

SELEÇÃO DE ESTIRPES DE Rhizobium sp. DE SABIÁ (Mimosa caesalpiniaefolia Benth.) E TESTES DE INOCULAÇÃO CRUZADA COM RELAÇÃO A ALGUMAS LEGUMINOSAS ARBÓREAS

RAIMUNDO NONATO DE ASSIS JÚNIOR

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 - 1984

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, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à 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.

---

Raimundo Nonato de Assis Júnior

DISSERTAÇÃO APROVADA EM \_\_\_\_\_

---

Rogério Tavares de Almeida  
- Orientador -

---

José Ilo Ponte de Vasconcelos

---

Fernando João Montenegro de Sales

---

Francisco José Martins Holanda

Ao meu Pai  
RAIMUNDO (IN MEMORIAN)

À minha Mãe  
ADÉLIA

Aos irmãos  
AMÓS, HAIDÉE, HAIDA, EDMÉA,  
SÉRGIO e RICARDO

Aos sobrinhos  
KARLA, NARA, LARA, PABLO e  
THIAGO

D E D I C O

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus sinceros agradecimentos à Universidade Federal do Ceará (UFC) pela oportunidade para a realização do Mestrado.

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

Ao Professor Mardônio Aguiar Coelho, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, pela colaboração prestada durante o curso.

Ao Professor Rogério Tavares de Almeida, pelas facilidades facultadas à execução desta pesquisa, pela orientação dos trabalhos de dissertação e pela revisão dos originais.

Aos Professores José Ilo Ponte de Vasconcelos, Fernando João Montenegro de Sales e Francisco José Martins Holanda, pelos esclarecimentos, sugestões e revisão dos originais.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas - pelos valiosos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas deste e de outros cursos desta Universidade, pela colaboração e amizade gratuitas.

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, na pessoa do Sr. Antônio Luiz de Oliveira, pela ajuda na realização das análises químicas das plantas.

À Clara Almeida Castelo Branco, pelo trabalho datilográfico.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS .....	vi
LISTA DE TABELAS .....	vii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	3
2.1. O Sabiã .....	3
2.2. Importância da Simbiose .....	4
2.3. Ocorrência da Simbiose .....	5
2.4. Seleção de Estirpes .....	7
2.5. Inoculação Cruzada .....	10
2.6. Presença de Rizóbio no Solo .....	15
2.7. Importância da Inoculação .....	16
3. MATERIAL E MÉTODO .....	20
3.1. Teste de Nodulação .....	20
3.2. Seleção de Estirpes .....	21
3.3. Teste de Inoculação Cruzada .....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4.1. Teste de Nodulação .....	26
4.2. Teste de Seleção de Estirpes .....	26
4.2.1. Análise Estatística .....	27
4.3. Teste de Inoculação Cruzada .....	29
4.3.1. Análise Estatística .....	30
4.3.1.1. Algaroba .....	30
4.3.1.2. Jurema Preta .....	30
4.3.1.3. Jurema Branca .....	31
4.3.1.4. Ébano Oriental .....	31
5. CONCLUSÕES .....	33
6. LITERATURA CITADA .....	34

## LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Espécies de leguminosas usadas no experimento de inoculação cruzada, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	25
2	Nodulação em Sabiã, observada sob condições de laboratório. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	43
3	Teste de inoculação cruzada entre 9 estirpes de rizóbio isoladas de Sabiã e 10 plantas leguminosas, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	45

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Médias dos dados relativos ao peso seco, tamanho das plantas e percentual de <u>ni</u> trogênio da parte aérea em plantas de <u>Sa</u> biã, teste de seleção de estirpes. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	46
2	Análise de variância referente ao peso seco, tamanho das plantas e percentual de nitrogênio da parte aérea em plantas de Sabiã. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983..	48
3	Médias de peso seco e número de nódulos, no teste de seleção de estirpes, em plantas de Sabiã, cultivadas sob condições de casa de vegetação. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	49
4	Análise de variância referente ao peso seco e número de nódulos de Sabiã, cultivado sob condições de casa de vegetação, teste de seleção de estirpes. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	50
5	Médias e percentagens relativas ao peso seco e tamanho das plantas de Algaroba, no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	51
6	Análise de variância referente ao peso seco e tamanho das plantas de Algaroba, no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	52
7	Médias e percentagens relativas ao peso seco e tamanho das plantas de Jurema <u>Pre</u> ta, no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	53

