

EFEITOS DA FERTILIZAÇÃO E DA INOCULAÇÃO NA FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO NITROGÊNIO PELO FELJÃO-DE-CORDA, *Vigna sinensis* (L.) Savi.

POR

ALUISIO BRIGIDO BORBA FILHO

Dissertação apresentada ao Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a Obtenção do Grau de "Mestre em Fitotecnia".

Fortaleza - Ceará
FEVEREIRO/1978

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para obtenção do Grau de "Mestre em Fitotecnia".

Reprodução parcial permitida exclusivamente com referência da fonte e autor.

ALUISIO BRIGIDO BORBA FILHO

APROVADA em 27 de fevereiro de 1978.

Prof. LINDBERGUE ARAÚJO CRISÓSTOMO, PhD

- Orientador -

Prof. JOSÉ ILO PONTE DE VASCONCELOS, Engº Agrônomo

Prof. JOSÉ FERREIRA ALVES, MS

Prof. JOSÉ BRAGA PAIVA, Engº Agrônomo

Aos meus pais
ALUISIO e IMENES

À minha esposa
ANELIZA

e

Ao meu filho
ANDRÉ

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Ciências Agrárias da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Pós-Graduação;

Ao Programa de Educação Agrícola Superior - PEAS - pela concessão de bolsa de estudo durante o Curso de Pós-Graduação;

Ao Convênio SUDENE/UFC para Pesquisa e Experimentação com a Cultura do Feijoeiro, pelo apoio material aos experimentos;

Ao Professor LINDBERGUE ARAÚJO CRISÓSTOMO, pela orientação e empenho ao desenvolvimento do trabalho;

Aos Professores ILO VASCONCELOS e JOSÉ FERREIRA ALVES, pelos esclarecimentos, sugestões e revisão dos originais;

Ao Professor JOSÉ BRAGA PAIVA, pelas importantes sugestões apresentadas;

À Srta. TERESINHA DE JESUS PINTO FARIAS, pelo auxílio nos trabalhos datilográficos;

Aos funcionários do Laboratório de Solos do Centro de Ciências Agrárias da UFC, pela colaboração nas análises efetuadas, e

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização do presente trabalho.

C O N T E Ú D O

	<u>PÁGINA</u>
LISTA DAS TABELAS	vi
LISTA DAS FIGURAS	viii
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DA LITERATURA	2
MATERIAL E MÉTODOS	9
EXPERIMENTO 1	10
EXPERIMENTO 2	11
PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
EXPERIMENTO 1	14
SOLO 1	14
SOLO 2	20
SOLO 3	24
EXPERIMENTO 2	29
SOLO 1	29
SOLO 2	34
SOLO 3	39
RESUMO E CONCLUSÕES	45
LITERATURA CITADA	47

LISTA DAS TABELAS

<u>TABELA</u>		<u>PÁGINA</u>
1	Algumas Características Químicas e Físicas dos Solos Utilizados nos Experimentos de Fertilização do Feijão-de-Corda. Fortaleza, Ceará, 1977	13
2	Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977	16
3	Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos e Peso Seco da Parte Aérea do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977	17
4	Análises da Variância Relativas ao Peso Seco dos Nódulos e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977 ..	18
5	Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 2 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977	21
6	Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 2 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977	22
7	Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 3 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977	25
8	Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 3 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977	26
9	Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977	31

TABELAPÁGINA

10	Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977	32
11	Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 2 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977	36
12	Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 2 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977	37
13	Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 3 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977	41
14	Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 3 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977	42

LISTA DAS FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
1	Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os níveis de nitrogênio aplicados, com ou sem inoculação, no Solo 1 - Experimento 1 ..	19
2	Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os níveis de nitrogênio aplicados, com ou sem inoculação, no Solo 2 - Experimento 1 ..	23
3	Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os níveis de nitrogênio aplicados, com ou sem inoculação, no Solo 3 - Experimento 1 ..	27
4	Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os tratamentos aplicados no Solo 1 - Experimento 2	33
5	Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os tratamentos aplicados no Solo 2 - Experimento 2	38
6	Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os tratamentos aplicados no Solo 3 - Experimento 2	43

INTRODUÇÃO

O feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi, conhecido ainda, entre outras denominações, por caupi, feijão macassar e feijão baiano, é de especial importância para a região Nordeste por ser o principal tipo de legume ali cultivado e constituir uma das bases alimentares da população, apresentando alto valor nutritivo, com cerca de 23% de proteínas.

No Ceará, esta leguminosa tem grande valor econômico, com estimativa de consumo "per capita" anual em torno de 40 kg na zona rural e 30 kg na zona urbana, sendo responsável por 95% da produção dos feijões cultivados. O restante está dividido entre o feijão comum, *Phaseolus vulgaris* L., com 3% e o feijão-fava, *Phaseolus lunatus* L., com 2%.

A posição ocupada pelo Ceará, entre os maiores produtores de feijão do país e do Nordeste, pode ser considerada satisfatória, porém, o rendimento médio de 360 kg/ha para o Estado é ainda inferior ao da região, que é de aproximadamente 500 kg/ha. Esta baixa produtividade é causada, principalmente, pela irregularidade das chuvas, uso de variedades pouco produtivas e métodos inadequados de cultivo, como sejam, consórcios impróprios, falta de controle de pragas e moléstias e pouco ou nenhum uso de fertilizantes e corretivos do solo.

Experimentos com adubação química têm mostrado resultados favoráveis desta prática na cultura do feijão-de-corda. Entretanto, a fixação do nitrogênio atmosférico, que se dá através da simbiose entre leguminosas e bactérias do gênero *Rhizobium*, pode fornecer grande parte do nitrogênio utilizado pela cultura, diminuindo os custos de produção.

A quantidade de nitrogênio fixado, que atinge cifras elevadas, está, porém, sujeita a vários fatores, entre eles a disponibilidade de certos nutrientes no solo ou seu fornecimento através de adubações.

O propósito deste trabalho foi o de verificar os efeitos da inoculação e da aplicação de fertilizantes em feijão-de-corda, objetivando o incremento da produção.

REVISÃO DA LITERATURA

Os trabalhos desenvolvidos com feijão-de-corda no Nordeste e em especial no Ceará, visando aspectos de adubação, são de certa forma ainda pouco numerosos, porém, já fornecem dados indicativos da importância da aplicação de fertilizantes nesta cultura.

PAIVA, ALBUQUERQUE e BEZERRA (1971), em experimentos realizados em quatro localidades do Ceará, para determinar os efeitos da adubação mineral em feijão-de-corda, encontraram aumentos significativos para nitrogênio e fósforo, enquanto o potássio não mostrou efeito significativo em nenhuma das localidades, sendo que os maiores aumentos foram obtidos na presença de fósforo. Referidos autores obtiveram em 1974, aumentos significativos na produção de feijão-de-corda com adubação N-P-K. As maiores produções foram conseguidas com a fórmula 30-40-30. PAIVA, ALVES e FROTA (1973) encontraram aumentos significativos na produção de feijão-de-corda com aplicação de 60, 90 e 120 kg de P_2O_5 /ha. As doses mais elevadas de nitrogênio (120 kg/ha) e fósforo (160 kg/ha) causaram decréscimo na produção, embora sem significância estatística. Por sua vez, VASCONCELOS et al. (1976) e VASCONCELOS et al. (1977) obtiveram em podzólico do Ceará, resultados que indicam serem desnecessárias a inoculação artificial e a adubação nitrogenada para o feijão-de-corda.

PAIVA e ALBUQUERQUE (1970) verificaram que o feijão-de-corda reagiu bem à adubação nitrogenada. O aumento de produção foi de forma linear, tendo a dose de 120 kg de N/ha produzido um incremento da ordem de 40% em relação à testemunha (sem adubo). A interação nitrogênio x fósforo apresentou-se significativa. Entretanto, REBOUÇAS (1976) verificou que a cultura do feijão-de-corda parece não responder à aplicação de fertilizantes nitrogenados. Sugere no entanto, que aumentos na produção poderiam ser obtidos com o uso de fertilizantes fosfatados. Estudando as respostas do feijão-de-corda à adubação fosfatada, TÁVORA, ALVES e NUNES (1971) constataram diferença significativa entre os tratamentos adubados e a testemunha. Doses superiores a 50 kg/ha ocasionaram diminuição da produção.

Com respeito ao aproveitamento do nitrogênio atmosférico, através da simbiose com *Rhizobium*, GARGANTINE e WUTKE (1960) encontraram como máximo de fixação para o feijão baiano 73 kg de nitrogênio por hectare. Estes resultados concordam com as observações de BRAKEL e MANIL (1965) citados por RUSCHEL e RUSCHEL (1975a) os quais, utilizando a prática da inoculação das sementes, obtiveram aumentos significativos na produção de feijão, comparáveis aos de plantios que receberam 50 kg de nitrogênio por hectare.

GUSS e DOBEREINER (1972), em experimentos conduzidos em casa-de-vegetação, usando vasos com temperatura abaixo da ambiente, verificaram que algumas estirpes de *Rhizobium phaseoli*, inoculadas em feijão comum, fixavam nitrogênio equivalente ao fornecido por uma adubação mineral com 46 ppm do elemento. Com a aplicação de 23 ppm de nitrogênio no plantio ou 20 dias após, observaram aumento no número e peso dos nódulos e no desenvolvimento das plantas.

RUSCHEL e RUSCHEL (1975a) constataram a eficiência da inoculação do feijão comum, através do aumento do peso da planta e do nitrogênio total, evidenciando um acréscimo de proteína na planta como resultado da fixação simbiótica de nitrogênio. Demonstraram também que tal fixação poderá ser avaliada no feijoeiro, através do peso seco em plantas com 65 dias ou utilizando-se o teor de nitrogênio total da parte aérea em plantas com 50 dias.

FRANCO e DOBEREINER (1967) observaram a influência de diferentes nutrientes na simbiose de estirpes de *Rhizobium phaseoli* com variedades de *Phaseolus vulgaris*. O molibdênio, que se mostrou essencial à fixação do nitrogênio, quando em excesso, prejudicou mais o processo da simbiose que o do desenvolvimento das plantas. Potássio e magnésio foram prejudiciais para a simbiose e fixação do nitrogênio, enquanto o cálcio foi indispensável ao processo. O adubo nitrogenado agiu diferentemente na fixação das variedades, inibindo a nodulação na Rico 23.

RUSCHEL e REUSZER (1973), pesquisando os fatores que afetam a simbiose de *Rhizobium phaseoli* com *Phaseolus vulgaris*, verificaram que, na ausência de molibdênio, as plantas não apresentaram modificação no seu peso seco ou no peso dos nódulos, porém, o percentual de nitrogênio da parte aérea foi menor em um dos experimentos. A ausência de magnésio determinou diminuição no peso seco da parte aérea das plantas. Com relação ao nitrogênio, foi observada tendência de maior nodulação na ausência do referido elemento. Entretanto, FRANCO e DOBEREINER (1968), trabalhando com duas variedades de *Phaseolus vulgaris* verificaram, em ambas, incremento da nodulação pela adubação com 10 ppm de nitrogênio, diferindo este efeito com a variedade de feijão e os níveis de cálcio empregados. A dose de 40 ppm de nitrogênio reduziu a nodulação em todos os tratamentos, exceto na variedade Rico 23, nos dois menores níveis de cálcio empregados. Com o aumento das dosagens, o cálcio incrementou o peso médio dos nódulos, enquanto o nitrogênio tendeu a diminuí-lo.

ALMEIDA, PESSANHA e PENTEADO (1973) constataram aumento significativo na produção do feijoeiro comum pela aplicação de nitrogênio mineral, fósforo e calcário, com efeito linear para os dois últimos. Com relação à nodulação, verificaram que o peso seco dos nódulos foi favorecido pela aplicação de calcário e fósforo, tendo este, ação significativa sobre o acréscimo do peso seco das plantas colhidas na época da floração.

GOEPFERT e JARDIM FREIRE (1973), em experimentos com feijoeiro comum em três latossolos ácidos, observaram que a calagem aumentou a produção de matéria seca e o nitrogênio total das plantas naqueles solos. Por sua vez, CUNHA, ALBUQUERQUE e VERDE (1971) verificaram, em experimento com *Phaseolus vulgaris*, que o fósforo aumentou a produção em mais de 100%, enquanto o nitrogênio e o potássio não apresentaram aumentos significativos. Entretanto, PONS e GOEPFERT (1975), estudando o efeito da adubação nitrogenada na referida cultura, em podzólico vermelho-amarelo, durante dois anos, não constataram acréscimo no 1º ano, porém efeito favorável foi encontrado no ano seguinte. Verificaram, outrossim, que o peso seco dos nódulos diminuiu com doses crescentes de nitrogênio no período considerado.

