeira, necessária à realização do trabalho.

Ao projeto Dessalinização, na pessoa do Prof. JOSÉ MATIAS FILHO, pela oportunidade de concluir este trabalho.

Ao Prof. MARDÔNIO AGUIAR COELHO (Coordenador), pela compreensão e confiança prestados no decorrer do curso.

Ao Prof. JOSÉ NELSON ESPÍNDOLA FROTA, pela amizade e orientação dada no presente trabalho.

Ao Prof. JOSÉ FERREIRA ALVES, pela valiosa orientação nas análises estatísticas e sugestões.

Ao Prof. JOSÉ ILO VASCONCELOS, pelos esclarecimentos e ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. LINDBERGUE ARAÚJO CRISÓSTOMO, pelo apoio inicial deste trabalho.

Aos amigos TEREZINHA DE JESUS PINTO FARIAS, FRANCISCO HÉLIO PIMENTA TEÓFILO e JOSÉ MARIA FREIRE, pela amizade e incentivo.

Aos funcionários do Laboratório de Solos do Departamento de Ciência do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, na pessoa do Sr. ANTONIO LUIS

DE OLIVEIRA, pela colaboração nos trabalhos de laboratório.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram pa
ra a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	<u>Página</u>
<u>LISTA DE TABELAS</u>	vii
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	ix
<u>RESUMO</u>	x
<u>ABSTRACT</u>	xii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DA LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Considerações gerais sobre a leucena</u>	3
2.1.1 - <u>Origem e habitat</u>	3
2.1.2 - <u>Características botânicas</u>	3
2.1.3 - <u>Requisitos em clima e solo</u>	4
2.1.4 - <u>Mimosina - princípio tóxico</u>	5
2.1.5 - <u>Nodulação e especificidade de <i>Rhizobium</i></u>	5
2.2 - <u>Adubação em leguminosas</u>	5
2.2.1 - <u>Nitrogênio</u>	5
2.2.2 - <u>Fósforo</u>	9
2.2.3 - <u>Potássio</u>	12
2.2.4 - <u>Cálcio</u>	13
2.2.5 - <u>Magnésio</u>	15
2.2.6 - <u>Micronutrientes</u>	16
3 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u>	18
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	22
4.1 - <u>Peso seco de nódulos</u>	22
4.2 - <u>Peso seco da parte aérea</u>	28
4.3 - <u>Nitrogênio total da parte aérea</u>	34
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	42
6 - <u>LITERATURA CITADA</u>	43

LISTA DE TABELAS

TABELA		<u>Página</u>
1	Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	19
2	Peso seco de nódulos de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit. e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	23
3	Análise de variância referente ao peso seco dos nódulos de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981 ...	25
4	Resultados da aplicação do teste Tukey aos valores médios de peso seco de nódulos de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	26
5	Peso seco da parte aérea de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit. e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	29
6	Análise de variância referente ao peso seco da parte aérea de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981 ...	30
7	Resultados da aplicação do teste Tukey aos valores médios de peso seco da parte aérea de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	33

TABELA

Página

8	Nitrogênio total da parte aérea de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit, e porcentagem em relação à testemunha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	36
9	Análise de variância referente ao nitrogênio total da parte aérea de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	37
10	Resultados da aplicação do teste Tukey aos valores médios de nitrogênio total da parte aérea de <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981	39

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		<u>Página</u>
1	Peso seco de nódulos relativos aos tratamentos inoculados e adubados em <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	24
2	Peso seco da parte aérea relativo aos tratamentos sem e com inoculação e adubação, em <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	32
3	Nitrogênio total absorvido da parte aérea relativo aos tratamentos sem e com inoculação e adubação, em <i>L. leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	35

RESUMO

Com o objetivo de verificar os efeitos da inoculação e da nutrição mineral na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico em *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., em areia quartzosa, proveniente de Aracati-Ce, foi conduzido um experimento, em casa-de-vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

Adotou-se o esquema fatorial 2 x 8, em delineamento inteiramente ao acaso, com três repetições. Os tratamentos usados foram representados por dois níveis de inoculação (ausência e presença) e por oito fórmulas fertilizantes, constituídas por uma testemunha (sem adubação), uma com adubação completa (nitrogênio + fósforo + potássio + cálcio + magnésio + micronutrientes) e as demais diferindo desta pela omissão sucessiva de cada um de seus componentes.

Foram determinados, no experimento, o peso seco dos nódulos, o peso seco da parte aérea e o teor de nitrogênio total da parte aérea das plantas e procedida a análise estatística dos dados observados.

Os resultados mostraram que: (1) para haver nodulação é necessário inocular as sementes de leucena com *Rhizobium* específico.

(2) A inoculação exerceu influência altamente significativa no peso seco de nódulos e da parte aérea, como também na fixação simbiótica do nitrogênio.

(3) A ausência de fósforo reduz a nodulação, afeta o peso seco de nódulos, a produção de matéria seca e a fixação do nitrogênio.

(4) Os micronutrientes não favoreceram o aumento de peso seco da parte aérea, nem a fixação do nitrogênio.

(5) A ausência dos demais elementos, exceto o fósforo, não influenciou na fixação do nitrogênio atmosférico.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the mineral nutrition on the nitrogen fixation in *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. The experiment was conducted at Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará in greenhouse using a sandy soil from Aracati, Ceará, Brazil.

Inoculated and non inoculated seeds were put to germinate in plastic bags', under different fertilizer treatments: full fertilizer (N, P, K, Ca, Mg and micronutrients), minus N, minus P, minus K, minus Ca, minus Mg and minus micronutrients. After 90 days the plants were harvested and dry weight of nodules and tops and percent of nitrogen were determined.

The nodulation occurred only in inoculated plants and the dry weight of the nodules and tops and nitrogen content increased significantly.

The absence of phosphorus reduced the nodulation, the dry weight of the tops and nitrogen content. The other nutrients did not affect the parameters studied.

1 - INTRODUÇÃO

É bem conhecida a importância de leguminosas fixadoras do nitrogênio atmosférico na economia dos países tropicais, onde a carência proteica na alimentação humana e animal ainda constitui um grave problema. Embora as gramíneas e as leguminosas herbáceas constituam as melhores pastagens, há condições em que elas podem ser superadas pelas leguminosas arbustivas que, através de seu sistema radicular profundo, propicia a reciclagem dos nutrientes do subsolo, como também a absorção da água das camadas profundas, fazendo com que a planta cresça e produza massa verde durante todo o ano.

A *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. é uma leguminosa arbustiva, de sistema radicular profundo e boa fixadora de nitrogênio quando devidamente inoculada (DIJKMAN, 1950), sendo considerada uma das mais promissoras leguminosas dos trópicos (CHATTERJEE & SINGH, 1966).

Visando uma melhoria na adaptação desta leguminosa em nossa região, embora se saiba de suas boas características como planta forrageira, é necessário que se conheça seu desempenho, exigências e tolerâncias às condições do trópico semi-árido nordestino, uma vez que os diversos fatores relacionados com o microsimbionte, a planta, o solo e a interação dos três, podem impedir ou limitar marcadamente a obtenção do nitrogênio simbiótico e, conseqüentemente, o rendimento da cultura.

Com o presente trabalho procurou-se identificar os efeitos da inoculação e dos fatores nutricionais na fixação do nitrogênio atmosférico em *L. leucocephala* (Lam.) de Wit., objetivando o melhor desempenho da simbiose fixadora e, con

seqüentemente, o incremento da produção da leguminosa em referência, na nossa região.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - Considerações gerais sobre a leucena

A primeira referência sobre a leucena na agricultura foi feita em 1900, em Java, destacando as qualidades desta leguminosa em promover sombra e manter a fertilidade do solo em culturas como o café, o chá (OAKES & SKOV, 1967), a seringueira e o cacau (TRINICK, 1968), sendo utilizada também em reflorestamento e no controle da erosão (OAKES & SKOV, 1967). A partir de 1915, a leucena começou a ganhar destaque como planta forrageira (DIJKMAN, 1950 e TAKAHASHY & RIPPERTON, 1949, citados por HILL (1971b)).

2.1.1 - Origem e habitat

A leucena é uma leguminosa arbustiva, perene, originária da América Central e do Sul (AGROCERES, 1979). A maneira exata de como essa planta chegou ao Brasil não é conhecida. Em São Paulo, a introdução data de 1940, com sementes provenientes do Serviço Florestal do Rio de Janeiro (VILELA & PEDREIRA, 1976). Atualmente, existem plantios de leucena no extremo sul da Bahia e em diversas regiões da área seca do Nordeste (KLUTHCOUSKI, 1980).

2.1.2 - Características botânicas

HILL (1971a) descreve as seguintes características da *L. leucocephala* (Lam.) de Wit.:

- A leucena é uma pequena árvore, com raízes pivotantes extremamente profundas. Tem folhas bipinadas inflorescência em forma de globo, flores brancas, vagens finas e achatadas e sementes elípticas de cor marrom.
- Tem crescimento extraordinário, produzindo cerca de 12.584 kg/ha de matéria seca por ano, com conteúdo médio de proteína de 21 a 24%.

2.1.3 - Requisitos em clima e solo

Adaptada às condições de clima e solos tropicais, a leucena é pouco exigente em nutrientes (HILL, 1970). Apresenta extrema resistência ao período seco, tem ciclo longo e rápida dispersão e crescimento, atinge até 3m de altura no primeiro ano. Estas características permitem indicá-la para os solos sob vegetação de cerrado e outros, pobres e sujeitos à deficiência hídrica (HUTTON & GRAY, 1959), onde, usualmente, há carência de nutrientes, sobretudo fósforo, baixas capacidade de troca catiônica e de retenção de umidade. A leucena cresce bem em ampla diversidade de solos, à exceção dos muito ácidos e dos solos encharcados, e adapta-se especialmente bem aos solos calcários ou com pH próximo à neutralidade (WU, 1964 e HILL, 1971b).

O profundo sistema radicular dessa forrageira absorve água e enriquece o solo através do transporte de nutrientes das camadas mais profundas, como também permite à planta desenvolver-se em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*,

que fixam até 400 kg/ha/ano de nitrogênio (KLUTHCOUSKI, 1980).