## TABELA

## Página

8	Análise de variância referente ao peso seco e tamanho das plantas de <i>Jurema Preta</i> , no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	54
9	Médias e percentagens relativas ao peso seco e tamanho das plantas de <i>Jurema Branca</i> , no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	55
10	Análise de variância referente ao peso seco e tamanho das plantas de <i>Jurema Branca</i> , no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	56
11	Médias e percentagens relativas ao peso seco e tamanho das plantas de <i>Ébano Oriental</i> , no teste de inoculação cruzada, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	57
12	Análise de variância referente ao peso seco e tamanho das plantas de <i>Ébano Oriental</i> , no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983 .....	58

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi selecionar as mais eficientes estirpes de rizóbio de Sabiã (Mimosa caesalpiniaefolia Benth.), além de se testar a habilidade de nove estirpes isoladas dessa planta em nodular outras plantas da subfamília Mimosoideae. Os experimentos foram conduzidos em condições de casa-de-vegetação e laboratório, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

O teste de seleção de estirpes realizou-se em casa-de-vegetação, em sacos de polietileno contendo 4 kg de areia de praia lavada e esterilizada; adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 17 tratamentos e 3 repetições. O experimento foi regado com água destilada, em dias alternados, adubado a cada 10 dias com solução nutritiva de Hewitt, livre de nitrogênio. A temperatura média do solo variou de 31 a 40°C, manhã e tarde, respectivamente.

O teste de inoculação cruzada foi conduzido sob condições de laboratório, em câmara de crescimento, utilizando-se tubos de cultura contendo solução agarizada de Norris, modificada. A cada 15 dias processava-se a adubação, colocando-se 10ml/tubo da solução de Norris. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 3 repetições.

Duas estirpes (UFC-904.35 e UFC-901.35) destacaram-se como as melhores na associação com o Sabiã.

Quatro espécies de leguminosas - Algaroba, Prosopis juliflora DC; Jurema Preta, Mimosa acutistipula Benth.; Jurema Branca, Pithecellobium dumosum Benth. e Ébano Oriental, Albizzia lebbek (L.) Benth. - nodularam com estirpes de rizóbio de Sabiã. No entanto, apenas a estirpe UFC-838.35 mostrou-se promissora na fixação com Jurema Preta.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to select the most efficient rhizobia strains on Sabiã (Mimosa caesalpiniaefolia Benth.) and to observe the ability of nine of these strains to nodulate another legumes of the Mimosoideae subfamily. The experiments were conducted under greenhouse and laboratory conditions in the Centro de Ciências Agrárias of the Universidade Federal do Ceará.

The strain selection test were conducted under greenhouse conditions, using polyethylen bags with 4kg of washed and sterilized sand soil. It was adopted a completely randomized design with seventeen treatments and three replications. The experiment were irrigated with distilled water every two days and a Hewitt nutritive solution, without nitrogen, was added every ten days. The average soil temperature ranged from 31 to 40°C in the morning and afternoon, respectively.

The cross-inoculation test was conducted under laboratory conditions, in the growth chamber, using culture tubes with modified agar-Norris-solution. Each fifteen days the experiment was irrigated with 10ml/tube of Norris solution, without nitrogen. It was adopted in this experiment a completely randomized design, with ten treatments and three replications.

Two strains (UFC-904.35 and UFC-901.35) showed to be the most efficient in the association rhizobia-Sabiã.

Four legumes species - Algaroba, Prosopis juliflora DC; Jurema Preta, Mimosa acutistipula Benth.; Jurema Branca, Pithecellobium dumosum Benth. and Ébano Oriental, Albizzia lebbek (L.) Benth. - nodulated with rhizobia strains of Sabiã. However, only the strain UFC-838.35 showed to be promising in the nitrogen fixation of Jurema Preta.