Os estudos sobre a fixação simbiótica do nitrogênio e a ação que os agentes ambientais exercem sobre este processo, têm-se desenvolvido com maior intensidade na cultura da soja. ARRUDA, DOBEREINER e GERMER (1968) em três experimentos de campo com a citada cultura, verificaram que a calagem teve efeito significativo em apenas um deles. A inoculação superou os efeitos da adubação nitrogenada em um dos experimentos, enquanto noutro, ocorreu o inverso. Em dois experimentos observaram regressão linear altamente significativa entre o peso dos nódulos e a produção, indicando que a fixação simbiótica foi fator limitante da produção, especialmente na ausência de adubação nitrogenada.

GUIMARÃES et al. (1976), estudando a resposta da soja inoculada com *Rhizobium japonicum* à fertilização nitrogenada, em três localidades de Minas Gerais (Viçosa, Capinópolis e Lavras), encontraram resposta quanto à produção de grãos em todas elas. Por sua vez, RIOS e SANTOS (1973), apreciando o efeito da adubação nitrogenada na citada cultura, verificaram que o número e o peso total dos nódulos não sofreram influência do nitrogênio usado nas doses de 40 e 60 kg/ha. Entretanto a dose de 120 kg de N/ha aplicada no 2º ano, prejudicou a formação de nódulos. O nitrogênio determinou menor peso médio dos nódulos formados logo após sua utilização.

WEBER (1966) observou que a quantidade de nitrogênio fixada simbioticamente em soja, decrescia com o incremento das doses daquele elemento aplicadas. Peso, número e tamanho dos nódulos estavam diretamente relacionados com o aumento do nitrogênio fixado, e inversamente correlacionados com o acréscimo de nitrogênio adicionado ao solo. VASCONCELOS, PAIVA e FROTA (1974), por sua vez, encontraram efeito favorável da interação rizóbio versus moderada adubação nitrogenada (30 kg de N/ha) na cultura da soja.

DOBEREINER e ARRUDA (1967), conduzindo experimentos para verificar a interferência da nutrição na nodulação de variedades de soja, observaram que a calagem estimulou a nodulação e a fixação de nitrogênio nas variedades utilizadas, as quais responderam diferentemente à adubação nitrogenada. Constataram, ainda, que a variedade de fácil nodulação foi

mais prejudicada com doses mais elevadas de nitrogênio do que a de difícil nodulação. O magnésio estimulou a nodulação e a fixação de nitrogênio das variedades utilizadas, enquanto o potássio parece ter exercido efeito contrário. Estas observações estão em concordância com a afirmação de VAN SCHREVEN (1958), citado por FRANCO e DOBEREINER (1967), de que o cálcio é importante para o desenvolvimento do hospedeiro, formação e crescimento dos nódulos, afetando ainda o estado de outros elementos e o pH do solo. Este, por sua vez, influi decisivamente sobre a vida do rizóbio no solo.

Em experimento de casa-de-vegetação com soja perene, SOUTO e DOBEREINER (1968) observaram aumento na produção pela adubação com fósforo, demonstrando a necessidade de elevados níveis deste elemento (60 ppm de P_2O_5), por ocasião do estabelecimento das plantas novas.

RUSCHEL, BRITTO e CARVALHO (1969), estudando os efeitos do boro, molibdênio e zinco aplicados ao revestimento de sementes de soja, observaram efeito prejudicial da interação boro-molibdênio para a massa nodular, enquanto a interação molibdênio-zinco aumentou o peso dos nódulos. Boro e zinco, aplicados juntamente aos diferentes revestimentos, aumentaram o tamanho dos nódulos e o peso seco das plantas. O molibdênio apresentou efeito significativo na porcentagem de nitrogênio das plantas, quando aplicado nos diferentes revestimentos. Por outro lado, ANGHINONI, FIORESE e MORAES (1976) verificaram que boro, zinco e enxofre, aplicados em soja, não provocaram efeitos significativos sobre a nodulação.

Utilizando diferentes fertilizantes nitrogenados e inoculação, RUSCHEL et al. (1974) verificaram que todos eles prejudicaram a nodulação da soja, 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, sugerindo sinergia entre a absorção do nitrogênio do solo e a fixação do nitrogênio atmosférico. Em experimento semelhante, RUSCHEL e RUSCHEL (1975b) constataram que o número de nódulos diminuiu com a adição de nitrogênio ao solo, não havendo, porém, inibição

da nitrogenase. A inoculação mostrou-se efetiva no sentido de aumentar o nitrogênio total e percentual da parte aérea da planta em todos os tratamentos, não promovendo, entretanto, diferenças no peso seco das plantas até aos 45 dias. Observou-se efeito aditivo da inoculação com a adubação nitrogenada, no aumento do nitrogênio total das plantas.

RUSCHEL et al. (1975), em experimento com duas cultivares de soja em podzólico vermelho-amarelo, observaram que a inoculação promoveu o aumento da produção de sementes em uma delas. Por outro lado, ambas as cultivares responderam às diferentes fontes de nitrogênio aplicadas.

ALLOS e BARTHOLOMEW (1955), citados por GUSS e DOBEREINER (1972), afirmaram que altos níveis de nitrogênio mineral reduzem o número de nódulos, inibem seu desenvolvimento e a fixação simbiótica. Ainda citados por estes autores, GIOBEL (1926), FRED e WILSON (1934) e MACCOWNELL e BOND (1957) observaram um estímulo no desenvolvimento simbiótico pela adição de pequenas quantidades de nitrogênio, confirmando as observações de ORCUTT e WILSON (1935) e ALLOS e BARTHOLOMEW (1959), citados por RUSCHEL et al. (1974).

VIDOR e JARDIM FREIRE (1971) verificaram, em soja, que o peso dos nódulos apresentou resposta crescente à calagem e à adubação fosfatada, enquanto GOEPFERT (1971), em experimento conduzido em podzólico vermelho-amarelo, constatou efeito estimulante do fósforo no aumento do peso seco dos nódulos e no rendimento da soja.

Estudos sobre a nodulação e a fixação simbiótica do nitrogênio foram desenvolvidos, também, com outras leguminosas de importância agrícola.

CRISÓSTOMO e ALBUQUERQUE (1971) verificaram que a ausência de fósforo causou diminuição no peso seco nitrogênio total e nodulação do siratro (*Phaseolus atropurpureus* D. C.), cultivado em quatro tipos de solos do Ceará.

FRANÇA e CARVALHO (1970), observando o desenvolvimento de cinco leguminosas em solo de cerrado, verificaram que a deficiência de fósforo promoveu a diminuição do peso dos nódulos, teor de nitrogênio e massa seca de todas as plantas. A omissão de potássio ou enxofre não teve efeito prejudicial sobre a produção de massa seca e fixação de nitrogênio. A aplicação de nitrogênio mineral reduziu o peso dos nódulos, mas elevou o teor deste elemento na parte aérea. A falta de calagem afetou a todas as leguminosas, reduzindo a produção de massa seca e a fixação de nitrogênio, ao tempo em que contribuiu para aumentar a produção de nódulos ineficientes.

EIRA, ALMEIDA e SILVA (1972) estudaram as respostas de três leguminosas forrageiras tropicais a diferentes nutrientes aplicados em podzólico vermelho-amarelo. O fósforo aumentou a produção das matérias verde e seca, a nodulação, e o nitrogênio total das três leguminosas, e o porcentual de nitrogênio, apenas, em *P. atropurpureus*. O potássio, por sua vez, aumentou a produção de matéria verde tão somente em *Stylosanthes gracilis*. Na *Glycine javanica*, referido elemento concorreu para aumentar o peso e o número dos nódulos, diminuindo o porcentual de nitrogênio. O cálcio + magnésio aumentou o porcentual de nitrogênio do siratro e o nitrogênio total da *G. javanica*. Os micronutrientes B, Mo, Fe, Cu e Zn aumentaram a produção das matérias verde e seca, o número e o peso dos nódulos e o nitrogênio total da *G. javanica*. Com relação ao *P. atropurpureus*, houve aumento dos pesos verde e seco da parte aérea e do porcentual de nitrogênio, ao passo que na *S. gracilis*, o acréscimo ocorreu no peso verde da parte aérea, no porcentual de nitrogênio e no nitrogênio total.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ceará (CCA/UFC), utilizando-se, em ambos, os seguintes tipos de solos:

Solo 1 - podzólico vermelho-amarelo, coletado no CCA/UFC;

Solo 2 - podzólico vermelho-amarelo, proveniente da Fazenda Lavoura Seca, município de Quixadá, Ceará, e

Solo 3 - aluvião fluvial, colhido na Fazenda Experimental do Vale do Curu, município de Pentecoste, Ceará.

Amostras de solo da camada arável (0-20cm) foram coletadas nos locais considerados, secas ao ar e peneiradas em tamiz com malha de 2mm de abertura. Algumas características químicas e físicas de sub-amostras, determinadas no Laboratório de Solos do CCA, são apresentadas na TABELA 1.

Sacos de polietileno, contendo 6,0 kg de solo peneirado, funcionaram como parcela, ajustando-se o pH para 7,0, conforme a conveniência em cada experimento.

Foram utilizadas sementes da cultivar Pitiuba fornecidas pelo Departamento de Fitotecnia do CCA. Referida cultivar apresenta grande adaptabilidade às condições ecológicas do Estado do Ceará e possui excelentes características agrônomicas e boa aceitação por parte dos produtores.

Em cada parcela foram plantadas oito sementes, procedendo-se o desbaste entre o 12º e o 15º dias após a germinação, deixando-se quatro plantas para "stand" final.

Procurou-se manter, no decorrer dos experimentos, a umidade do solo próximo à capacidade de campo, através de regas periódicas com água destilada.

A fim de serem observados a nodulação (número e peso seco dos nódulos), o desenvolvimento das plantas (peso seco da parte aérea) e a fixação do nitrogênio (teor de nitrogênio total), as plantas foram colhidas quando estavam em início de floração, o que aconteceu, em geral, do 45º ao 50º dia após a germinação. O bloco de solo aderido as raízes foi retirado cuidadosamente por lavagem com água corrente, sobre peneira com malha de 2mm, e a parte aérea das plantas cortada rente ao solo, seca em estufa a 65°C por 72 horas, pesada e moída, determinando-se o nitrogênio pelo método de Kjeldahl, descrito por CHAPMAN e PRATT (1961). Os nódulos foram retirados manualmente do sistema radicular, postos a secar nas mesmas condições da parte aérea, contados e pesados.

EXPERIMENTO 1

Utilizaram-se três níveis de nitrogênio (0; 30 e 60 kg de N/ha), com e sem inoculação, constituindo os seguintes tratamentos:

- A - sem inoculação x N₀ (sem nitrogênio)
- B - sem inoculação x N₁ (30 kg N/ha)
- C - sem inoculação x N₂ (60 kg N/ha)
- D - com inoculação x N₀
- E - com inoculação x N₁
- F - com inoculação x N₂

Em todos os tratamentos foi procedida a correção do pH a 7,0 e aplicada uma adubação básica correspondente a 80 kg de F₂O₅/ha, 30 kg de K₂O/ha e 6 ml/vaso da seguinte solução de micronutrientes, conforme VAS CONCELOS, LIMA e ALVES (1975): 150 mg de MgSO₄.7H₂O + 15,8 mg de CuSO₄.5H₂O + 8,9 mg de ZnSO₄.7H₂O + 1,0 mg de H₃Bo₃ + 0,5 mg de Na₂MoO₄.2H₂O + 20,0 mg de FeSO₄.7H₂O + 20,0 mg de ácido cítrico, completada a 1000 ml com água destilada. Como fonte de N, P e K foram utilizados, respectivamente, NH₄NO₃, NaH₂PO₄ e KH₂PO₄.

As sementes dos tratamentos D, E e F foram inoculadas com o produto comercial TURFAL, proveniente do Paraná, próprio para plantas do grupo "cow-pea", ao qual pertence a cultivar usada no experimento.

EXPERIMENTO 2

Empregaram-se os seguintes tratamentos: testemunha (sem adubação), um com adubação denominada completa, e os demais diferindo desta pela subtração sucessiva de cada um de seus componentes.