2.1.4 - Mimosina - princípio tóxico

A leucena contém um aminoácido chamado mimosina que é tóxico, principalmente quando compõe alta proporção da dieta de não-ruminantes, causando a queda de pelos, redução do crescimento corporal e sintomas doentios (BREWBAKER & HYLIN, 1965). Porém, se o gado entra paulatinamente na pastagem de leucena, não haverá problema de intoxicação.

2.1.5 - Nodulação e especificidade de *Rhizobium*

De maneira oposta à maioria das leguminosas tropicais, a leucena necessita de rizóbio específico e todas as sementes devem ser inoculadas (NORRIS, 1967; TRINICK, 1968; GRAY, 1968, 1969 e MORALES et alii, 1973).

LOPEZ et alii (1978), encontraram um aumento de 78% para peso seco de nódulos nos tratamentos inoculados.

Entre as estirpes efetivas isoladas por TRINICK (1968), em seus experimentos figura a NGR-8, muito utilizada na Austrália (GATES, 1970 e NORRIS, 1973) e na Nova Guiné (HILL, 1969) com grande sucesso.

2.2 - Adubação em leguminosas

2.2.1 - Nitrogênio

Entre os nutrientes, o nitrogênio ocupa lugar específico na nutrição das leguminosas, pois pode ser absorvido em forma mineral pelas raízes ou fixado por simbiose, a partir do nitrogênio molecular atmosférico. Porém, antes da simbiose, a planta hospedeira pode passar por um período de deficiência de nitrogênio se não houver reservas disponíveis no solo. GUSS & DOBEREINER (1972) relatam que, nestas condições, pequenas quantidades de fertilizante nitrogenado são benéficas para o crescimento da planta, refletindo consequentemente, no desenvolvimento do tecido nodular.

Trabalhando com soja em experimento de campo, WEBER (1966) verificou que a quantidade de nitrogênio fixada simbioticamente decrescia com o incremento das doses daquele elemento aplicado. Peso, número e tamanho dos nódulos estavam diretamente relacionado com o aumento do nitrogênio fixado e inversamente correlacionado com o acréscimo de nitrogênio adicionado ao solo. Resultados semelhantes foram encontrados por SOUTO & DOBEREINER (1970) em *G. javanica* L., onde a aplicação de 125 Kg N/ha reduziu drasticamente o peso dos nódulos e a assimilação de nitrogênio. VASCONCELOS *et alii* (1974), por sua vez, encontraram efeito favorável da interação rizóbio versus moderada adubação nitrogenada na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Utilizando diferentes fertilizantes nitrogenados e inoculação, RUSCHEL *et alii* (1974) verificaram que todos eles prejudicaram a nodulação da soja (*G. max* (L.) Merr.), porém não inibiram completamente a função da nitrogenase nos nódulos desenvolvidos. Entretanto, as plantas que receberam nitrogênio como fertilizante tiveram aumentado o seu teor total de nitrogênio em relação às que não o receberam. Em experimento semelhante, RUSCHEL & RUSCHEL (1975) constataram que o número de nódulos diminuiu com a adição de nitrogênio ao solo, não havendo porém, inibição da nitrogenase. Os autores observaram também efeito aditivo no nitrogênio total das plantas em função da inoculação e da adubação nitrogenada.

O efeito da adubação nitrogenada no feijoeiro, tem apresentado resultados contraditórios. GARGATINI & WUTKE (1960) concluíram face aos dados obtidos, que o fertilizante nitrogenado teve influência favorável na produção e na porcentagem de nitrogênio da parte aérea do feijão de porco, muito embora esta leguminosa tenha fixado apreciável quantidade de nitrogênio do ar, o fenômeno simbiótico não foi suficiente para substituir totalmente o efeito do fertilizante. RUSCHEL et alii (1979) concordam em parte com esses resultados, mas verificaram que a inoculação e a adubação nitrogenada aumentaram o peso seco e o nitrogênio total em feijão (*P. vulgaris*). ALMEIDA et alii (1973) trabalhando com a mesma leguminosa, verificaram que os tratamentos nitrogenados não mostraram significância para peso de nódulos, porém tenderam a aumentar o peso dos nódulos pela inoculação de sementes com *Rhizobium phaseoli*, comparativamente à testemunha e dose de nitrogênio mineral usado. Por sua vez RUSCHEL & REUSZER (1973), em experimento com *P. vulgaris*, observaram que o peso de nódulos diminuiu na presença de nitrogênio, mas aumentou o peso seco total e o peso seco da parte aérea das plantas. STAMFORD & NEPTUNE (1979), trabalhando com *Vigna unguiculata*, observaram que, na dose de 100 ppm de nitrogênio, não ocorreu fixação deste elemento, porém, houve boa nodulação e aumento no peso de nódulos com a aplicação de 50 ppm de nitrogênio.

JONES et alii (1970) estudaram a produção e assimilação de nitrogênio de sete leguminosas tropicais, em função da aplicação de seis macro e cinco micronutrientes, com omisão sucessiva de cada um dos macro e de todos os micro. Observaram então, que a adição de nitrogênio ao tratamento denominado completo (P; K, Ca + Mg, Micro) não determinou diferença significativa na produção (peso seco) de qualquer das espécies usadas. Por sua vez, CARVALHO et alii (1971) constataram que a adição de nitrogênio mineral reduziu significativamente a produção e o número médio de nódulos de seis legu-

minosas tropicais examinados em conjunto.

Embora muitos autores não tenham encontrado respostas favoráveis à adubação nitrogenada, outros evidenciam os benefícios que a leucena pode obter com a aplicação de nitrogênio.

TAKAHASHY & RIPPERTON (1949) citados por HILL (1971b) obtiveram, em leucena cultivada em solo de pH 4,5, deficiente em cálcio, fósforo e potássio, respostas altamente significativas para nitrogênio, embora a aplicação de nitrogênio não tenha sido considerada economicamente viável. KINCH & RIPPERTON (1962), citados por VILELA & PEDREIRA (1976), consideram que a adição de pequena quantidade de nitrogênio é essencial no início do desenvolvimento das plântulas até que as raízes de leucena se tornem bem desenvolvidas.

HILL (1970) observou aumento contínuo de produção de forragem verde em leucena, até o nível de 67,20 kg/ha de nitrogênio. Nenhuma diferença entre tratamentos pôde ser detectada com relação aos efeitos do nitrogênio na nodulação. Todas as plantas colhidas estavam bem noduladas. Em outro experimento HILL (1970) comprova o resultado anterior, relatando que a eliminação de ervas daninhas e a aplicação de fertilizante nitrogenado melhoram significativamente o estabelecimento precoce da leucena no campo, sem nenhum efeito contrário à nodulação.

GATES (1970) diz que o desenvolvimento dos nódulos requer um ajustado balanço nutricional, especialmente para o período de iniciação dos nódulos. Verificou, ainda, que a nutrição de nitrogênio e fósforo para os nódulos é tão importante quanto a da planta hospedeira e sugere que níveis adequados de fósforo na ausência de nitrogênio, não favorecem a nodulação o que ocorre com a adição de 30 ppm de nitrogênio, nível considerado favorável para a maior produção de nódulos e fixação de nitrogênio em leucena.

COOKSLEY (1974), trabalhando com leucena, verificou que a adição de 45 kg/ha de nitrogênio na adubação não aumentou a produção de massa seca da forragem. A nodulação não foi efetiva, mesmo na ausência de nitrogênio, embora as sementes tivessem sido inoculadas. Em outro experimento, citado autor verificou que a aplicação de 50 kg/ha de nitrogênio, antes da semeadura, aumentou ligeiramente a produção de matéria seca da leucena e, apesar da adubação, a inoculação das sementes resultou em plantas efetivamente noduladas. VILELA & PEDREIRA (1976) obtiveram resultados que concordam com os encontrados por COOKSLEY (1974), pois conseguiram uma elevação de 22,33% na produção total de matéria seca por parcela, quando o nitrogênio foi aplicado. Os autores afirmam ainda, que a aplicação de 50 kg/ha de nitrogênio não afetou significativamente o peso, a altura média e a produção de nitrogênio pelas plantas. Em razão disso, os autores concluíram que, para acelerar o lento desenvolvimento inicial da leucena não se justifica a aplicação de adubação nitrogenada.

2.2.2 - Fósforo

Sabendo-se que a maioria dos solos do Brasil apresenta níveis de fósforo extremamente baixos, é de se prever que este elemento seja o principal limitante do estabelecimento de leguminosas forrageiras em nossas pastagens.

As leguminosas exigem maior quantidade de fósforo do que a maioria das plantas não leguminosas, mas, nem por isso, são mais sensíveis à deficiência de fosfato que as outras espécies. A importante função do fósforo, tanto na produção das proteínas como no desenvolvimento das raízes e da parte aérea explica os severos efeitos da sua deficiência sobre a nodulação e produção dos compostos nitrogenados (ANDREW, 1962).

NEME & LOVADINI (1967), em estudo realizado em solo

cerrado, verificaram que a aplicação de adubos fosfatados e calcário provocou um aumento considerável na produção de massa verde da soja perene (*G. javanica* L.).

SOUTO & DOBEREINER (1968) assinalaram efeito significativo dos fósforo no peso de nódulos e na fixação de nitrogênio, demonstrando a necessidade de elevados níveis deste elemento na fase inicial do estabelecimento da soja perene. Em outro experimento SOUTO & DOBEREINER (1969) com a mesma leguminosa, observaram que a deficiência de fósforo se manifesta no tamanho dos nódulos, no seu peso seco total e no teor de nitrogênio fixado, enquanto o número de nódulos não foi afetado.

FREIRE & VIDOR (1969), em experimento com duas variedades de soja em solo ácido, observaram o efeito marcante do fósforo no estabelecimento da simbiose, nos tratamentos com calagem, inoculação e peletização das sementes, os parâmetros, peso dos nódulos e peso seco da parte aérea das plantas equivaleram à testemunha, tendo ocorrido nodulação apenas nos tratamentos com fósforo. Posteriormente, FREIRE & VIDOR (1971) confirmaram uma acentuada resposta ao fósforo no aumento de peso dos nódulos quando referido elemento foi adicionado ao solo. Semelhantes resultados foram verificados por GOEPFERT (1971), quando o peso seco de nódulos e o rendimento da soja (*G. max*) foram aumentados pelo efeito estimulante do fósforo. GOEPFERT & FREIRE (1972) também alcançaram os mesmos resultados, em experimento com a referida cultura, ao verificarem que a interação de calagem e fósforo aumentou significativamente a nodulação e o peso seco da parte aérea das plantas, evidenciando portanto que o fósforo foi o fator primordial para o aparecimento da nodulação.