- A - Testemunha
- B - P + K + (Ca + Mg) + micronutrientes
- C - P + K + (Ca + Mg)
- D - P + K + micronutrientes
- E - P + (Ca + Mg) + micronutrientes
- F - K + (Ca + Mg) + micronutrientes

As doses de nutrientes utilizadas foram:

P - correspondente a 80 kg de P_2O_5 /ha ($Na H_2 PO_4$)

K - correspondente a 30 kg de K_2O /ha ($K Cl$)

(Ca + Mg) - aplicado para ajustar pH a 7.0, utilizando-se uma mistura de $CaCO_3$ e $MgCO_3$ na proporção de 5:1, respectivamente.

Micronutrientes - 6 ml/vaso de uma solução idêntica a do experimento 1, porém sem Mg.

As sementes de todos os tratamentos foram inoculadas pretendendo-se com isso que o nitrogênio fosse, na maior parte, proveniente da simbiose. O inoculante utilizado foi preparado pelo Laboratório de Microbiologia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da U.F.C., a partir das estirpes UFC-702.1 (= Rh 634-Leivas Leite), UFC-707.1 (= H8-IPEACS), UFC-720.32 (= CjI-IPEACS), UFC-721.32 (= IIa-IPEACS) e UFC-737.29 (= 389 IBPT).

PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

No experimento 1 adotou-se um fatorial 2x3 em delineamento inteiramente ao acaso, com 4 repetições.

Com relação ao experimento 2 optou-se por um delineamento inteiramente casualizado, igualmente com 4 repetições.

Procedeu-se à análise estatística dos dados obtidos conforme os métodos convencionais, descritos por ALBUQUERQUE (1975). Os dados relativos ao número de nódulos foram transformados para \sqrt{x} , segundo este mesmo autor e os contrastes entre médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível fiducial de 5% de probabilidade.

TABELA 1 - Algumas Características Químicas e Físicas dos Solos Utilizados nos Experimentos de Fertilização do Feijão-de-Corda. Fortaleza, Ceará, 1977.

Solos	pH em água	P assimilável (ppm)	N C		H ⁺ + Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Classificação textural
			%							
Solo 1	5,80	2,3	0,017	0,29	1,15	1,40	1,10	0,06	0,08	Areia
Solo 2	5,90	4,4	0,032	0,32	0,83	1,20	1,10	0,26	0,03	Fr. Arenoso
Solo 3	6,70	62,9	0,054	0,59	0,82	5,80	3,50	0,66	0,05	Fr. Arenoso

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXPERIMENTO 1

SOLO 1

Os resultados referentes aos parâmetros estudados são apresentados na TABELA 2 e FIGURA 1.

As análises da variância relativas àqueles parâmetros são encontradas nas TABELAS 3 e 4. Constata-se nestas tabelas que houve efeito linear significativo somente para níveis de nitrogênio, no que concerne ao peso dos nódulos e nitrogênio total (TABELA 4).

A análise da TABELA 2 e FIGURA 1 revela que o aumento das doses de nitrogênio promoveu diminuição no peso dos nódulos e no teor de nitrogênio total, tanto nos tratamentos inoculados como nos não inoculados. Estas observações são concordantes com as obtidas por WEBER (1966), em soja, FRANCO e DOBEREINER (1968) e PONS e GOEPFERT (1975) em feijão comum e, ainda, com afirmações de ALLOS e BARTHOLOMEW (1955), citados por GUSS e DOBEREINER (1972).

De outra parte, a inoculação não mostrou efeito favorável sobre o peso seco dos nódulos, uma vez que os tratamentos não inoculados apresentaram valores mais elevados (FIGURA 1b). Entretanto, esta prática promoveu aumento no teor de nitrogênio total em ausência de adubação nitrogenada (FIGURA 1d), concordando, assim, com os resultados obtidos por RUSCHEL e RUSCHEL (1975a) e, em parte, com os encontrados por RUSCHEL e RUSCHEL (1975b), os quais observaram efeito aditivo da inoculação na presença da adubação nitrogenada.

A despeito da não significância para número de nódulos e peso seco da parte aérea, observou-se, no entanto, que houve vantagem da inoculação na ausência de nitrogênio (FIGURAS 1a e 1c). Estas observações corroboram as de FRANCO e DOBEREINER (1967) e RUSCHEL e REUSZER (1973). Observou-se também, redução no peso seco das plantas inoculadas ou não, com o aumento do nitrogênio aplicado. Quanto ao número de nódulos, constatou-se diminuição nos tratamentos inoculados. A este respeito RUSCHEL *et al.* (1972) e RUSCHEL e RUSCHEL (1975b) também encontraram redução no número de nódulos quando a inoculação era procedida.

Considerando-se o teor de nitrogênio total da parte aérea como a variável mais adequada na avaliação da fixação simbiótica (RUSCHEL e RUSCHEL, 1975a), verificou-se que a inoculação na ausência de nitrogênio, apresentou-se como o melhor tratamento, por ocasionar, ainda, maior peso seco das plantas. Vantagem da inoculação sobre a adubação nitrogenada foi igualmente observada por ARRUDA, DOBEREINER e GERMER (1968) e RUSCHEL e REUSZER (1975b), embora os primeiros autores tenham verificado, também, efeito desfavorável.

Em face do que foi evidenciado pela análise dos resultados obtidos no estudo dos diversos parâmetros, parece-nos que a inoculação das sementes mostrou-se neste tipo de solo, mais favorável que a adubação ni trogenada.

TABELA 2 - Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977.

TRATAMENTOS	NÓDULOS				PARTE AÉREA			
	Número	% T	Peso Seco (mg/vaso)	% T	Peso Seco (g / vaso)	% T	N Total (mg/vaso)	% T
A (SI x N ₀)	132,0	100,0	333,6	100,0	7,6	100,0	145,9	100,0
B (SI x N ₁)	143,2	108,5	302,5	90,7	6,7	88,2	132,4	90,7
C (SI x N ₂)	129,0	97,7	258,2	77,4	6,6	86,8	115,3	79,0
D (I x N ₀)	157,1	119,0	292,1	87,6	8,5	111,8	162,6	111,5
E (I x N ₁)	121,9	92,3	278,9	83,6	8,1	106,6	135,1	92,6
F (I x N ₂)	113,1	85,7	236,4	70,9	8,0	105,3	129,1	88,5

SI - sem inoculação

I - com inoculação

N₀ - sem nitrogênio

N₁ e N₂ - 30 e 60 kg de N/ha, respectivamente

TABELA 3 - Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos e Peso Seco da Parte Aérea do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977.

Fontes de Variação	G.L.	VARIÂNCIAS	
		Número de Nódulos	Peso Seco da Parte Aérea (g/vaso)
Tratamentos	5	1,822 n.s.	2,514 n.s.
Resíduo	18	1,337	1,100
Coeficientes de Variação (%)		10,11	13,84

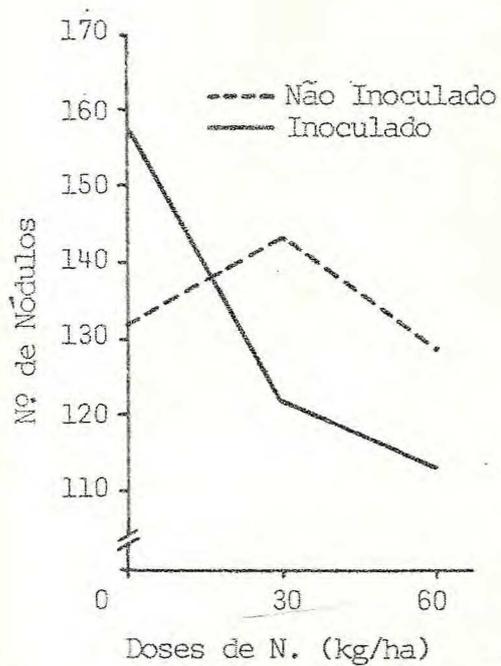
n.s. - não significativo

TABELA 4 - Análises da Variância Relativas ao Peso Seco dos Nódulos e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977.

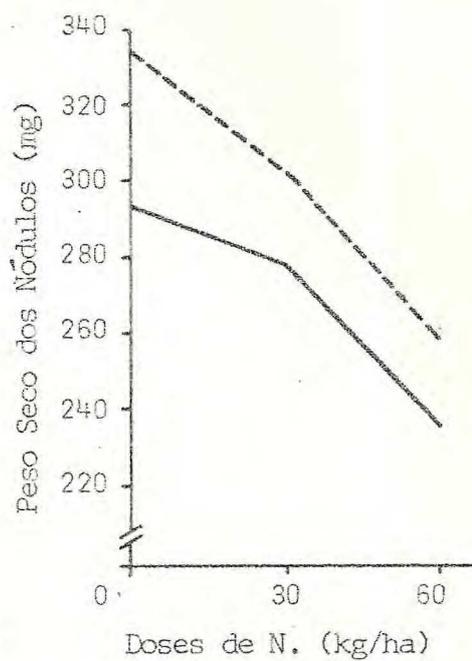
Fontes de Variação	G.L.	VARIÂNCIAS	
		Peso Seco dos Nódulos (mg/vaso)	N Total da Parte Aérea (mg/vaso)
Tratamentos	(5)	4664,12 *	1034,66 *
Inoculação	1	5031,50 n.s.	737,78 n.s.
Nitrogênio	(2)	8906,75 *	2109,30 *
Linear	1	17213,44 *	4112,34 *
Quadrático	1	600,06 n.s.	106,24 n.s.
Interação	2	237,80 n.s.	108,46 n.s.
Resíduo	18	1237,57	307,80
Coefficientes de Variação (%)			
		12,40	12,83

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

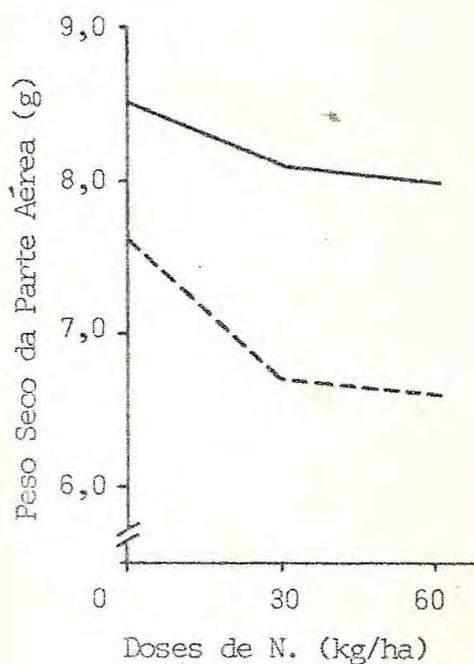
n.s. - não significativo



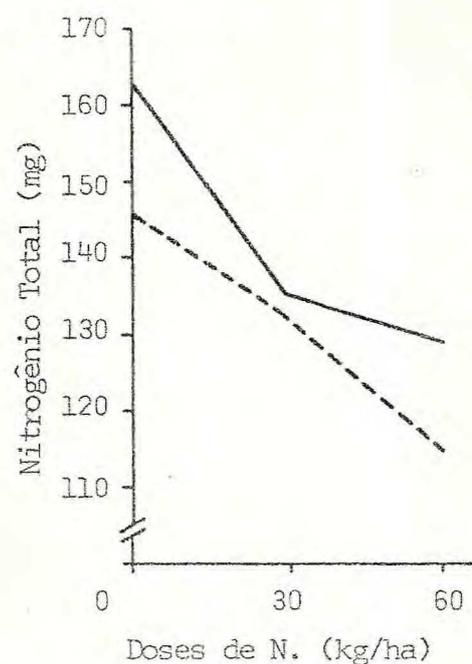
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 1 - Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os níveis de nitrogênio aplicados, com ou sem inoculação, no Solo 1 - Experimento 1.

SOLO 2

A TABELA 5 apresenta as médias dos diferentes parâmetros assim como as porcentagens dos diversos tratamentos em relação à testemunha.

Para as variáveis estudadas, as análises da variância não revelaram significância estatística ao nível da probabilidade adotada (TABELA 6).

Pelo exame da TABELA 5 e FIGURA 2 observa-se maior nodulação nos tratamentos não inoculados com a dose de 30 kg de N/ha, a qual favoreceu o número e o peso seco dos nódulos. Por outro lado, nos tratamentos inoculados constatou-se que enquanto 60 kg de N/ha determinou acréscimo no número dos nódulos, o peso destes foi favorecido com a aplicação de apenas 30 kg de N/ha. Estas observações discordam das encontradas por RUSCHEL e REUSZER (1973), concordando, no entanto, com as de FRANCO e DOBEREINER (1968) e GUSS e DOBEREINER (1972), que verificaram melhor nodulação na presença de nitrogênio.

Quanto ao peso seco da parte aérea, os tratamentos B (sem inoculação x N_1) e E (com inoculação x N_1) apresentaram pequena superioridade sobre os demais, indicando que a dose média de nitrogênio exerceu diminuto efeito no desenvolvimento das plantas. Já as doses de 0 e 60 kg de N/ha evidenciaram efeitos ligeiramente inferiores.

Para nitrogênio total da parte aérea (TABELAS 5 e FIGURA 2d), verifica-se que os tratamentos não inoculados foram superiores aos inoculados, notando-se, no entanto, que em todos eles o nitrogênio, na dose de 30 kg/ha, apresentou efeito favorável.

Os resultados obtidos, embora não significativos, sugerem que a inoculação artificial se torna uma prática desnecessária, visto que a população nativa de rizóbio existente no solo foi suficiente para promover a nodulação e a fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico em presença da dose de 30 kg de N/ha. Resultados semelhantes foram obtidos por VASCONCELOS, PAIVA e FROTA (1974) na cultura da soja, corroborando observações de GIOBEL (1926), FRED e WILSON (1934) e MACCOWNEL e BOND (1957),

TABELA 5 - Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 2 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977.

TRATAMENTOS	NÓDULOS				PARTE AÉREA			
	Número	% T	Peso Seco (mg/vaso)	% T	Peso Seco (g / vaso)	% T	N Total (mg/vaso)	% T
A (SI x N ₀)	203,6	100,0	499,9	100,0	14,1	100,0	329,7	100,0
B (SI x N ₁)	234,5	115,2	534,6	106,9	14,5	102,8	354,6	107,6
C (SI x N ₂)	212,8	104,5	500,6	100,2	14,3	101,4	339,3	102,9
D (I x N ₀)	208,8	102,6	400,7	80,2	14,0	99,3	306,8	93,0
E (I x N ₁)	187,5	92,1	512,3	102,5	14,5	102,8	328,5	99,6
F (I x N ₂)	218,4	107,3	484,9	97,0	14,0	99,3	316,3	95,9

SI - sem inoculação

I - com inoculação

N₀ - sem nitrogênio

N₁ e N₂ - 30 e 60 kg de N/ha, respectivamente

TABELA 6 - Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 2 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977.

Fontes de Variação	G.L.	VARIÂNCIAS			
		NÓDULOS		PARTE AÉREA	
		Número	Peso Seco (mg/vaso)	Peso Seco (g / vaso)	N Total (mg/vaso)
Tratamentos	5	1,166 n.s.	1944,34 n.s.	0,18 n.s.	1134,82 n.s.
Resíduo	18	1,337	4780,5	1,75	1093,61
Coefficientes de Variação (%)		8,00	13,81	9,30	9,92

n.s. - não significativo

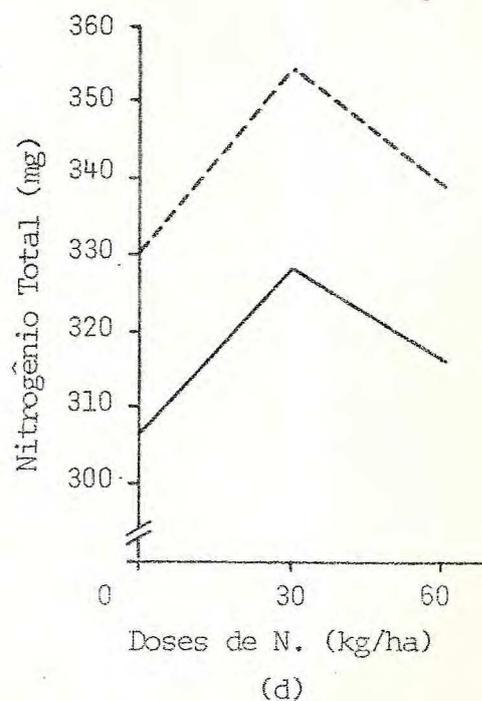
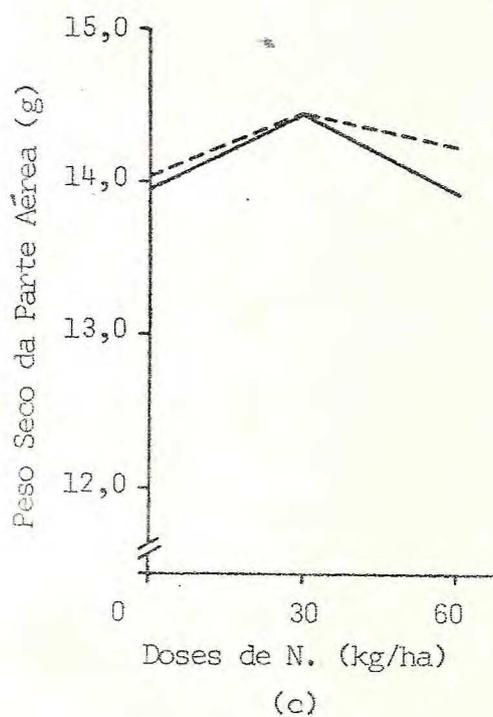
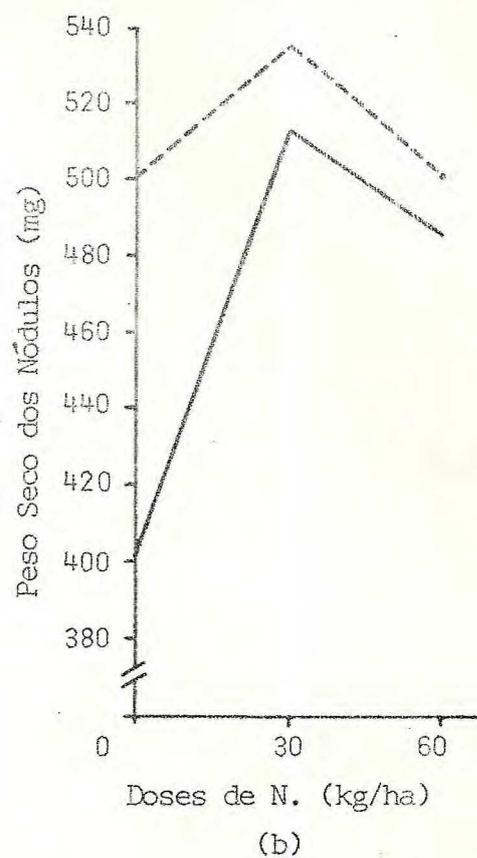
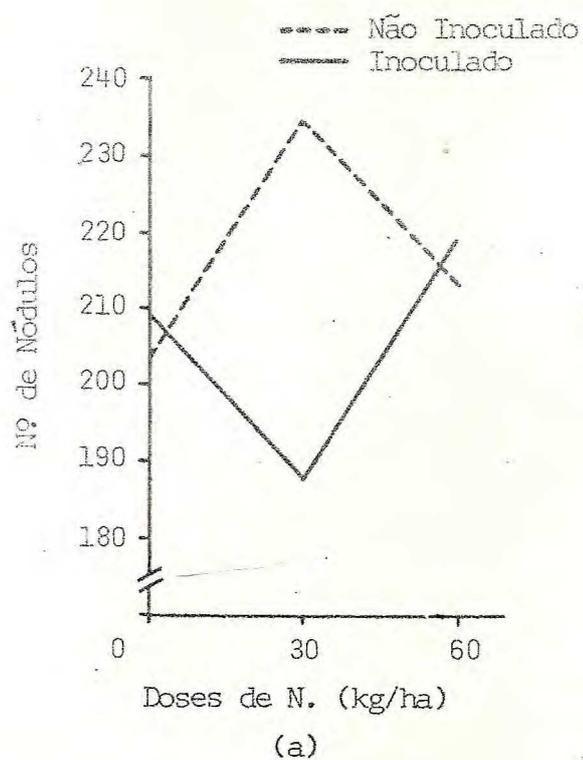


FIGURA 2 - Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os níveis de nitrogênio aplicados, com ou sem inoculação, no Solo 2 - Experimento 1.

citados por GUSS e DOBEREINER (1972), ORCUTT e WILSON (1935) e ALLOS e BARTHOLOMEW (1959), citados por RUSCHEL *et al.* (1974). Por outro lado, VASCONCELOS *et al.* (1976) e VASCONCELOS *et al.* (1977) verificaram serem desnecessárias a inoculação artificial e a adubação nitrogenada para o feijão-de-corda em podzólico do Ceará.

SOLO 3

Os dados referentes ao número e peso seco dos nódulos, peso seco da parte aérea e nitrogênio total, são mostrados na TABELA 7 e FIGURA 3, juntamente com os percentuais dos diversos tratamentos em relação à testemunha. As análises da variância relativas a estes parâmetros encontram-se na TABELA 8.

Examinando-se a TABELA 7 e FIGURA 3a, verifica-se que o número de nódulos foi maior na ausência da inoculação e do nitrogênio. Para os tratamentos não inoculados, observou-se decréscimo de nodulação com o aumento das doses daquele elemento. Por outro lado, a aplicação de nitrogênio favoreceu a nodulação nos tratamentos inoculados, tendo a dose média mostrado-se mais favorável que a dupla. Estes resultados são concordantes com os obtidos por RUSCHEL e REUSZER (1973), que observaram tendência de maior nodulação na ausência de nitrogênio e com os de FRANCO e DOBEREINER (1968) que, de modo contrário, verificaram incremento da nodulação com aplicação de nitrogênio.

Quanto ao peso seco dos nódulos, os melhores resultados foram obtidos com a dose de 30 kg de N/ha tanto nos tratamentos inoculados como nos não inoculados, sendo que os maiores valores foram observados na ausência de inoculação (FIGURA 3b). Resultados idênticos foram conseguidos por GUSS e DOBEREINER (1972).

Com respeito ao peso seco da parte aérea, observou-se pequena diferença entre tratamentos (FIGURA 3c). Entretanto, a dose média de nitrogênio, com ou sem inoculação, promoveu melhores performances. Resultados semelhantes foram encontrados por GUSS e DOBEREINER (1972).

TABELA 7 - Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 3 - Experimento 1 - Fortaleza, Ceará, 1977.

TRATAMENTOS	NÓDULOS				PARTE AÉREA			
	Número	% T	Peso Seco (mg/vaso)	% T	Peso Seco (g / vaso)	% T	N Total (mg/vaso)	% T
A (SI x N ₀)	280,9	100,0	533,8	100,0	13,3	100,0	345,7	100,0
B (SI x N ₁)	235,3	83,8	594,5	111,4	13,7	103,0	370,4	107,1
C (SI x N ₂)	206,9	73,7	516,6	96,8	13,1	98,5	371,8	107,6
D (I x N ₀)	189,1	67,3	466,2	87,3	12,0	90,2	321,1	92,9
E (I x N ₁)	247,6	88,1	562,5	105,4	13,8	103,8	364,7	105,5
F (I x N ₂)	212,7	75,7	498,1	93,3	12,2	91,7	329,5	95,3