ALMEIDA et alii (1973), num experimento com *P. vulgaris*, verificaram que o peso seco dos nódulos foi aumentado pela aplicação de fósforo e calcário e que somente o fósforo teve ação significativa.

GATES & WILSON (1974), trabalhando com *Stylosanthes humilís*, verificaram que aplicação de fósforo além de ajudar a iniciação dos nódulos aumentou o número, peso nodular, mas sa seca e o teor de nitrogênio total.

EIRA et alii (1970), em experimento de casa-de-vegetação, estudaram as respostas de três leguminosas tropicais a diferentes nutrientes aplicados a um solo podzólico verme lho-amarelo e concluíram que o fósforo aumentou a produção de massa verde e seca, a nodulação e o nitrogênio total das aludias leguminosas.

Em ensaio realizado com solo de cerrado, FRANÇA & CARVALHO (1970) verificaram, em cinco leguminosas tropicais, redução do peso nodular, produção de nitrogênio e rendimen to da matéria seca em solo com deficiência de fósforo.

CARVALHO et alii (1971), estudando as deficiências nutricionais limitantes ao desenvolvimento de seis leguminosas tropicais, verificaram que o fósforo aplicado apresentou reflexos positivos na produção de massa seca e de nódulos das plantas, entretanto, a ausência de fósforo sobre a produçã o de nitrogênio total não foi significativo em relação ao tratamento que continha todos os nutrientes (completo).

TAKAHASHI & RIPPERTON (1949), citados por HILL (1971b), verificaram que o cálcio e o fósforo, aplicados jun tos, aumentaram a produção da leucena em termos de forragem.

OAKES & SKOV (1962) observaram que, embora tivessem obtido respostas favoráveis à aplicação de fósforo, a leucena é bastante tolerante a baixos níveis desse elemento no solo.

ANDREW & ROBINS (1969) afirmam que a leucena teve sua concentração de nitrogênio da parte aérea aumentada, pela inoculação e suprimento de fósforo.

GATES (1970), trabalhando com leguminosas forrageiras tropicais, entre as quais a leucena, concluiu que em níveis adequados de fósforo, a adição de até 75 kg/ha de nitrogênio não afeta a nodulação, mas na ausência do fósforo, a formação dos nódulos fica inibida.

CHENG et alii (1977), analisando os efeitos da calagem, inoculação, peletização e do fósforo, no estabelecimento da leucena em solos ácidos, concluíram que o fósforo é requerido para a formação e funcionamento dos nódulos.

2.2.3 - Potássio

Encontram-se na literatura muitas referências sobre os efeitos benéficos do potássio para as leguminosas de clima temperado. Entretanto, para as leguminosas de clima tropical, existem poucas referências e nem sempre com resultados positivos.

QUAGLIATO & JONES (1963), em ensaio com solo de cerrado, concluíram que o potássio não parece ser um fator limitante à introdução de leguminosas em nossas pastagens.

FREITAS (1971) afirma que as respostas obtidas com a adubação potássica têm sido inexpressivas, mesmo em solos com reservas relativamente baixas deste nutriente.

FRANCO & DOBEREINER (1967) observaram no feijoeiro (*P. vulgaris*) efeito prejudicial do potássio na simbiose. Os tratamentos que mostraram maior peso de nódulos e maior quantidade de nitrogênio foram os que não continham o potássio.

LOVADINI & MIYASAKA (1969) afirmam que, ensaios conduzidos em solo de cerrado com baixo teor de potássio, não mostraram efeitos significativos na produção das leguminosas

utilizadas, Acrescentam os autores que, em ensaios anteriores, tanto a soja perene (*G. javanica*) como o Kudzu tropical (*Pueraria javanica*) ou a centrosema (*Centrosema pubescens*) não reagiram à aplicação de potássio, em solos com teores médio deste elemento.

JONES & FREITAS (1970) estudaram as respostas de quatro leguminosas tropicais a doses crescentes de fósforo, potássio e calcário em solo de cerrado, tendo observado que a adubação potássica não aumentou de forma significativa a produção das leguminosas.

EIRA et alii (1970), num experimento de casa-de-vegetação, estudaram as respostas de três leguminosas tropicais a diferentes nutrientes aplicados a um solo podzólico vermelho-amarelo. Concluíram, os autores, que o potássio aumentou a produção de matéria verde do estilosantes (*S. gracilis*) e, na soja perene (*G. javanica*), aumentou o número e peso seco dos nódulos, diminuindo, no entanto, o nitrogênio percentual da parte aérea. Por sua vez FRANÇA & CARVALHO (1970), analisando as deficiências de nutrientes que limitam o desenvolvimento de cinco leguminosas, em solo de cerrado, observaram que a omissão de potássio não teve efeito prejudicial sobre a produção de matéria seca ou fixação de nitrogênio. Resultados semelhantes foram observados por CARVALHO et alii (1971) ao realizarem um ensaio do tipo subtrativo, com o objetivo de identificar as deficiências nutricionais limitantes do desenvolvimento de seis leguminosas tropicais. Os resultados mostraram, que a ausência de potássio não influenciou na produção de matéria seca e fixação de nitrogênio pelas plantas, entretanto, aumentou significativamente o peso dos nódulos.

2.2.4 - Cálcio

Segundo VINCENT (1962), além do efeito de neutraliza

ção que beneficia o crescimento e a sobrevivência do rizóbio no solo, o íon cálcio parece exercer uma função mais específica na formação dos nódulos e na fixação.

EPSTEIN (1975) destaca dentre os fatores externos que governam a nodulação, a alta exigência de cálcio, o pH e o efeito inibidor do nitrato.

FRANCO & DOBEREINER (1967) verificaram a importância do cálcio para uma simbiose eficiente, quando usaram 32 ppm de cálcio em experimentos com feijão (*P. vulgaris*). Observaram menor quantidade de nitrogênio total, menor porcentagem de nitrogênio e menor peso de nódulos nas plantas dos vasos sem aplicação de cálcio.

Em experimentos com soja (*G. max*) DOBEREINER & ARRUDA (1967) observaram que o cálcio aumentou a nodulação e a fixação em todas as variedades testadas, sendo que as doses de 100 e 200 ppm de cálcio tiveram efeito positivo, enquanto doses maiores produziram efeito negativo. Por outro lado, RUSCHEL & EIRA (1969), ao usarem apenas 60 ppm obtiveram na mesma leguminosa, aumento significativo da fixação de nitrogênio. Neste experimento, ficou evidenciada a influência da adição de cálcio, em solo deficiente deste elemento, sobre a nodulação e desenvolvimento da planta, pois as testemunhas, sem adição de cálcio, morreram alguns dias após a germinação. O número e o peso médio dos nódulos não sofreram influência dos diferentes tratamentos com cálcio.

NORRIS (1959), com base em seus trabalhos e de outros, acentua que, apesar da nodulação nas leguminosas tropicais e temperadas ser aparentemente um fenômeno controlado pelo cálcio, este elemento deve ser entretanto extremamente deficiente para que ela seja afetada. Trabalhando também com leguminosas tropicais, ANDREW & HUTTON (1974) verificaram que a eficiência da nodulação destas leguminosas em solos deficientes em cálcio pode ser atribuída à sua grande habilidade de

extrair referido elemento do solo e não a um baixo requerimento do cálcio para a nodulação, Constataram também que o cálcio é necessário ao desenvolvimento dos nódulos e pontos meristemáticos das raízes.

Com relação a solos ácidos, TAKAHASHY & RIPPERTON (1949) e DIJKMAN (1950) citados por HILL (1971b), em leucena, observaram respostas positivas à aplicação de cálcio. Também NORRIS (1967) e WU (1964) observaram que esta leguminosa respondia favoravelmente ao referido elemento. HILL (1971b) observou que a leucena se estabelece com dificuldade nestes solos, deficiente em cálcio e que a aplicação de calcário altera o pH do solo e promove a nodulação. ESQUIVEL (1965), em experimento com *S. gracilis*, *S. guayanensis* e *L. glauca*, verificou que, apesar da acidez do solo em estudo, a resposta à aplicação de cálcio não se traduziu em incremento significativo da nodulação, mas favoreceu a disponibilidade de micronutrientes.

LOPEZ et alii (1978) encontraram resultados semelhantes aos de MORALES et alii (1973) ao estudarem a influência da inoculação e do cálcio no desenvolvimento e nodulação da leucena. Os tratamentos consistiam em três níveis de cálcio, com e sem inoculação. Os autores verificaram que a inoculação favoreceu de modo significativo o aumento do número e peso seco de nódulos e da parte aérea. Quanto aos níveis de cálcio, não foi encontrado qualquer efeito positivo. Com base nos resultados, os autores concluíram que há possibilidade de se aumentar o rendimento da leucena, apenas com a inoculação.

2.2.5 - Magnésio

A eficiência do rizóbio depende de uma quantidade adequada de elementos disponíveis para a planta, entre os

quais destacam-se o cálcio, o magnésio, o boro e o molibdênio.

VINCENT (1962), examinando um grande número de estirpes de *Rhizobium*, concluiu que este não é um organismo sensível ao cálcio, sendo maior sua exigência em magnésio e que os organismos que crescem em meio marcadamente deficiente em magnésio, apresentam crescimento bastante lento em relação ao crescimento normal.

FRANCO & DOBEREINER (1967) ao estudarem a especificidade hospedeira na simbiose de estirpes de *R. phaseoli* com variedade de *P. vulgaris*, e a influência de vários nutrientes, verificaram que a falta de magnésio foi prejudicial à simbiose e fixação do nitrogênio.

DOBEREINER & ARRUDA (1967) observaram efeito favorável do magnésio no peso dos nódulos e no nitrogênio total das plantas, em duas variedades de soja (*G. max* L.). Entretanto FRANÇA et alii (1973) com a mesma leguminosa, não encontrou resposta à aplicação do magnésio em nenhuma das variáveis estudadas (peso seco de nódulos e parte aérea e nitrogênio total).