SI - sem inoculação

I - com inoculação

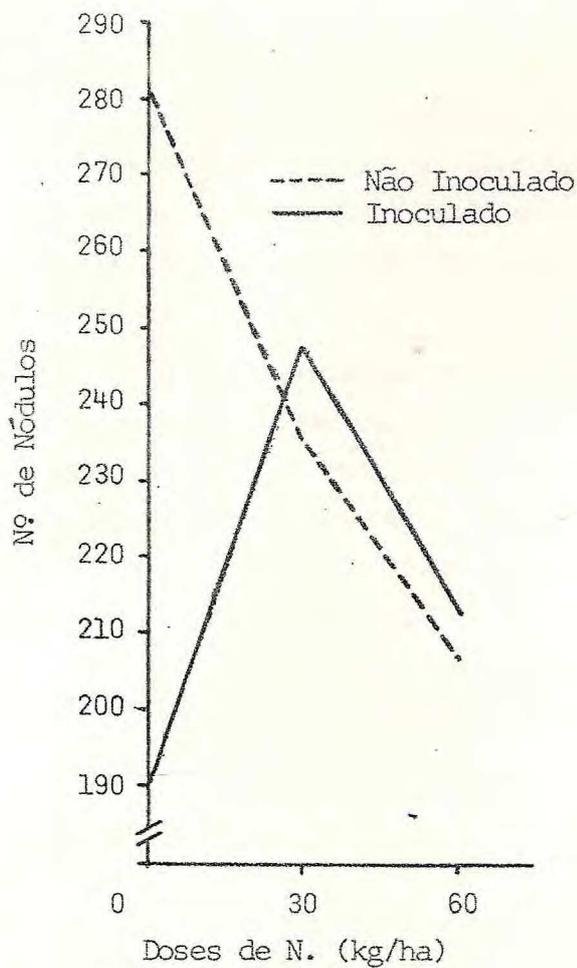
N₀ - sem nitrogênio

N₁ e N₂ - 30 e 60 kg de N/ha, respectivamente

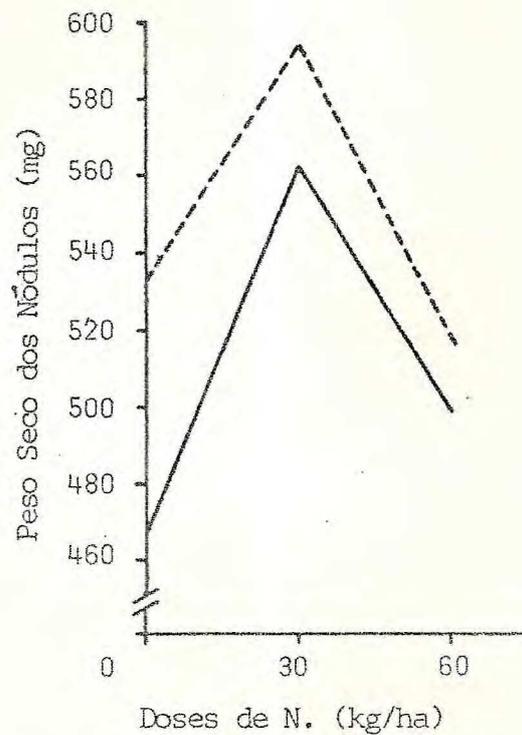
TABELA 8 - Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 3 - Experimento 1 - Fortaleza Ceará, 1977.

Fontes de Variação	G.L.	VARIÂNCIAS			
		NÓDULOS		PARTE AÉREA	
		Número	Peso Seco (mg/vaso)	Peso Seco (g / vaso)	N Total (mg/vaso)
Tratamentos	5	5,008 n.s.	8388,28 n.s.	2,18 n.s.	1904,38 n.s.
Resíduo	18	3,016	13388,50	4,80	2438,18
Coeficientes de Variação (%)		11,59	21,89	16,83	14,08

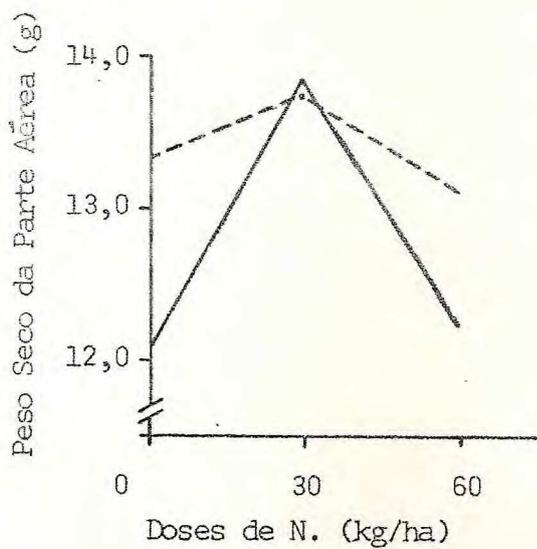
n.s. - não significativo



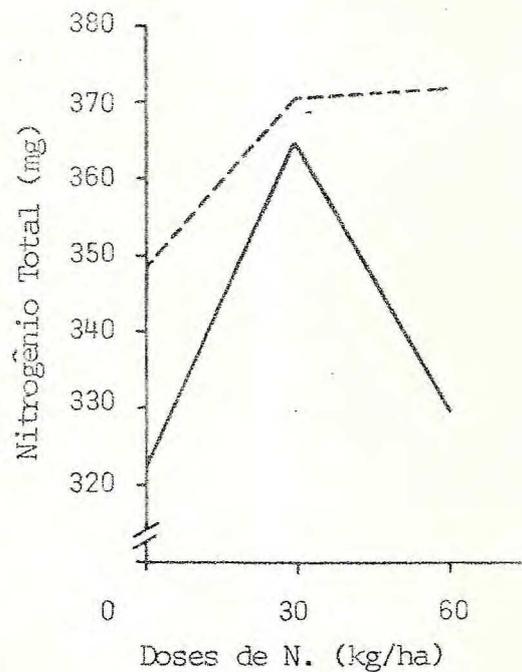
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 3 - Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os níveis de nitrogênio aplicados, com ou sem inoculação, no Solo 3 - Experimento 1.

No que concerne ao nitrogênio total da parte aérea, consta-se que os tratamentos não inoculados apresentaram melhores resultados, sendo que as doses média e dupla de nitrogênio mostraram valores praticamente iguais, enquanto nos inoculados a dose média foi mais favorável (FIGURA 3d).

Considerando-se os resultados dos diversos parâmetros, observou-se que a população rizobiana nativa, neste solo, promoveu nodulação eficiente, tendo em vista que os tratamentos não inoculados apresentaram, de modo geral, melhores resultados, tendo a aplicação de nitrogênio na dose correspondente a 30 kg/ha mostrado efeitos favoráveis. Esta dose apesar de ter causado diminuição na nodulação, não prejudicou a eficiência dos nódulos desenvolvidos, corroborando, portanto, as observações de RUSCHEL et al. (1974) e RUSCHEL e RUSCHEL (1975b).

Observando-se os valores encontrados nos parâmetros analisados nos três solos, verifica-se que, em geral, o solo 3 apresentou melhores resultados, tendo, no entanto, o solo 2 proporcionado melhor peso seco das plantas. Estes fatos podem ser justificados pelas melhores características químicas do solo 3, enquanto que os maiores teores de P, N e K do solo 2 podem justificar os resultados deste em relação ao solo 1, não explicando porém o melhor peso seco das plantas em relação ao solo 3.

O parâmetro que apresentou resultados mais dispersos foi o número de nódulos, tendo os demais se mostrado mais relacionados, conforme o tratamento. Os nódulos desenvolvidos no solo 2, apesar de ter se verificado uma diferença no número destes entre os tratamentos B (sem inoculação X N_1) e D (inoculação X N_1), mostraram ter eficiência semelhante, dados os valores sem diferença significativa para peso seco da parte aérea e nitrogênio total. O maior número de nódulos no solo 3 em ausência de nitrogênio parece estar constituído em parte por nódulos ineficientes, visto os valores próximos do N total entre tratamentos inoculados e não inoculados.

Com relação aos tratamentos aplicados, a inoculação mostrou efeitos favoráveis apenas no solo 1, revelando menor atividade do *Rhizobium* nativo que do inoculado, observando-se fato contrário nos solos 2 e 3. Por outro lado, a aplicação de nitrogênio, na dose de 30 kg/ha, apresentou resultados satisfatórios apenas nos solos 2 e 3, sugerindo que esta prática pode produzir efeitos favoráveis sobre o processo simbiótico nestes solos.

EXPERIMENTO 2

SOLO 1

A TABELA 9 contém os resultados referentes ao número e peso seco de nódulos, peso seco da parte aérea e nitrogênio total. Em todos os parâmetros estudados as análises da variância revelaram diferenças significativas entre tratamentos (TABELA 10).

A comparação das médias referentes ao número de nódulos (TABELA 9 e FIGURA 4a) revelou que o tratamento testemunha (sem fertilizantes) diferiu significativamente de todos os demais, sendo que o tratamento B (adubação completa) apresentou o maior valor para a característica estudada. Contudo este valor, quando comparado com os obtidos para os tratamentos C (P + K + (Ca + Mg)) e E (P + (Ca + Mg) + micronutrientes), não evidenciou diferenças significativas. O mesmo tipo de comportamento também foi encontrado para as comparações que envolveram C e R versus D (P + K + micronutrientes) e F (K + (Ca + Mg) + micronutrientes).

Quanto ao peso seco dos nódulos, observa-se da TABELA 9 e FIGURA 4b que as comparações envolvendo os tratamentos B, C, D e E versus A e F se mostraram significativas ao nível da probabilidade considerada. Analisando ainda os valores encontrados para este parâmetro, constata-se que enquanto o tratamento B determinou maior peso dos nódulos, o tratamento F apresentou resultado estatisticamente semelhante à testemunha.

Comparando-se os resultados obtidos para o tratamento controle e os demais, verifica-se que os micro e macronutrientes tiveram efeitos favoráveis sobre a nodulação do feijão-de-corda, tendo o fósforo constituido o elemento mais importante. Estes resultados concordam com os encontrados por RUSCHEL, BRITO e CARVALHO (1969) e EIRA, ALMEIDA e SILVA (1972), discordando, porém, de ANGHINONI, FIORESE e MORAES (1976). Efeitos favoráveis da aplicação de fósforo sobre a nodulação foram também obtidos por GOEPFERT (1971) e VIDOR e JARDIM FREIRE (1971), na cultura da soja.

No tocante ao peso seco da parte aérea, os resultados obtidos com a adubação completa (tratamento B) e aquela em que houve ausência de micronutrientes (tratamento C), mostraram-se estatisticamente superiores aos valores encontrados para os outros tratamentos. De outra parte, ficou evidenciado que a ausência de macro e/ou micronutrientes determinou redução no desenvolvimento das plantas, com reflexo mais pronunciado no tratamento testemunha.

A análise do nitrogênio total da parte aérea mostra que o tratamento B, apesar de ter apresentado valor mais elevado, não diferiu dos observados para os tratamentos C e E. Estes tratamentos, quando comparados pelo teste de Tukey com A, D e F, diferiram significativamente ao nível da probabilidade considerada. Examinando-se ainda a TABELA 9, consta-se que a ausência de cálcio + magnésio (tratamento D) e de fósforo (tratamento F) se apresentaram como os fatores mais importantes.

Diante do que foi exposto, nota-se que tanto a nodulação como o desenvolvimento e a fixação do nitrogênio das plantas foram prejudicadas significativamente pela omissão de fósforo e cálcio + magnésio, demonstrando, portanto, a importância que estes elementos apresentam para solos em que eles são deficientes. Com relação a estes aspectos, RUSCHEL e REUSZER (1973) verificaram diminuição no peso seco das plantas na ausência de magnésio, enquanto a importância do cálcio foi demonstrada por VAN SCHERVEN (1958), citado por FRANCO e DOBEREINER (1967). Efeitos favoráveis da calagem foram ainda obtidos por FRANCO e DOBEREINER (1968), GOEPFERT e JARDIM FREIRE (1973) e por ALMEIDA, PESSANHA e PENTEADO (1973), quando empregaram calagem e adubação fosfatada.

TABELA 9 - Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977.

TRATAMENTOS (*)	NÓDULOS				PARTE AÉREA			
	Número (**)	% T	Peso Seco (mg/vaso)	% T	Peso Seco (g / vaso)	% T	N Total (mg/vaso)	% T
A - Testemunha	57,7 c	100,0	80,0 b	100,0	2,0 d	100,0	38,1 c	100,0
B - P + K + (Ca+Mg) + M	120,5 a	208,8	204,7 a	255,8	6,7 a	335,0	104,7 a	274,8
C - P + K + (Ca+Mg)	109,0 ab	188,9	194,6 a	243,2	6,8 a	334,0	103,1 a	270,6
D - P + K + M	97,2 b	168,5	177,8 a	222,3	4,3 bc	215,0	67,9 b	178,2
E - P + (Ca+Mg) + M	101,4 ab	175,7	193,9 a	242,3	5,1 b	255,0	88,8 a	233,1
F - K + (Ca+Mg) + M	87,2 b	151,1	98,9 b	123,6	3,2 cd	160,0	54,6 bc	143,3

Duas médias de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

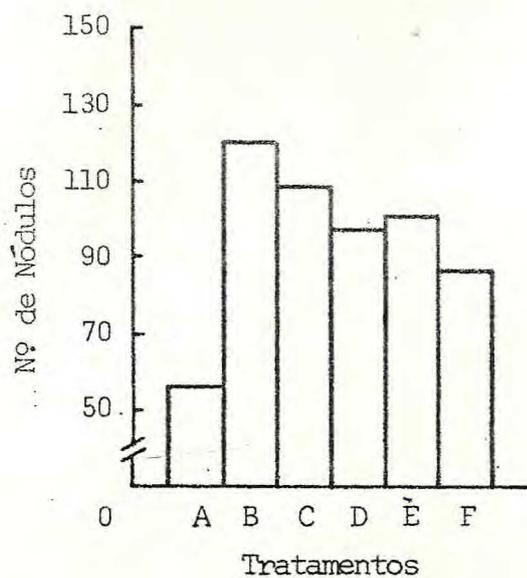
(*) - M - micronutrientes

(**) - As letras servem apenas para indicar a ordem das diferenças obtidas quando da comparação dos dados transformados para \sqrt{x} .

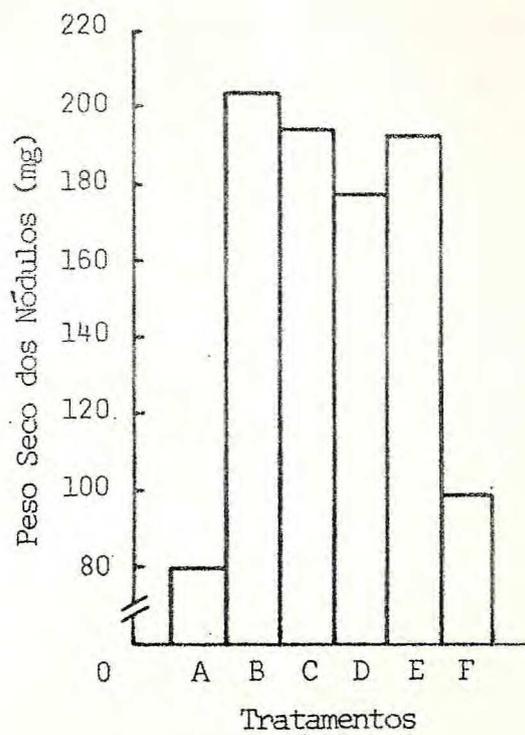
TABELA 10 - Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 1 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977.

Fontes de Variação	G.L.	VARIÂNCIAS			
		NÓDULOS		PARTE AÉREA	
		Número	Peso Seco (mg/vaso)	Peso Seco (g / vaso)	N Total (mg/vaso)
Tratamentos	5	5,546 *	11822,94 *	14,438 *	2947,31 *
Resíduo	18	0,246	229,11	0,532	84,39
Coeficientes de Variação (%)		5,11	9,56	15,42	12,05

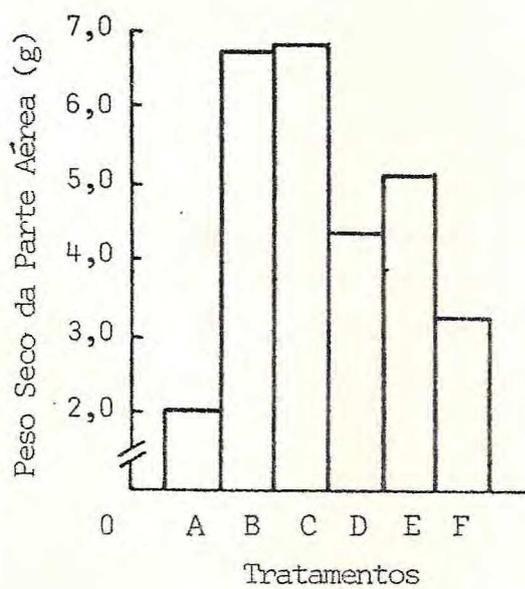
* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.



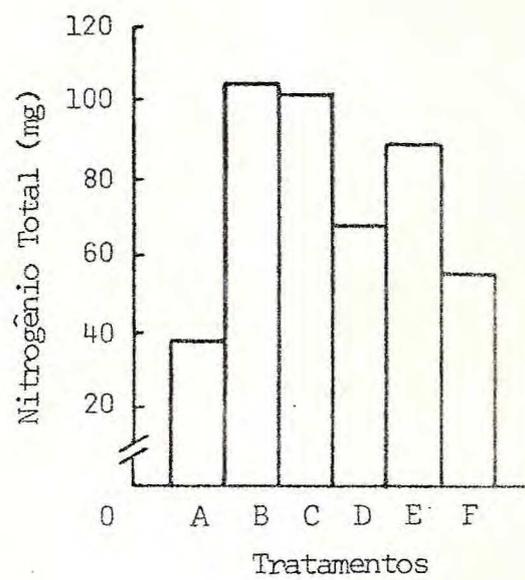
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 4 - Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os tratamentos aplicados no Solo 1 - Experimento 2.

Resultados satisfatórios da aplicação de fósforo sobre o processo simbiótico e a produção de grãos foram encontrados por SOUTO e DOBE REINER (1968) e EIRA, ALMEIDA e SILVA (1972). No caso específico do feijão -de-corda, aumentos significativos da produção de grãos foram conseguidos por PAIVA, ALBUQUERQUE e BEZERRA (1971), TÁVORA, ALVES e NUNES (1971) e PAIVA, ALVES e FROTA (1973).

SOLO 2

Os resultados referentes aos parâmetros estudados são apresentados na TABELA 11 e FIGURA 5. A TABELA 12 contem as análises da variância destes dados, que mostraram diferenças significativas entre tratamentos em todos os parâmetros.

O exame da TABELA 11 mostra que ocorreu maior nodulação (número e peso seco dos nódulos) na ausência de Ca + Mg (tratamento D). Estes valores diferiram significativamente dos encontrados para os tratamentos A, C e F. As demais comparações não se apresentaram significativas quando analisadas pelo teste de Tukey, Observa-se, ainda, que a omissão de fósforo reduziu o número e o peso seco dos nódulos, os quais foram inferiores ao da testemunha (FIGURAS 5a e 5b). Resultados contrários foram obtidos por VIDOR e JARDIM FREIRE (1971), GOEPFERT (1971) e ALMEIDA, PESSANHA e PENTEADO (1973) que encontraram aumento no peso dos nódulos e na produção de sementes com calagem e adubação fosfatada.

Com relação ao peso seco da parte aérea, verificou-se que o tratamento sem fósforo e a testemunha apresentaram valores semelhantes, entretanto, inferiores aos observados para os demais tratamentos (FIGURA 5c). A ausência de Ca + Mg (tratamento D) ocasionou diminuição no peso seco, porém de forma não significativa. A este respeito, RUSCHEL e REUSZER (1973) obtiveram resultados semelhantes, porém, na ausência apenas de magnésio.

O teor de nitrogênio total foi maior no tratamento B (adubação completa), o qual não diferiu significativamente daqueles em que foram subtraídos os micronutrientes (tratamento C) e o potássio (tratamento E). O tratamento D, que não recebeu Ca + Mg, mostrou teor de nitrogênio total baixo, não diferindo estatisticamente dos tratamentos sem fósforo e teste munha (FIGURA 5d), demonstrando a baixa efetividade dos nódulos desenvolvidos pelas plantas. A ausência de fósforo também contribuiu para a diminuição do nitrogênio total, indicando que a aplicação deste elemento pode produzir efeitos favoráveis no teor de nitrogênio fixado pelo feijão-de-corda, conforme observações de REBOUÇAS (1976).

A aplicação de Ca + Mg demonstrou a importância da presença destes elementos, uma vez que a ausência dos mesmos ocasionou aumento no número de nódulos ineficientes, com reflexos no peso seco e nitrogênio total das plantas. Resultados semelhantes foram encontrados por FRANÇA e CARVALHO (1970). Por outro lado, FRANCO e DOBEREINER (1967) verificaram que o cálcio era indispensável à simbiose, fortalecendo, portanto, as afirmações de VAN SCHERVEN (1958), citado por FRANCO e DOBEREINER (1967). Quanto ao magnésio, referidos autores observaram que este elemento era prejudicial ao processo. Por sua vez, DOBEREINER e ARRUDA (1967), EIRA, ALMEIDA e SILVA (1972) e GOEPFERT e JARDIM FREIRE (1973), constataram estímulo da fixação do nitrogênio pela calagem.

TABELA 11 - Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 2 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977.

TRATAMENTOS (*)	NÓDULOS				PARTE AÉREA			
	Número (**)	% T	Peso Seco (mg/vaso)	% T	Peso Seco (g / vaso)	% T	N Total (mg/vaso)	% T
A - Testemunha	158,7 b	100,0	201,5 b	100,0	7,4 b	100,0	133,9 c	100,0
B - P + K + (Ca+Mg) + M	189,1 ab	119,2	441,1 a	218,9	12,0 a	162,2	250,4 a	187,0
C - P + K + (Ca+Mg)	178,3 b	112,4	371,5 ab	184,4	11,0 a	148,6	224,9 ab	167,9
D - P + K + M	264,5 a	166,7	445,0 a	220,8	10,3 a	139,2	171,5 bc	128,0
E - P + (Ca+Mg) + M	188,0 ab	118,5	373,7 ab	185,5	12,3 a	166,2	225,9 ab	168,6
F - K + (Ca+Mg) + M	124,6 b	78,5	153,0 b	75,9	7,4 b	100,0	141,3 c	105,5

Duas médias de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

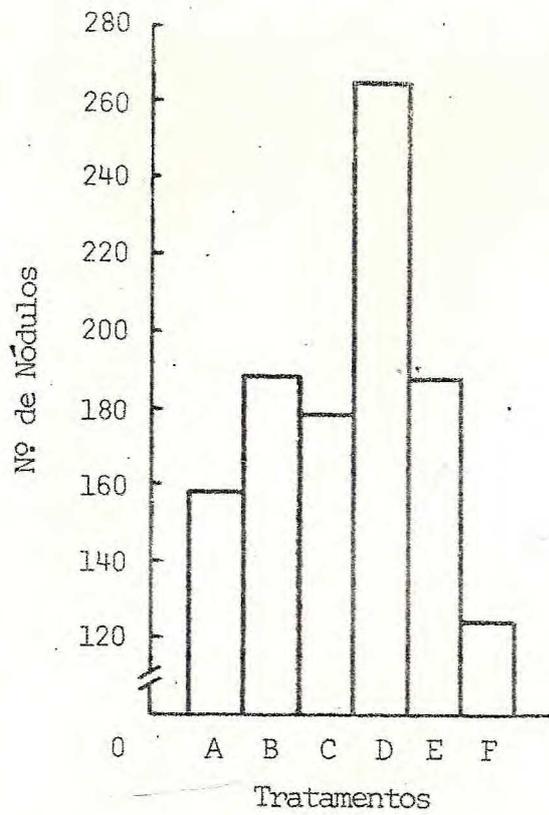
(*) - M - micronutrientes

(**) - As letras servem apenas para indicar a ordem das diferenças obtidas quando da comparação dos dados transformados para \sqrt{x} .

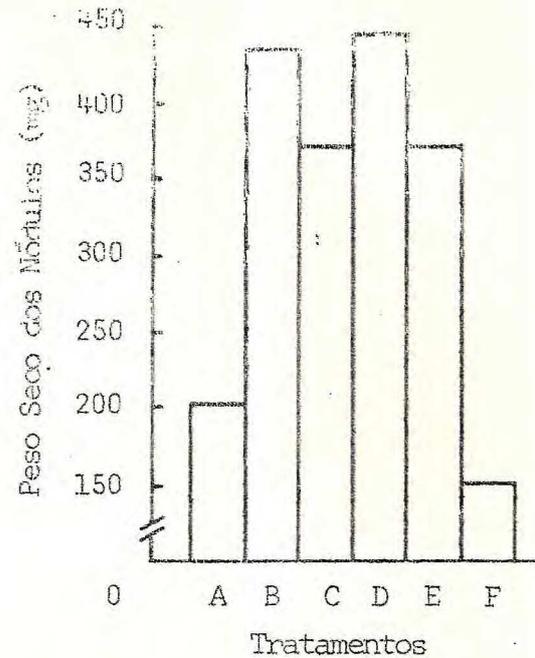
TABELA 12 - Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 2 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977.