Por sua vez RUSCHEL & REUSZER (1973), em experimento usando areia com solução nutritiva, estudaram os fatores que afetam a simbiose *R. phaseoli* - *P. vulgaris*. Observaram os autores, que a omissão de magnésio diminuiu o peso seco da parte aérea das plantas, mas o peso de nódulos para o tratamento sem magnésio não apresentou alteração.

2.2.6 - Micronutrientes

Apesar da grande importância dos micronutrientes no complexo leguminosa - rizóbio - fixação de nitrogênio, alguns resultados experimentais têm mostrado dados contraditórios.

Assim, tem-se obtido acréscimos na produção para alguns solos, e decréscimos de produção para outros, quando os micronutrientes são adicionados em conjunto.

EIRA et alii (1970), estudando os fatores limitantes do desenvolvimento de três leguminosas forrageiras, verificaram que os micronutrientes boro, zinco, cobre, molibdênio e ferro, aplicados em conjunto, aumentaram a produção de matéria verde e seca, o peso e tamanho dos nódulos e a produção de nitrogênio total, sem indicar, no entanto qual o micronutriente que mais influenciou. Entretanto CARVALHO et alii (1971) verificaram que, em latossolo vermelho-escuro, fase mata, os micronutrientes zinco, molibdênio, cobre e ferro, em conjunto, não influenciou na produção de matéria seca e fixação de nitrogênio pelas leguminosas estudadas.

WERNER & MATTOS (1972), trabalhando com *C. pubescens* num solo LVE orto, em ensaio de vaso do tipo subtração, observaram que o tratamento em que se omitiram os micronutrientes boro, zinco, molibdênio e cobre em conjunto, teve produção e nodulação maiores do que o tratamento completo (que recebeu os quatro micronutrientes mencionados, mais fósforo, potássio, enxofre e calagem). Isto demonstra que, no tratamento completo, a ação de um dos micronutrientes aplicados, ou a ação conjunta de dois ou mais deles foi prejudicial. Ainda, WERNER & MATTOS (1974) constataram em soja perene, que a aplicação destes micronutrientes, em conjunto, é prejudicial ao desenvolvimento e fixação de nitrogênio pela referida leguminosa.

3 - MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado em casa-de-vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Foram usados como parcela, sacos de polietileno contendo 5 kg de TFSA (terra fina seca ao ar), colhida de uma areia quartzosa proveniente de Aracati-Ce, cujas características físicas e químicas, determinadas pelo Laboratório de Solos do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, são apresentadas na TABELA 1.

Adotou-se o fatorial 2 x 8 em delineamento inteiramente ao acaso, com 3 repetições, usando-se sementes com e sem inoculante, nos seguintes tratamentos:

T	-Testemunha (sem adubação)
AC	-Adubação Completa (N, P, K, Ca, Mg e <u>micro</u> nutrientes)
AC-N	-Adubação Completa menos N
AC-P	-Adubação Completa menos P
AC-K	-Adubação Completa menos K
AC-Ca	-Adubação Completa menos Ca
AC-Mg	-Adubação Completa menos Mg
AC-Micro	-Adubação Completa menos micronutrientes.

O tratamento denominado Adubação Completa consistiu na aplicação de 50 kg N/ha, 100 kg P₂O₅/ha, 50 kg K₂O/ha, 81 ppm de cálcio, 15 ppm de magnésio e 5 ml/vaso da seguinte solução de micronutrientes, conforme VASCONCELOS et alii (1975): 15,8 mg de CuSO₄.H₂O, 8,9 mg de ZnSO₄.7 H₂O, 1,0 mg

TABELA 1 - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA %				ARGILA NATURAL %	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	UMIDADE %		ÁGUA ÚTIL	pH (H ₂ O)
Areia Grossa 2-0.2	Areia Fina 0,2-0.05	Silte 0.05-0.002	Argila 0.002			1/3 Atm	15 Atm		
57,8	34,2	4,0	4,0	1,3	AREIA	4,4	2,9	1,5	6,2
C.E. a 25°C Ext. Sat. mmhos/cm		CARBONO %	NITRO GÊNIO	C/N	MATÉRIA ORGÂNICA	P assimilável mg/100g	Na %		
0,27		0,510	0,034	15	0,87	0,20	1,30		
COMPLEXO SORTIVO me/100g DE SOLO								100 S/T V (%)	
Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	T		
2,50	1,00	0,05	0,06	3,61	0,99	0,03	4,60	78	

de H_3BO_3 , 0,5 mg de $Na Mo O_2 \cdot H_2O$, 20,0 mg de $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$, 20,0 mg de ácido cítrico, completada a 1000 ml com água destilada. Como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram utilizados, respectivamente, NH_4NO_3 , NaH_2PO_4 , KCl , $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ e $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. Todos os nutrientes, com exceção do cálcio, foram aplicados em solução. Este na forma de gesso foi incorporado ao solo, o qual, convenientemente homogeneizado, recebeu a aplicação da solução nutritiva.

Sementes de *L. leucocephala* (Lam.) de Wit., fornecidas pelo Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, foram tratadas com ácido sulfúrico concentrado durante 7 minutos, para quebra de dureza. Após este tempo, as sementes foram lavadas em água corrente até a eliminação dos restos do reagente, conforme método adotado por LOPEZ et alii (1978).

Na preparação do inoculante, veiculado em turfa, utilizou-se a estirpe UFC-779.33=NGR-8 (EMBRAPA-RJ), cultivada em Meio Líquido "79" (ALLEN, 1957) com azul de bromotimol, isolada de *L. glauca* (L) Benth. e multiplicada no Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. A inoculação foi procedida no dia da sementeira, tendo sido plantadas 6 sementes por saco. A germinação ocorreu dentro de 5 dias e o desbaste foi realizado no vigésimo dia, deixando-se duas plantas por saco. Procurou-se manter, no decorrer do experimento, a umidade do solo próximo à capacidade de campo, através de regas periódicas com água destilada. Noventa dias após a sementeira, todas as plantas foram colhidas. A parte aérea foi cortada rente ao solo, seca em estufa a 65°C por 48 horas, pesada e moída, determinando-se o peso seco e o teor de nitrogênio, pelo método de Kjeldahl. Os nódulos foram retirados após limpeza cuidadosa da terra aderida às raízes, com o auxílio de jato d'água, postos a se

car nas mesmas condições da parte aérea e posteriormente pesados.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, conforme o modelo adotado para o delineamento inteiramente casualizado. Procedeu-se ainda, a comparação das médias de tratamentos pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Peso seco de nódulos

No presente experimento, só houve nodulação nos tratamentos inoculados, independente da adubação, sendo a inoculação, portanto, imprescindível à nodulação. Resultados semelhantes foram observados por TRINICK (1968), LOPEZ et alii (1968), GRAY (1968, 1969), HILL (1971b), MORALES et alii (1973) e COOKSLEY (1974) em ensaios com leucena. A TABELA 2 e a FIGURA 1 apresentam os dados de peso seco de nódulos e as TABELAS 3 e 4 mostram, respectivamente, a análise estatística e os resultados da aplicação do teste de Tukey. A análise de variância indicou diferença significativa para teste munha x adubados e entre adubados.

Observa-se na FIGURA 1 e na TABELA 2, que houve efeito positivo da adubação completa no peso seco de nódulos da leucena, com um aumento de 692,7% em relação à testemunha. Resalta-se que a adubação sem inoculação não promoveu a nodulação.

Examinando-se o efeito dos nutrientes sobre o peso seco de nódulos, verifica-se através do teste de Tukey, TABELA 4, que o tratamento adubação completa diferiu somente do tratamento onde o fósforo foi omitido. Este por sua vez só não diferiu do tratamento adubação completa menos magnésio. Assim sendo, pode-se deduzir que a omissão do cálcio, dos micronutrientes, do potássio e do nitrogênio não afetou o desenvolvimento dos nódulos, sendo portanto, o fósforo o nutriente limitante. Vários autores também observaram esta ação do fósforo na nodulação de diversas leguminosas, SOUTO &

TABELA 2 - Peso seco de nódulos de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. e porcentagem em relação à Testemunha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

FÓRMULAS DE ADUBAÇÃO	I N O C U L A Ç Ã O	
	C O M *	
	Peso (g)	% T
T	0,083	100,0
AC	0,658	792,7
AC-N	0,561	675,9
AC-P	0,041	49,4
AC-K	0,674	812,0
AC-Ca	0,822	990,4
AC-Mg	0,305	367,5
AC-Micro	0,687	827,7

* - Inoculação.

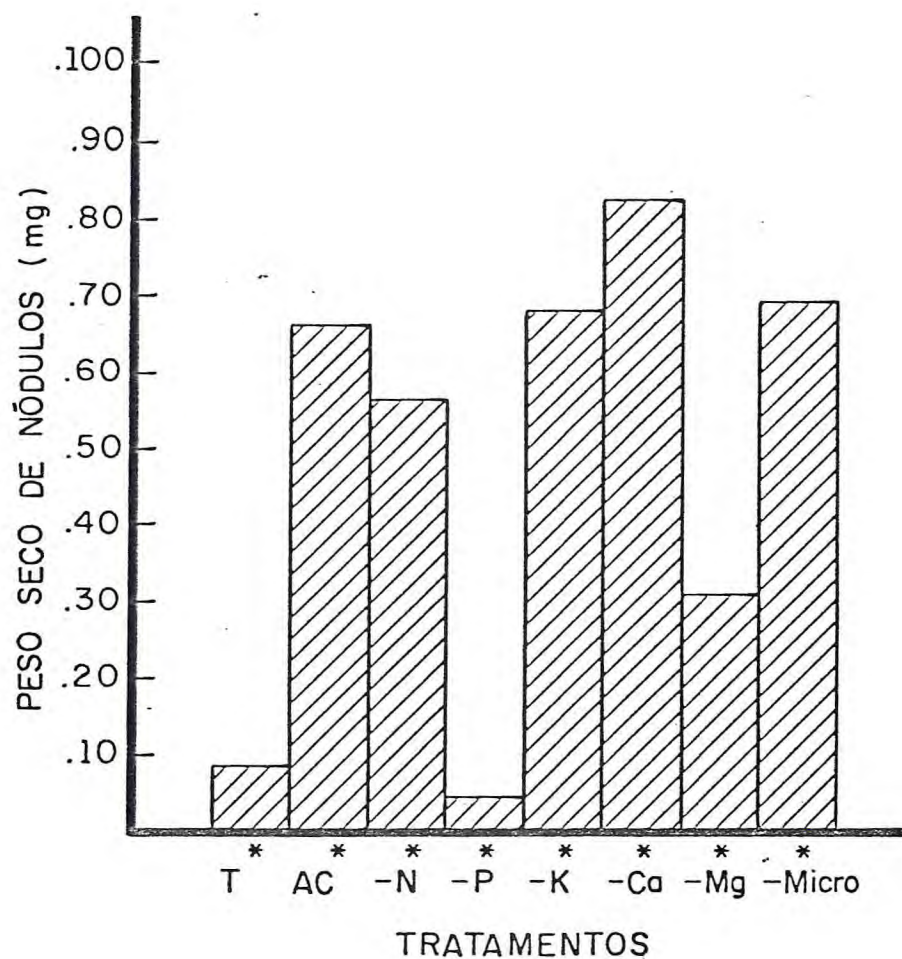


FIGURA 1 - Peso seco de nódulos relativos aos tratamentos inoculados e adubados em *L. leucocephala* (Lam.) de Wit.