Fontes de Variação	G.L.	VARIÂNCIAS			
		NÓDULOS		PARTE AÉREA	
		Número	Peso Seco (mg/vaso)	Peso Seco (g / vaso)	N Total (mg/vaso)
Tratamentos	5	11,302 *	61564,4 *	18,696 *	9605,48 *
Resíduo	18	1,464	9989,5	1,191	966,08
Coeficientes de Variação (%)		9,02	30,21	10,82	16,24

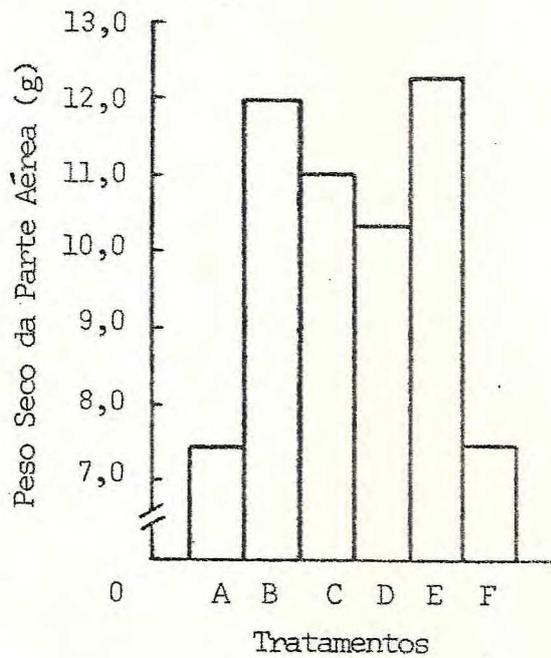
* - significativo ao nível de 5% de probabilidade.



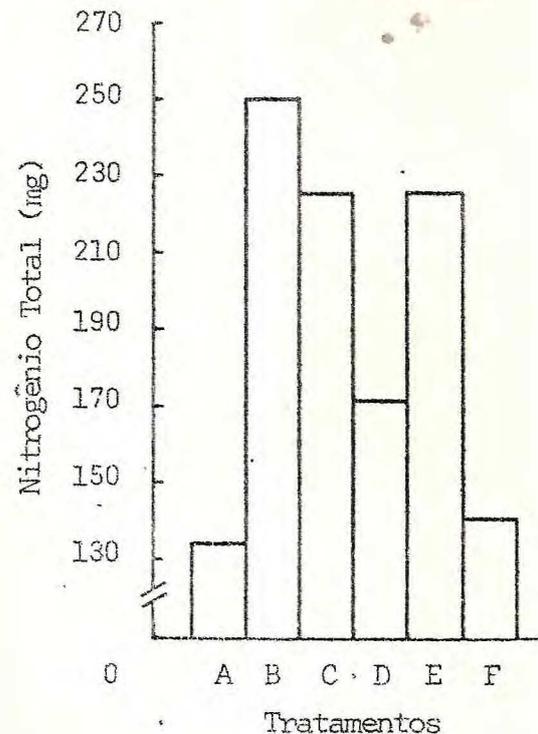
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 5 - Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os tratamentos aplicados no Solo 2 - Experimento 2.

SOLO 3

Os dados referentes ao número e peso seco dos nódulos, peso seco da parte aérea e nitrogênio total, assim como os resultados da aplicação do teste de Tukey, encontram-se na TABELA 13.

A análise estatística dos resultados apresentou diferença significativa entre tratamentos apenas para as variáveis peso dos nódulos e nitrogênio total (TABELA 14).

O número de nódulos teve pouca variação entre tratamentos, porém, a ausência de Ca + Mg ocasionou no tratamento D ligeira redução para a citada característica (TABELA 13 e FIGURA 6a).

Para peso seco dos nódulos observou-se que a adubação completa apresentou efeitos favoráveis, diferindo significativamente do tratamento sem fósforo, que apresentou valor inferior ao da testemunha (FIGURA 6b). Ademais, constatou-se que a ausência de qualquer um dos elementos testados determinou diminuição no peso seco dos nódulos, tendo o fósforo revelado efeito mais pronunciado. Tais observações corroboram as de VIDOR e JARDIM FREIRE (1971), GOEPFERT (1971) e ALMEIDA, PESSANHA e PENTEADO (1973).

No que concerne ao peso seco da parte aérea, apesar da análise estatística não ter mostrado diferença entre tratamentos, denota-se, no entanto, que à exceção do tratamento F (ausência de P), os demais tenderam a promover o desenvolvimento das plantas, quando comparados com a testemunha (FIGURA 6c).

O teor de nitrogênio total revelou diferença significativa apenas entre o tratamento F (ausência de P) e os demais, tendo no entanto, a adubação completa apresentado maior incremento (FIGURA 6d). Por outro lado, as ausências de Ca + Mg (tratamento D) e K (tratamento E), tenderam a reduzir o nitrogênio total das plantas.

A análise dos resultados obtidos nos parâmetros estudados mostra que a ausência de fósforo teve efeito depressivo mais acentuado sobre o peso seco dos nódulos, peso seco da parte aérea e nitrogênio total, apesar da análise química do solo ter indicado alto teor de P assimilável. Com base no exposto comprova-se, portanto, a necessidade de adubação fosfatada para o feijão-de-corda, objetivando aumentar a produção e melhorar a fixação simbiótica do nitrogênio.

Diminuição na nodulação, no peso seco e no nitrogênio total de leguminosas desenvolvidas em meio deficiente em fósforo foram também constatadas por FRANÇA e CARVALHO (1970) e CRISÓSTOMO e ALBUQUERQUE (1971).

Com relação à produção do feijão-de-corda, efeitos favoráveis da adubação fosfatada obtidos por PAIVA, ALBUQUERQUE e BEZERRA (1971), TÁVORA, ALVES e NUNES (1971) e PAIVA, ALVES e FROTA (1973), enquanto SOUTO e DOBEREINER (1968) e CUNHA, ALBUQUERQUE e VERDE (1971) verificaram tais efeitos em soja e feijão comum, respectivamente. Por sua vez, EIRA, ALMEIDA e SILVA (1972) observaram resultados significativos da aplicação de fósforo sobre a nodulação e a fixação do nitrogênio em forrageiras tropicais.

TABELA 13 - Médias e Porcentagens Relativas ao Número de Nódulos Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 3 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977.

TRATAMENTOS (*)	NÓDULOS				PARTE AÉREA			
	Número (**)	% T	Peso Seco (mg/vaso)	% T	Peso Seco (g / vaso)	% T	N Total (mg/vaso)	% T
A - Testemunha	185,3	100,0	362,3 ab	100,0	9,9	100,0	240,0 a	100,0
B - P + K + (Ca+Mg) + M	202,2	109,1	428,1 a	118,1	11,0	111,1	260,1 a	108,4
C - P + K + (Ca+Mg)	200,3	108,1	414,2 a	114,3	10,8	109,1	245,8 a	102,4
D - P + K + M	184,2	99,4	386,2 ab	106,6	10,0	101,0	229,5 a	95,6
E - P + (Ca+Mg) + M	203,7	109,9	363,7 ab	100,4	10,7	108,1	228,1 a	95,0
F - K + (Ca+Mg) + M	191,3	103,4	281,2 b	77,6	8,3	83,8	176,6 b	73,6

Duas médias de cada coluna seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

(*) - M - micronutrientes

(**) - As letras servem apenas para indicar a ordem das diferenças obtidas quando da comparação dos dados transformados para \sqrt{x} .

TABELA 14 - Análises da Variância Referentes ao Número de Nódulos, Peso Seco dos Nódulos, Peso Seco da Parte Aérea e Nitrogênio Total do Feijão-de-Corda Cultivado no Solo 3 - Experimento 2 - Fortaleza, Ceará, 1977.

Fontes de Variação	G.L.	VARIÂNCIAS			
		NÓDULOS		PARTE AÉREA	
		Número	Peso Seco (mg/vaso)	Peso Seco (g / vaso)	N Total (mg/vaso)
Tratamentos	5	0,386 n.s.	10823,4 *	3,84 n.s.	3291,7 *
Resíduo	18	0,932	2192,3	1,39	318,4
Coeficientes de Variação (%)		6,94	12,56	11,60	7,76

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

n.s. - não significativo

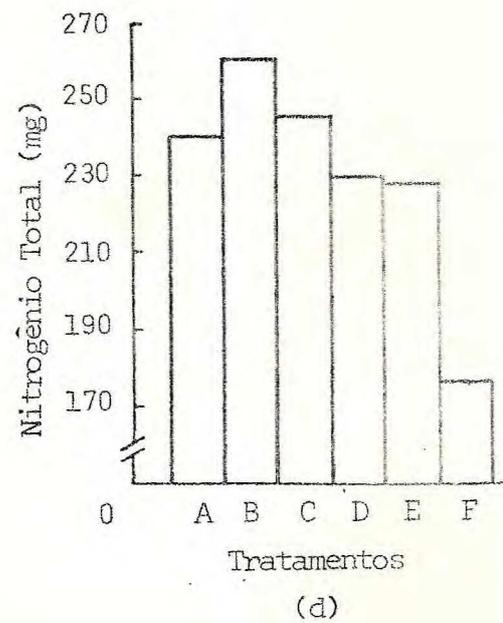
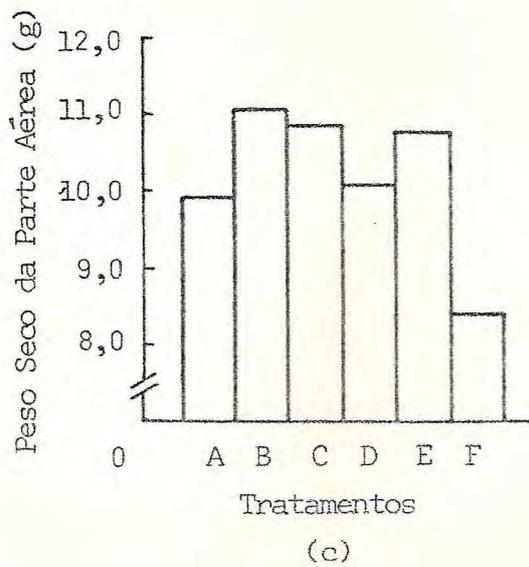
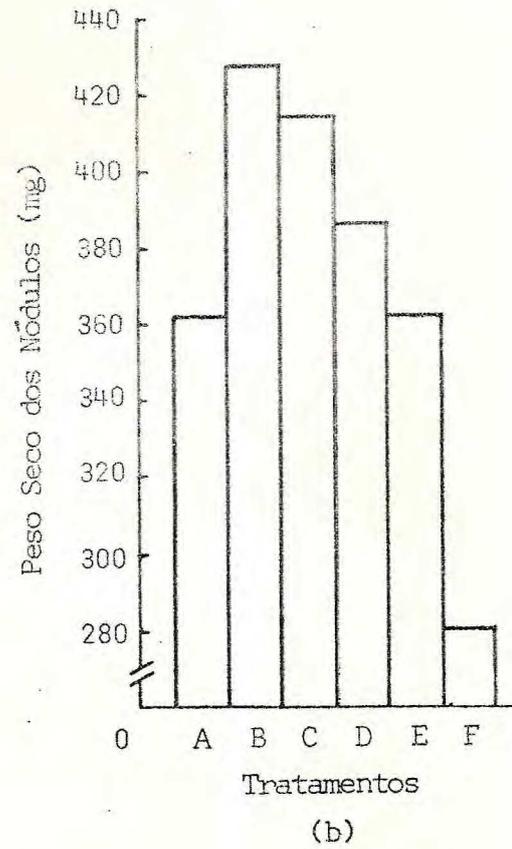
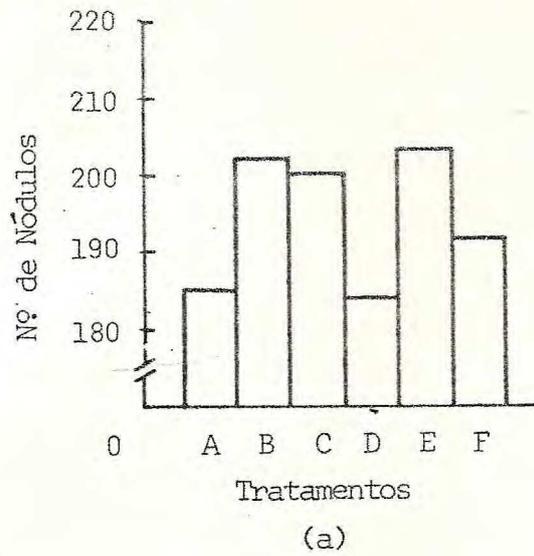


FIGURA 6 - Relação entre o número de nódulos (a), peso seco dos nódulos (b), peso seco da parte aérea (c), nitrogênio total (d) e os tratamentos aplicados no Solo 3 - Experimento 2.