TABELA 3 - Análise de variância referente ao peso seco dos nódulos de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TRATAMENTOS	(7)			
TESTEMUNHA X ADUBADOS	1	0,54	0,54	27 *
ADUBADOS	6	1,31	0,22	11 *
RESÍDUO	16	0,32	0,02	

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Resultados da aplicação do teste Tukey aos valores médios de peso seco de nódulos de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

		AC-Ca	AC-Micro	AC-K	AC	AC-N	AC-Mg
		0,82	0,69	0,67	0,66	0,56	0,31
AC-P	0,04	0,78 ⁺	0,65 ⁺	0,63 ⁺	0,62 ⁺	0,52 ⁺	0,27
AC-Mg	0,31	0,51 ⁺	0,38	0,36	0,35	0,25	
AC-N	0,56	0,26	0,13	0,11	0,10		
AC	0,66	0,16	0,03	0,01			
AC-K	0,67	0,15	0,02				
AC-Micro	0,69	0,13					

+ - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.
D.M.S._(0,05) = 0,39.

DOBEREINER (1968, 1969), FREIRE & VIDOR (1971), GOEPFERT (1971) e GOEPFERT & FREIRE (1972) em soja, GATES & WILSON (1974), em *S. humilis*, ANDREW (1962), EIRA et alii (1970), FRANÇA & CARVALHO (1970) e CARVALHO et alii (1971), em leguminosas tropicais, ALMEIDA et alii (1973), em feijão e GATES (1970) e CHENG et alii (1977), em leucena.

Como se depreende dos resultados apresentados pelo teste de Tukey (TABELA 4), a omissão de nitrogênio não diferiu do tratamento adubação completa. Desta forma, apoiado nas afirmações de ALMEIDA et alii (1973), com *P. vulgaris*, STAMFORD & NEPTUNE (1979), com *V. unguiculata* e GATES (1970) e HILL (1970), em leucena, podemos admitir que a adubação nitrogenada não afeta a produção da massa nodular, embora SOUTO & DOBEREINER (1970) e VASCONCELOS et alii (1974) tenham encontrado efeito favorável da adubação nitrogenada em soja; CARVALHO et alii (1971), em leguminosas tropicais, RUSCHEL & REUSZER (1973), em feijão; e COOKSLEY (1974), em leucena, obtiveram efeito desfavorável da adubação nitrogenada na nodulação.

Embora o solo em estudo fosse deficiente em potássio, a sua omissão não influenciou na nodulação. Isto se explica, principalmente, devido a intensa exploração da pequena área de solo pelas raízes da leguminosa, permitindo assim que esse nutriente não se tornasse limitante. Resultados diferentes foram encontrados por FRANCO & DOBEREINER (1967), em feijão, EIRA et alii (1970) e CARVALHO et alii (1971), em leguminosas tropicais.

O tratamento onde o cálcio foi omitido mostrou o maior peso de nódulos (TABELA 2), sugerindo que se este elemento não for limitante no solo (TABELA 1) não interfere no desenvolvimento dos nódulos. A essa mesma conclusão chegaram NORRIS (1959), ANDREW & HUTTON (1974), em leguminosas tropicais, ESQUIVEL (1965), MORALES et alii (1973) e LOPEZ et alii (1978) em experimentos com leucena. Entretanto FRANCO &

DOBEREINER (1967) observaram menor peso de nódulos nas plantas dos vasos sem o cálcio.

Embora a omissão do magnésio e dos micronutrientes não tenha diferido da adução completa (TABELA 4), no entanto mostra que estes elementos quando ausentes não afetam o desenvolvimento normal dos nódulos. RUSCHEL & REUSZER (1973) e FRANÇA et alii (1973) também não observaram influência do magnésio na nodulação. Entretanto, FRANCO & DOBEREINER (1967) e DOBEREINER & ARRUDA (1961) encontraram para feijão e soja respectivamente, resposta favorável à aplicação do magnésio.

4.2 - Peso seco da parte aérea

Na TABELA 5 são apresentados os resultados referentes ao peso seco da parte aérea. Pelos resultados, verifica-se que houve resposta favorável da inoculação, pois, comparativamente aos tratamentos não inoculados, os acréscimos foram de duas vezes e meia, aproximadamente, exceto no tratamento onde o fósforo foi omitido, em que ocorreu redução do peso seco da parte aérea. A exemplo do que ocorreu com a nodulação, a ausência do referido elemento, na ausência ou presença da inoculação, foi o fator limitante da produção de matéria seca da parte aérea. Respostas semelhantes foram encontradas por ANDREW (1962) e FRANÇA & CARVALHO (1970), EIRA et alii (1970) em leguminosas tropicais, NEME & LOVADINI (1967), FREIRE & VIDOR (1969), GOEPFERZ & FREIRE (1972), em soja, TAKAHASHI & RIPPERTON (1949) citados por HILL (1971b), em leucena.

A análise da variância (TABELA 6) só não revelou diferenças significativas para uma das causas da variação, ou seja, na decomposição da adubação + interação (A x B) para os tratamentos não inoculados e adubados.

TABELA 5 - Peso seco da parte aérea de *Leucaena leucocéphala* (Lam.) de Wit, e porcentagem em relação à Testemunha, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

	I N O C U L A Ç Ã O			
	S E M		C O M *	
	Peso (g)	% T	Peso (g)	% T
T	1,00	100,0	2,16	100,0
AC	2,90	290,0	4,23	195,8
AC-N	1,66	166,0	4,56	210,7
AC-P	2,20	220,0	2,03	93,8
AC-K	2,70	270,0	5,73	264,6
AC-Ca	2,83	283,0	5,16	238,5
AC-Mg	2,60	260,0	3,83	176,9
AC-Micro	3,60	360,0	6,86	316,9

* - Inoculação.

TABELA 6 - Análise de variância referente ao peso seco da parte aérea de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.M.	Q.M.	F
Testemunha sem inoculação x adubação	1	7,21	7,21	11,63*
Testemunha com inoculação x adubação	1	15,97	15,97	25,76*
Adubação (A)	6	35,64	5,94	9,58*
Inoculação (B)	1	41,00	41,00	66,13*
Interação (A x B)	6	13,62	2,27	3,66*
Adubação (A) + Interação (A x B)	(12)	49,26		
Sem Inoculação/Adubação	6	7,12	1,19	1,92ns
Com Inoculação/Adubação	6	42,14	7,02	11,32*
Resíduo	32	19,73	0,62	

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns - Não significativo.

Examinando-se a FIGURA 2 e a TABELA 5, observa-se que a adubação completa sem inoculação, promoveu um aumento de 190% em relação à testemunha. Porém, esse mesmo tratamento quando inoculado apresentou um acréscimo de apenas 95%. Mesmo assim, fica evidenciado o efeito favorável da inoculação, pois, em comparação ao não inoculado, ela duplicou o peso seco da parte aérea. A esse mesmo resultado chegaram LOPEZ et alii (1978, trabalhando com leucena. As adubações comparadas pelo teste de Tukey (TABELA 7) para os tratamentos inoculados, mostram que o tratamento AC evidenciou diferenças significativas somente em relação aos tratamentos completo menos micronutrientes e completo menos fósforo, sendo que este último, responsável pela menor produção diferiu de todos os outros tratamentos.

O tratamento onde o nitrogênio foi omitido, não se mostrou significativo em relação ao tratamento completo, evidenciando que a ausência deste nutriente na planta inoculada não prejudica a sua produção, o que já havia sido observado por JONES et alii (1970), em leguminosas tropicais, HILL (1970), COOKSLEY (1974) e VILELA & PEDREIRA (1976), em leucena. Entretanto, GARGANTINI & WUTKE (1966), RUSCHEL & REUSZER (1973), RUSCHEL et alii (1979), em feijão, concluíram que a adubação nitrogenada aumenta o peso seco da referida cultura. Por sua vez CARVALHO et alii (1971), em leguminosas tropicais, afirmou que a adição de nitrogênio mineral reduz significativamente a produção.

A omissão de potássio no tratamento completo não afetou a produção da massa seca, confirmando as observações de LOVADINI & MIYASAKA (1969), JONES & FREITAS (1970), FRANÇA & CARVALHO (1970), CARVALHO et alii (1971), em trabalhos com leguminosas tropicais, os quais não obtiveram resposta ao potássio, ao contrário de EIRA et alii (1970), que verificaram um aumento de produção em estilosantes, com a aplicação

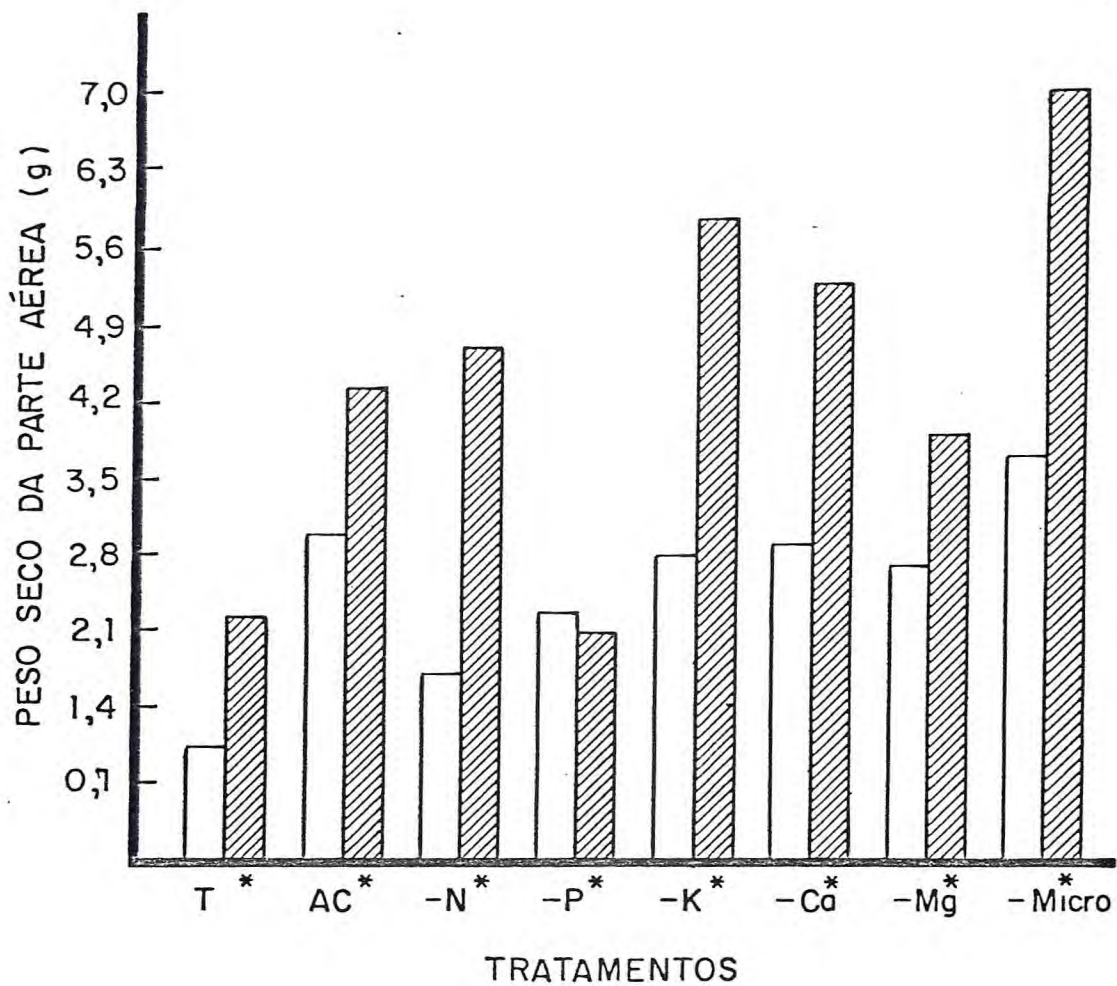


FIGURA 2 - Peso seco da parte aérea relativo aos tratamentos sem e com inoculação e adubação, em *L. leucocephala* (Lam.) de Wit.

TABELA 7 - Resultados da aplicação do teste Tukey aos valores médios de peso seco da parte aérea de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

		AC-Micro [*]	AC-K [*]	AC-Ca [*]	AC-N [*]	AC [*]	AC-Mg [*]
		6,87	5,73	5,17	4,57	4,23	3,83
AC-P [*]	2,03	4,84 ⁺	3,70 ⁺	3,14 ⁺	2,54 ⁺	2,20 ⁺	1,80
AC-Mg [*]	3,83	3,04 ⁺	1,90	1,34	0,74	0,40	
AC [*]	4,23	2,64 ⁺	1,50	0,94	0,34		
AC-N [*]	4,57	2,30 ⁺	1,16	0,60			
AC-Ca [*]	5,17	1,70	0,56				
AC-K [*]	5,73	1,14					

+ - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

D.M.S. (0,05) = 2,02.

* - Inoculação.

do referido elemento.

De acordo com as afirmações de MORALES et alii (1973) e LOPEZ et alii (1978), não há necessidade da aplicação de cálcio para aumentar a massa seca de leucena, em solo com pH de 6,2. Tal afirmativa vem confirmar os resultados apresentados na TABELA 7, embora TAKAHASHY & RIPPERTON (1949) citados por HILL (1971b), WU (1964) e NORRIS (1967) tenham encontrado em leucena, resposta à aplicação de cálcio, mas em solos ácidos.

O tratamento AC-Mg não diferiu significativamente do tratamento AC, estando de acordo com os resultados de FRANÇA et alii (1973), em soja. Entretanto RUSCHEL & REUSZER (1973), observaram que a omissão do magnésio causou efeito depressivo no peso seco da parte aérea do feijão.

O tratamento AC-Micro diferiu significativamente do tratamento completo, podendo-se inferir que a aplicação dos micronutrientes em conjunto tenha promovido um desbalanceamento nutricional, e que, possivelmente, esses elementos se encontravam no solo em formas assimiláveis e quantidades suficientes ao desenvolvimento da planta. Efeito semelhante foi obtido por WERNER & MATTOS (1972, 1974) em experimentos com centrosema e soja, respectivamente. Entretanto, EIRA et alii (1970), com soja, não verificaram efeito prejudicial na produção destas leguminosas pela adição conjunta dos micronutrientes.

4.3 - Nitrogênio total da parte aérea

Na FIGURA 3 e TABELA 8 são encontrados os teores de nitrogênio total da parte aérea. A análise de variância (TABELA 9) apresentou diferenças significativas para testemunha x adubação, entre adubação e entre inoculação e interação

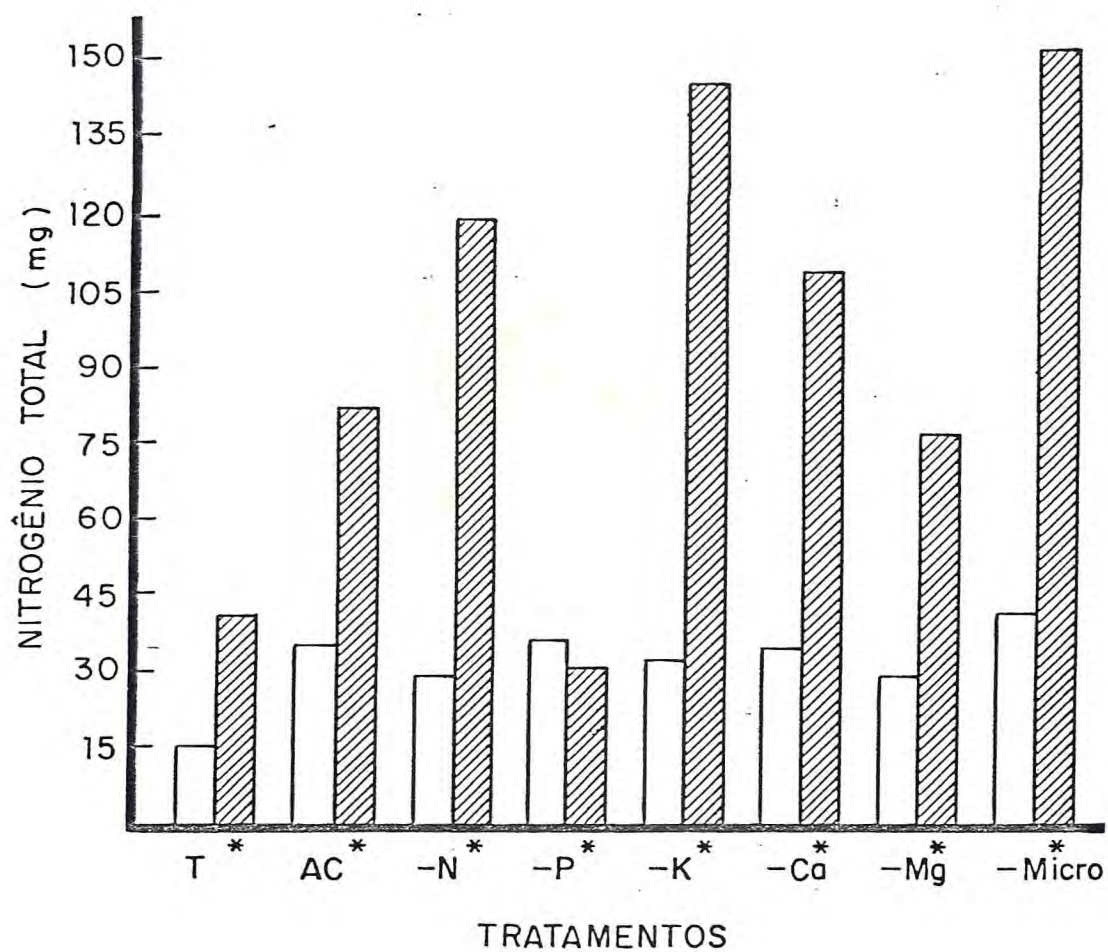


FIGURA 3 - Nitrogênio total absorvido da parte aérea relativo aos tratamentos sem e com inoculação e adubação, em *L. leucocephala* (Lam.) de Wit.

TABELA 8 - Nitrogênio total da parte aérea de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, e porcentagem em relação à Testemunha. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

	I N O C U L A Ç Ã O			
	S E M		C O M *	
	N Total (mg)	% T	N Total (mg)	% T
T	14,54	100,0	38,95	100,0
AC	32,55	223,9	77,32	198,5
AC-N	27,55	189,5	112,75	289,5
AC-P	33,61	231,1	28,85	74,1
AC-K	30,35	208,7	136,73	351,0
AC-Ca	31,75	218,4	102,63	263,5
AC-Mg	26,61	183,0	71,75	184,2
AC-Micro	38,61	265,5	142,61	366,1

* - Inoculação.