Conforme os dados apresentados neste experimento, resultados inferiores foram verificados no solo 1, devido provavelmente à baixa retenção de nutrientes deste solo, em virtude de sua textura arenosa, e baixos teores de P assimilável e matéria orgânica (TABELA 1).

Nos solos 2 e 3 os resultados foram semelhantes entre sí, com respeito aos maiores valores obtidos. Entretanto a ausência de qualquer elemento prejudicou mais os parâmetros estudados no solo 2 que no solo 3, exceto o número de nódulos que foi maior no solo 2 em ausência de Ca + Mg, o que pode ser justificado pelas características químicas deste solo, principalmente pH.

No que diz respeito aos tratamentos aplicados, verificou-se nos solos 1 e 2 que a ausência de Ca + Mg afetou mais a efetividade dos nódulos que sua formação e desenvolvimento. Tal fato evidencia a necessidade de calagem nestes solos, conforme o esperado, tendo em vista o baixo pH indicado na análise química dos mesmos.

A ausência de P mostrou efeitos desfavoráveis nos três solos estudados, a despeito do alto teor de P assimilável do solo 3, mostrando, assim, o requerimento de adubação fosfatada para os solos considerados.

Não foram observados efeitos desfavoráveis para a ausência de micronutrientes ou potássio.

RESUMO E CONCLUSÕES

Com o propósito de verificar os efeitos da inoculação e da aplicação de fertilizantes em feijão-de-corda, foram conduzidos dois experimentos em casa-de-vegetação no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, utilizando-se em ambos, dois solos podzólico vermelho-amarelo e um aluvião fluvial.

No primeiro experimento adotou-se esquema fatorial 2 x 3 com delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições, utilizando-se três níveis de nitrogênio (0; 30 e 60 kg de N/ha), com e sem inoculação.

No segundo experimento seguiu-se delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições e seis tratamentos (todos inoculados), constituídos por uma testemunha (sem adubação), um com adubação completa (P + K + (Ca + Mg) + micronutrientes) e os demais diferindo desta pela omissão sucessiva de cada um de seus componentes.

Foram registrados em cada experimento o número e peso seco dos nódulos, o peso seco da parte aérea e o teor de nitrogênio total, e procedida a análise estatística dos dados observados.

Com base nos resultados obtidos, podem ser tiradas as conclusões a seguir discriminadas, válidas para as condições sob as quais foram conduzidos os experimentos:

Solo 1 - Podzólico vermelho-amarelo, coletado no CCA/UFC - Melhores efeitos sobre a fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico podem, possivelmente, ser obtidos neste solo, através de calagem, adubação fosfatada e inoculação das sementes.

Solo 2 - Podzólico vermelho-amarelo, provenientes da Fazenda Lavoura Seca, município de Quixadá-Ceará - Embora de modo pouco pronunciado, os resultados sugerem que a adubação nitrogenada na dose de 30 kg/ha, produz efeitos favoráveis sobre o processo simbiótico do feijão-de-corda, superando a inoculação artificial. Ficou comprovada, no entanto, a eficiência da correção da acidez do solo e da adubação fosfatada sobre o referido processo.

Solo 3 - Aluvião fluvial, colhido na Fazenda Experimental do Vale do Curú, município de Pentecoste, Ceará - Os resultados sugerem que a aplicação de nitrogênio e fósforo, nas doses de 30 kg de N/ha e 80 kg de P_2O_5 /ha, respectivamente, apresentam efeitos mais favoráveis sobre a fixação simbiótica do feijão-de-corda cultivado neste solo.

De modo geral, constatou-se, nos solos estudados, a necessidade de fósforo para melhor desempenho da atividade simbiótica e, consequentemente, melhor fixação do nitrogênio atmosférico em feijão-de-corda. Recomenda-se, portanto, estudos posteriores com aplicação de diferentes níveis de fósforo nesta cultura em solos do Estado do Ceará.

LITERATURA CITADA

- ALBUQUERQUE, J.J.L. 1975. Estatística experimental. Universidade Federal do Ceará - Centro de Ciências - Departamento de Estatística e Matemática Aplicada. Fortaleza, 92 p. (mimeografado).
- ALMEIDA, D.L.; G.G. PESSANHA e A.F. PENTEADO. 1973. Efeito da calagem e da adubação fosfatada e nitrogenada na nodulação e produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 8 : 127-130.
- ANGHINONI, L.; L. FIORESE e A.P. MORAES. 1976. Resposta da cultura da soja à aplicação de boro, zinco e enxofre. Agron. Sulriograndense, Porto Alegre, 12 (2) : 189-199.
- ARRUDA, N.B.; J. DOBEREINER e C.M. GERMER. 1968. Inoculação, adubação nitrogenada e revestimento calcário em três variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, 3 : 201-205.
- CHAPMAN, H.D. and P.F. PRATT. 1961. Methods of analysis for soils, plant and waters. University of California. Division of Agricultural Sciences. p. 150-174.
- CRISÓSTOMO, L.A. e J.J.L. ALBUQUERQUE. 1971. Nutrição mineral do siratro, *Phaseolus atropurpureus* D.C. em quatro tipos de solos no Ceará. Ciên. Agron., Fortaleza, 1 (2) : 109-114.
- CUNHA, L.G.C.; J.J.L. ALBUQUERQUE e N.G.L. VERDE. 1971. Adubação mineral em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na Serra da Ibiapaba - Ceará. Pesq. Agrop. Nord., Recife, 3 (2) : 75-83.
- DOBEREINER, J. e N.B. ARRUDA. 1967. Interrelações entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, 2 : 475-487.
- EIRA, P.A.; D.L. ALMEIDA e W.C. SILVA. 1972. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosas forrageiras em um solo podzólico vermelho-amarelo. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 7 : 185-192.

- FRANÇA, G.E. e M.M. CARVALHO. 1970. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro, 5 : 147-153.
- FRANCO, A.A. e J. DOBEREINER. 1967. Especificidade hospedeira na simbiose com *Rhizobium* - feijão e influência de diferentes nutrientes. *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro, 2 : 467-474.
- e —————. 1968. Interferência do cálcio e nitrogênio na fixação simbiótica do nitrogênio por duas variedades de *Phaseolus vulgaris* L. *Pesq. Agropec. Bras.*, Rio de Janeiro, 3 : 223-227.
- GARGANTINE, H. e A.C.P. WUTKE. 1960. Fixação do nitrogênio do ar pelas bactérias que vivem associadas às raízes do feijão de porco e do feijão baiano. *Bragantia*, Campinas, 19 (40) : 639-652.
- GOEPFERT, C.F. 1971. Importância do fósforo na nodulação e no rendimento da soja (*Glycine max*). *Agron. Sulriograndense*, Porto Alegre, 7 (1) : 5-9.
- e J.R. JARDIM FREIRE. 1973. Influência da aeração do solo e da calagem sobre o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em três solos ácidos do Rio Grande do Sul. *Agron. Sulriograndense*, Porto Alegre, 9 (2) : 143-149.
- GUIMARÃES, J.A.P.; C.S. SEDIYAMA; T. SEDIYAMA; R.F. NOVAIS; J.M. BRAGA e S.S. BRANDÃO. 1976. Resposta da soja à fertilização nitrogenada, em três localidades de Minas Gerais. *Experientiae*, Viçosa, 21 (5) : 101-119.
- GUSS, A. e J. DOBEREINER. 1972. Efeito da adubação nitrogenada e da temperatura do solo na fixação do nitrogênio em feijão (*Phaseolus vulgaris*). *Pesq. Agropec. Bras.*, Sér. Agron., Rio de Janeiro, 7 : 87-92.
- PAIVA, J.B. e J.J.L. ALBUQUERQUE. 1970. Ensaio de adubação mineral NPK em feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl.) no Ceará. *Pesq. Agrop. Nord.*, Recife, 2 (2) : 53-56.
- ; ————— e F.F. BEZERRA. 1971. Adubação mineral em feijão-de-corda, (*Vigna sinensis* Endl.) no Ceará-Brasil. *Ciênc. Agron.*, Fortaleza, 1 (2) : 75-78.

- PAIVA, J.B.; J.J.L. ALBUQUERQUE e F.F. BEZERRA. 1974. Efeito de espaçamento e adubação em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Ciên. Agron., Fortaleza, 4 (1-2) : 79-83.
- ; J.F. ALVES e J.N.E. FROTA. 1973. Adubação nitrogenada e fosfatada em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Ciên. Agron., Fortaleza, 3 (1-2) : 55-60.
- PONS, A.L. e C.F. GOEPFERT. 1975. Efeito da adubação nitrogenada em feijoeiro. I - solo camaquã. Agron. Sulriograndense, Porto Alegre, 11 (2) : 259-266.
- REBOUÇAS, M.A.A. 1976. Estudo da adubação nitrogenada e fosfatada do feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi pela análise química das folhas. Dissertação de Mestrado - Departamento de Fitotecnia. Fortaleza, 44 p.
- RIOS, G.P. e H.L. SANTOS. 1973. Adubação nitrogenada na soja (*Glycine max*) em solos sob vegetação de cerrado. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 8 : 63-67.
- RUSCHEL, A.P.; R. RUSCHEL; D.L. ALMEIDA e A.R. SUHET. 1974. Influência do nitrogênio mineral e orgânico na fixação simbiótica de nitrogênio em soja. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 9 : 125-129.
- ; A.R. SUHET; R. VIANNI e D.L. ALMEIDA. 1975. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio e da inoculação na produção de sementes, proteína e óleo em duas cultivares de soja. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 10 : 19-23.
- ; D.P.P.S. BRITTO e L.F. CARVALHO. 1969. Efeito do boro, molibdênio e zinco quando aplicados ao revestimento da semente na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, 4 : 29-37.
- e H.W. REUSZER. 1973. Fatores que afetam a simbiose, *Rhizobium phaseoli* - *Phaseolus vulgaris*. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 8 : 227-292.
- e R. RUSCHEL. 1975a. Avaliação da fixação simbiótica de nitrogênio em feijão. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 10 : 11-17.

- RUSCHEL, A.P. e R. RUSCHEL. 1975b. Sinergia da absorção de nitrogênio do solo e da fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico dirigida para o aumento do nitrogênio total da soja (*Glycine max*). Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., Rio de Janeiro, 10 : 37-40.
- SOUTO, S.M. e J. DOBEREINER. 1968. Efeito do fósforo, temperatura e umidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja perene (*Glycine javanica* L.). Pesq. Agropec. Bras., Rio de Janeiro, 3 : 215-221.
- TÁVORA, F.J.A.F.; J.F. ALVES e R.P. NUNES. 1971. Adubação fosfatada em feijão-de-corda *Vigna* sp. Ciên. Agron., Fortaleza, 1 (1) : 23-26.
- VASCONCELOS, I.; J.B. PAIVA e J.N.E. FROTA. 1974. Efeito da interação rizóbio-adubação nitrogenada em soja, *Glycine max* (L.) Merr. Ciên. Agron., Fortaleza, 4 (1-2) : 99-104.
- ; I.T. LIMA e J.F. ALVES. 1975. Desempenho de nove estirpes de *Rhizobium* sp. em simbiose com feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi. Ciên. Agron., Fortaleza, 5 (1-2) : 1-6.
- ; J.B. PAIVA; L.A. CRISÓSTOMO e F.J. OLIVEIRA. 1976. Confronto entre a inoculação artificial de rizóbios e a adubação nitrogenada em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi em duas micro-regiões homogêneas do estado do Ceará, Brasil. Ciên. Agron., Fortaleza, 6 (1-2) : 105-108.
- ; —————; F.J.M. HOLANDA e C.A. SOBRAL. 1977. Efeito da interação rizóbio-adubação nitrogenada em feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi, em um podzol arenoso do Ceará. Relatório de Pesquisa - 1975. Programa Agropecuário com Experimentação e Tecnologia (Feijão-de-corda). Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da U.F.C. Fortaleza, p. 86-93.
- VIDOR, C. e J.R. JARDIM FREIRE. 1971. Efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre a fixação simbiótica do nitrogênio pela soja. Agron. Sulriograndense, Porto Alegre, 7 (2) : 181-190.
- WEBER, C.R. 1966. Nodulating and nonnodulating soybean isolines: II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. Agron. Journal. 58 : 46-49.