TABELA 9 - Análise de variância referente ao nitrogênio total da parte aérea de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Testemunha Sem Inoculação x Adubação	1	762,04	762,04	1,33ns
Testemunha Com Inoculação x Adubação	1	8.571,14	8.571,14	15,01*
Adubação (A)	6	15.080,60	2.513,43	4,40*
Inoculação (B)	1	43.705,84	43.705,84	76,54*
Interação (A x B)	6	14.016,54	2.336,09	4,09*
Adubação (A) + Interação (A x B)	(12)	29.097,14		
Sem Inoculação/Adubação	6	270,79	48,46	0,08ns
Com Inoculação/Adubação	6	28.806,35	4.801,06	8,41*
Resíduo	32	18.272,35	571,01	

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

ns - Não significativo.

(A x B). A decomposição da adubação + interação (A x B) mostra que a inoculação dentro da adubação diferiu significativamente. Na TABELA 10 são apresentados os resultados da aplicação do teste de Tukey às médias de nitrogênio total da parte aérea, obtido em função das fórmulas de adubação e em presença da inoculação.

Considerando-se o teor de nitrogênio total da parte aérea como variável mais adequada à avaliação da fixação simbiótica, verifica-se pelo exame da FIGURA 3 e da TABELA 9, que a inoculação apresentou diferença altamente significativa em relação aos tratamentos não inoculados. A esse mesmo resultado chegaram RUSCHEL & RUSCHEL (1975), em soja, RUSCHEL et alii (1979), em feijão comum, e ANDREW & ROBINS (1969) em leucena. De outra parte, o tratamento onde o fósforo foi omitido, de maneira idêntica aos parâmetros examinados anteriormente, foi o que mais limitou a produção de nitrogênio. Diversos pesquisadores, tais como SOUTO & DOBEREINER (1968, 1969), em soja, EIRA et alii (1970), FRANÇA & CARVALHO (1970), em leguminosas tropicais, GATES & WILSON (1974) e, *S. humilis* e ANDREW & ROBINS (1969) em leucena, também obtiveram o mesmo tipo de resposta.

Examinando-se ainda a TABELA 8, observa-se que todos tratamentos inoculados ou não, apresentaram aumentos no teor de nitrogênio em relação às suas respectivas testemunhas, exceto no tratamento inoculado e sem fósforo.

Analisando-se o efeito da inoculação nos tratamentos fertilizantes, através do teste de Tukey (TABELA 10), nota-se que a ausência de fósforo influenciou negativamente na quantidade de nitrogênio absorvido, embora seu efeito não tenha diferido estatisticamente do tratamento completo. Resultados semelhantes foram encontrados por CARVALHO et alii (1971) em leguminosas tropicais. Por outro lado, a ausência de microelementos proporcionou aumentos no teor de nitrogênio total, mesmo sem diferir dos tratamentos onde foram omitidos

TABELA 10 - Resultados da aplicação do teste Tukey aos valores médios de N total da parte aérea de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1981.

	AC-Micro*	AC-K*	AC-N*	AC-Ca*	AC*	AC-Mg*	
	142,61	136,73	112,75	102,63	77,32	71,75	
AC-P*	28,85	113,76 ⁺	107,88 ⁺	83,90 ⁺	73,78 ⁺	48,47	42,9
AC-Mg*	71,75	70,86 ⁺	64,98 ⁺	41,00	30,88	5,57	
AC*	77,32	65,29 ⁺	59,41	35,43	25,31		
AC-Ca*	102,62	39,98	34,10	10,12			
AC-N*	112,75	29,86	23,98				
AC-K*	136,73	5,88					

+ - Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

D.M.S. (0,05) = 61,35.

* - Inoculação.

o cálcio, o nitrogênio e o potássio.

A ausência de nitrogênio da adubação completa não acarretou nenhuma influência no teor daquele elemento, demonstrando que o nitrogênio fixado simbioticamente foi suficiente para elevar o teor de nitrogênio da planta a níveis comparáveis com aqueles proporcionados pela adubação nitrogenada (completa). Chegaram a essa mesma conclusão GATES (1970) e VILELA & PEDREIRA (1976) em leucena, embora GARGANTINI & WUTKE (1960) e RUSCHEL et alii (1979) em feijão comum, RUSCHEL et alii (1974) e RUSCHEL & RUSCHEL (1975) em soja, tenham afirmado que, a adição de nitrogênio mineral aumenta o teor deste elemento na planta. De outra parte, WEBER (1966), SOUTO & DOBEREINER (1970) em soja (*G. javanica*) e STAMFORD & NEPTUNE (1979) verificaram que grandes doses de nitrogênio aplicadas, não favorecem a fixação deste elemento.

A omissão de potássio do tratamento completo não afetou a assimilação de nitrogênio em leucena. Tais resultados são concordantes com os encontrados por FRANÇA & CARVALHO (1970) e CARVALHO et alii (1971) em leguminosas tropicais. Entretanto FRANCO & DOBEREINER (1961) em feijão e EIRA et alii (1970) em leguminosas tropicais verificaram que o potássio influe na fixação de nitrogênio.

Com relação ao efeito do magnésio, o trabalho de FRANÇA et alii (1973) em soja confirma os resultados aqui encontrados, porém em desacordo com FRANÇA & DOBEREINER (1967) em feijão e DOBEREINER & ARRUDA (1967) em soja, os quais obtiveram resposta favorável do magnésio quanto a fixação de nitrogênio.

A ausência dos micronutrientes em conjunto, proporcionou aumento no teor de nitrogênio em leucena. Resposta semelhante também foi observada por WEBER & MATTOS (1974), em soja perene. Porém, CARVALHO et alii (1971) não encontraram, em leguminosas, influência dos micronutrientes na fixação de

nitrogênio. Por sua vez, EIRA et alii (1970), em leguminosas forrageiras, constataram efeito favorável dos microelementos no teor de nitrogênio. Nas condições deste experimento, a ação conjunta dos micronutrientes na adubação completa não foi favorável ao processo de fixação de nitrogênio por leucena.

Em face do que foi evidenciado pela análise dos resultados, parece-nos que a inoculação na ausência de fósforo, provoca efeito depressivo mais severo na produção de matéria seca e peso de nódulos do que no teor de nitrogênio.

5 - CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento podemos concluir que:

- Para que haja nodulação é necessário que as sementes de leucena sejam inoculadas com *Rhizobium* específico.
- A inoculação exerce influência altamente significativa no peso seco de nódulos e da parte aérea, como também na fixação simbiótica do nitrogênio.
- A ausência de fósforo reduz o efeito da inoculação, afetando também o peso seco de nódulos, a produção de matéria seca, a fixação do nitrogênio.
- A aplicação conjunta dos micronutrientes não favorece ao aumento de peso seco da parte aérea, nem a fixação do nitrogênio.
- A omissão dos demais elementos, exceto o fósforo, não influe na fixação de nitrogênio atmosférico.

6 - LITERATURA CITADA

- AGROCERES, S.A. Imp. Exp. Ind. e Comércio, Fortaleza. Melhores pastagens para o Nordeste. Fortaleza, 1979. 28p.
- ALMEIDA, D.L.; PESSANHA, G.G. & PENTEADO, A.F. Efeito da calagem e da adubação fosfatada e nitrogenada na nodulação e produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Pesq. agropec. bras., Ser. Agron., Rio de Janeiro, 8 : 127-30, 1973.
- ANDREW, C.S. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: A REVIEW OF NITROGEN IN THE TROPICS WITH PARTICULAR REFERENCE TO PASTURES. Bull. 46, Cammenw. Bur. Past. Field Crops., Hurley Berkshire, 1962, p. 130-46.
- ANDREW, C.S. & HUTTON, E.M. Effect of pH and calcium on the growth tropical pasture legumes. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 12nd, Moscow, Russia, 1974. p. 21-5.
- ANDREW, C.S. & ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the growth and chemical composition of some tropical pasture legumes. II. Nitrogen, magnesium, potassium and sodium contents. Aust. J. Agric. Res., Melbourne, Vic., 20 (4) : 675-85, 1969.
- BREWBAKER, J.L. & HYLIN, J.W. Variations in mimosina content among *Leucaena* species and related mimosaceae. Crop. Sci., Madison, Wis., 5 : 348-9, 1965.
- CARVALHO, M.M.; FRANÇA, G.E.; BAHIA FILHO, A.F.C. & MOZZER, O.L. Ensaio exploratório de fertilização de seis leguminosas tropicais em um latossolo vermelho-escuro, fase mata. Pesq. agropec. bras., Ser. Agron., Rio de Janeiro, 6 : 285-90, 1971.

- CHATTERJEE, B.N. & SINGH, R.D. Some promising forage legumes. Allahabad Furr., 40 (5) : 225-6, 1966.
- CHENG, T.K.; CHEE, W.C. & SIDHU, A.S. Establishment of *Leucaena leucocephala* on the acidic inland soils of Peninsular Malaysia - Effect of lime, inoculation, pelleting and phosphorus on the establishment of *L. leucocephala*. MARDI Res. Bull., 5 (2) : 10-20, 1977.
- COOKSLEY, D.G. A study of preplanting herbicidas, nitrogen, burning and post-emergency cultivation on the establishment of *Leucaena leucocephala* cv. Peru. Qd. J. Agric. Anim. Sci. Brisbane, Qd., 31 (3) : 271-8, 1974.
- DIJKMAN, M.J. *Leucaena* a promising soil erosion control plant. Econ. Bot., Lancaster, Pa., 4 : 337-49, 1950.
- DÖBEREINER, J. & ARRUDA, N.B. Interrelações entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 2 : 475-87, 1967.
- EIRA, P.A.; ALMEIDA, D.L. & SILVA, W.C. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosas forrageiras em um solo podzólico vermelho-amarelo. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE *Rhizobium*, 5. Rio de Janeiro, 1970. Anais. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro Sul. 1970. p. 121-38.
- EPSTEIN, E. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos, Ed. da Universidade de São Paulo, 1975. p. 213-34.
- ESQUIVEL, C. Factores que afectan la nodulación de las leguminosas en los tropicos. Turrialba, Costa Rica, 15 (3) : 252-3, 1965.

- FRANÇA, G.E.; BAHIA FILHO, A.F.C. & CARVALHO, M.M. Influência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio na soja perene var. Tinaroo (*Glycine wightii*) em solo de cerrado. Pesq. agropec. bras., Ser. Agron., Rio de Janeiro, 8 : 197-202, 1973.
- FRANÇA, G.E. & CARVALHO, M.M. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5 : 147-53, 1970
- FRANCO, A.A. & DÖBEREINER, J. Especificidade hospedeira na simbiose com *Rhizobium*-feijão e influência de diferentes nutrientes. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 2 : 467-74, 1967.
- FREIRE, J.R.J. & VIDOR, C. Efeito da pilulação, calagem e superfosfato na nodulação e produção de matéria seca de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, XII, Curitiba, 1969. Anais.
- . Fatores limitantes dos solos ácidos na simbiose de *Rhizobium* e as leguminosas. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DE PESQUISA COM LEGUMINOSAS TROPICAIS, Rio de Janeiro, 1970. As leguminosas na Agricultura Tropical. Anais. Rio de Janeiro, IPEACS, 1971. p. 211-47.
- FREITAS, L.M.M. Adubação de leguminosas tropicais. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIA E PLANEJAMENTO DE PESQUISA COM LEGUMINOSAS TROPICAIS, Rio de Janeiro, 1970. As leguminosas na Agricultura Tropical. Anais. Rio de Janeiro, IPEACS, 1971. p. 193-210.
- GARGANTINI, H. & WUTKE, A.C.P. Fixação de nitrogênio do ar pelas bactérias que vivem associadas às raízes do feijão de porco e do feijão baiano. Bragantia, Campinas, 19 (40) : 639-52, 1960.

- GATES, C.T. Physiological aspects of the rhizobial symbiosis in *Stylosanthes humilis*, *L. leucocephala* and *P. atropurpureus*. In; INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11, Surfers, Paradise, Qd., Australia, 1970. p. 442-6.
- GATES, C.T. & WILSON, J.R. The interaction of 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. Importância do fósforo na nodulação e no rendimento da soja (*Glycine max*). Agron. sulriograndense, Porto Alegre, 7 (1) : 5-9, 1971.
- GOEPFERT, C.F. & FREIRE, J.R.J. Experimento sobre o efeito da calagem e do fósforo em soja (*Glycine max*). Agron. sulriograndense, Porto Alegre, 8 : 181-6, 1972.
- GRAY, S.G. A review of reserarch of *Leucaena*. Trop. Grassl., Brisbane, Qd., 2 (1) : 19-30, 1968.
- . Breeding *Leucaena leucocephala* for Quuensland. Trop. Grassl., Brisbane, Qd., 3 (1) : 79-80. 1969.
- GUSS, A. & DÖBEREINER, J. Efeito da adubação nitrogenada e da temperatura do solo na fixação do nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris*). Pesq. agropec. bras., Ser. Agron., Rio de Janeiro, 7 : 87-92, 1972.
- HILL, G.D. Grazing under coconuts in the Marobe District. Papua New Guinea agric. J., Port Moresby, 21 (1) : 10-2, 1969.
- . Effects of enviroment on the growth of *Leucaena leucocephala*. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 36 (4) : 301. 1970.

- HILL, G.D. *Leucaena leucocephala* for pastures in the tropics; a review article. Herb. Abstr., Hurley, Berks, 41 (2) : 111-9, 1971a.
- . Studies on the growth of *Leucaena leucocephala*. II Effects of lime at sowing on production from a low calcium status soil of the Sogeri Plateau. Papua New Guinea agric. J., Port Moresby, 22 (2) : 69-72, 1971b.
- HUTTON, E.M. & GRAY, S.C. Problems in adapting *Leucaena glauca* as a forage for the Australian tropics. Emp. J. Exp. Agric. 27 (107) : 187-96, 1959.
- JONES, M.B. & FREITAS, L.M.M. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num latossolo vermelho-amarelo de campo cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5 : 91-9, 1970.
- JONES, M.B.; QUAGLIATO, J.L. & FREITAS, L.M.M. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais a aplicação de nutrientes minerais, em três solos de campo cerrado. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 5 : 209-14, 1970.
- KINCH, D.M. & RIPPERTON, J.C. Koa haole, production and processings. Hawaii Agric. Exp. Station, Honolulu, 1962. 58p. (Bulletin 129).
- KLUTHCOUSKI, J. Leucena: alternativa para a pequena e média agricultura. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1980. 12p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular técnica 6).
- LOPEZ, M.; FRIAS, R. & TABOADA, J. Influência de la inoculación y el calcio en el desarrollo y nodulación de *Leucaena leucocephala*. In: REUNION LATINO AMERICANA SOBRE *Rhizobium*, 9, México, 1978. p. 93-104.
- LOVADINI, L.A.C. & MIYASAKA, S. Adubação de leguminosas forrageiras tropicais. Nova Odessa, São Paulo, 1969. 7p. (mimeografado).

- MORALES, V.M.; GRAHAM, P.H. & CAVALLO, R. Influência del método de inoculación y el encalamiento del suelo de Cariagua (Llanos Orientales, Colombia) en la nodulación de leguminosas. Turrialba, Costa Rica, 23 (1) : 52-5, 1973.
- NEME, N.A. & LOVADINE, L.A.C. Efeito de adubos fosfatados e calcário na produção de soja perene (*Glycine javanica* L.) em "terra de cerrado". Brangantia, 26 (28) : 365-71, 1967.
- NORRIS, D.O. The role of calcium and magnesium in the nutrition of *Rhizobium*. Aust. J. Agric. Res. 10 (5) : 651-98, 1959.
- . The intelligent use of inoculants and lime pelleting for tropical legumes. Trop. Grassl., Brisbane, Qd., 1 : 107-21, 1967.
- . Seed pelleting to improved nodulation of tropical and subtropical legumes. V. The contrasting to lime pelleting of two *Rhizobium* strains on *Leucaena leucocephala*. Aust. J. Exper. Agric. Anim. Husb., Melbourne, Vic., 13 (60) : 98-101, 1973.
- OAKES, A.J. & SKOV, O. Some woody legumes as forage crops for the dry tropics. Trop. Agric., Trinidad, 39 : 281-7, 1962.
- . Yield trials of *Leucaena* in the U.S. Virgin Islands. J. Agric. Univ. Puerto Rico, Rio Piedras, 51 : 176-81, 1967.
- 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.
- RUSCHEL, A.P. & EIRA, P.A. Fixação simbiótica do nitrogênio na soja (*Glycine max* (L.) Merrill): Influência da adição cálcio ao solo e molibdênio ao revestimento da semente. Pesq. agropec. bras. Rio de Janeiro, 4 : 103-7, 1969.

- RUSCHEL, A.P. & REUSZER, H.W. Fatores que afetam a simbiose, *Rhizobium phaseoli* - *Phaseolus vulgaris*. Pesq. agropec. bras., Ser. Agron., Rio de Janeiro, 8 : 227-92, 1973.
- RUSCHEL, A.P. & RUSCHEL, R. Avaliação da fixação simbiótica do nitrogênio em feijão. Pesq. agropec. bras., Ser. Agron., Rio de Janeiro, 10 : 11-7, 1975.
- RUSCHEL, A.P.; BRITTO, D.P.P. & DÖBEREINER, J. Fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). II. Influência do magnésio, do boro, do molibdênio e da calagem. Pesq. agropec. bras., Rio de Janeiro, 1 : 141-5, 1966.
- RUSCHEL, A.P.; SAITO, S.M.T. & TULMANN NETO, A. Eficiência da inoculação de *Rhizobium* em *Phaseolus vulgaris* L. I. Efeito de fontes de nitrogênio e cultivares. R. Bras. Ci. Solo, 3 : 13-7, 1979.
- RUSCHEL, A.P.; RUSCHEL, R., ALMEIDA, D.L. & SUHET, A.R. Influência do nitrogênio em soja. Pesq. agropec. bras., Ser. Agron. Rio de Janeiro, 9 : 125-9, 1974.
- SOUTO, S.M. & DÖBEREINER, J. 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., Rio de Janeiro, 3 : 215-21, 1968.
- . 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. agropec. bras., Rio de Janeiro, 4 : 59-66, 1969.
- . Problems in the establishment of perennial soybean (*Glycine javanica* L.) in a tropical region. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 11, Surfers Paradise, Qd., Australia, 1970. p. 127-31.

- STAMFORD, N.P. & NEPTUNE, A.M.L. Efeitos do potássio, na presença de N-mineral, na nodulação, crescimento e absorção de nutrientes por *Vigna unguiculata*. In: CONG. BRAS. CIENC. SOLO, 17, Manaus, 1979. Resumos. Rio de Janeiro, SBCS.
- TAKAHASHY, M. & RIPPERTON, J.C. Koa haole (*Leucaena glauca*) its establishment, culture and utilization as a forage crop. Honolulu, Hawaii Agricultural Experiment Station, 1949. 56 p. (Bulletin 100).
- TRINICK, M.J. Nodulation of tropical legumes. I. Specificity in the *Rhizobium* symbiosis of *Leucaena leucocephala*. Exper. Agric., London, 4 (3) : 243-53, 1968.
- VASCONCELOS, I.; PAIVA, J.B. & FROTA, J.N.E. Efeito da interação rizóbio-adubação nitrogenada em soja, *Glycine max* (L.) Merr. Ciên. Agron., Fortaleza, 4 (1-2) : 99-104, 1974
- VILELA, E. & PEDREIRA, J.V.S. Efeitos de densidades de semeadura e níveis de adubação nitrogenada no estabelecimento de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. B. Indust. Anim., Nova Odessa, São Paulo, 33 (2) : 251-80, 1976.
- VINCENT, J.M. Influence of calcium and magnesium on the growth of *Rhizobium*. J. Gen. Microbiol. 28 : 653-63, 1962.
- WEBER, C.R. Nodulating and non nodulating soybean isolines. II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. Agron. J., 58 : 46-9, 1966.
- WERNER, J.C. & MATTOS, H.B. Ensaio de fertilização com alguns micronutrientes em soja perene, *Glycine wightii*, Willd. B. Indust. Anim. Nova Odessa. São Paulo, 31 (2) : 313-24, 1974.
- . Estudos de nutrientes da centrosema, *Centrosema pubescens* Benth. B. Indust. Anim., Nova Odessa, São Paulo, 29 (2) : 375-91, 1972.

WU, M.H. Effect of lime, molybdenum and inoculation of rhizobia on the growth of *Leucaena glauca* on acid soil. J. agric. Assoc. China, Nanking, 47 (1) : 57-60, 1964.

DAT./GN/82.