## 1. INTRODUÇÃO

Os solos nordestinos são reconhecidamente de baixa fertilidade, muito pobres em elementos nutrientes, de modo que, para se obter produções que satisfaçam a demanda de alimentos, necessário se faz o uso de fertilizantes, de forma adequada e sistematizada. No entanto, o uso de fertilizantes não é prática comum na agricultura nordestina, por razões tais como os seus preços, falta de incentivos, altos riscos e incertezas decorrentes das adversidades climáticas, entre outras.

Em assim sendo, é necessário recorrer-se a outros meios de se enriquecer os solos com minerais essenciais às plantas. Neste sentido, os microrganismos do solo desempenham um papel de grande importância, pela sua capacidade de tornar disponíveis às plantas, nutrientes que antes não eram assimilados por elas.

Dentre os elementos essenciais, o nitrogênio destaca-se como o mais susceptível às transformações biológicas, sendo a sua disponibilidade de relevante importância econômica, visto que ele é o maior elemento nutriente da planta obtido do solo (ALEXANDER, 1977):

A grande reserva de nitrogênio é o elemento gasoso  $N_2$ , que constitui 78% do volume da atmosfera (EPSTEIN, 1975) o que equivale a 375 mil toneladas de nitrogênio acima de cada hectare de terra (MALAVOLTA, 1976). Nesta forma, contudo, o nitrogênio não está diretamente disponível para as plantas superiores. No entanto, esta referida forma de nitrogênio pode ser utilizada por plantas da família Leguminosae em associação com bactérias do gênero Rhizobium. Neste caso, o nitrogênio fixado torna-se disponível para a síntese do grupo amino dos aminoácidos e, portanto, das proteínas da hospedeira. Quando as plantas ou as bactérias fixadoras morrem, processa-se sua decomposição com liberação de aminoáci-

dos por hidrólise das proteínas e, em seguida, bactérias amonificantes liberam os grupos amino na forma de íons amoniacais,  $\text{NH}_4^+$ , que se dissolvem na solução do solo, enriquecendo-o em nitrogênio.

O nitrogênio é um elemento facilmente perdido por lixiviação e erosão, chegando essas perdas, nas regiões tropicais sob pastagens, à ordem de 78 a 570Kg/ha/ano (JACOBSON, 1948). O plantio de leguminosa também assume relevância no sentido de manter o equilíbrio do nitrogênio do solo, permitindo a sua utilização intensiva, sem riscos de degradação ou de retorno ao estado natural (BONNIER & BRAKEL, 1970).

Apesar de serem as leguminosas herbáceas, tais como feijão e soja, as mais amplamente estudadas, a capacidade de fixar nitrogênio através da associação com o rizóbio não é inerente apenas a elas. As leguminosas arbóreas também apresentam-se noduladas, fixando nitrogênio. Essas têm importância como essências florestais formadoras de madeira, forrageiras, na recuperação de solos erodidos etc.

Mesmo com o destacado papel das leguminosas arbóreas na economia do nitrogênio e incremento desse elemento nos solos, a atenção que se lhe tem dada é ainda muito pequena, aquém de sua real importância.

Este trabalho objetiva selecionar as melhores estirpes de rizóbio de Sabiã, dentre aquelas existentes no Laboratório de Microbiologia do Solo, do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, a fim de que se possa, a partir de estirpes de eficiência comprovada, se fazer inoculações que seguramente trarão benefícios ao desenvolvimento da planta. Outrosim, visa o presente trabalho fornecer alguns subsídios à pesquisa de se verificar se as leguminosas da subfamília Mimosoideae testadas podem apresentar nodulação eficiente com estirpes de rizóbio de sabiã, sendo tal determinação, por certo, de grande importância prática na preparação de inoculantes.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. O Sabiã

Árvore de até 7 metros de altura, com caule pouco espinhoso, revestido de casca grossa e pardacenta - de onde lhe advém o nome vulgar - fendida longitudinalmente. Folhas bipinadas com folíolos elípticos e ovais. Legume pequeno. Sementes miúdas e leves.

Segundo BRAGA (1960), é uma planta muito comum no Estado do Ceará, crescendo, de preferência, nos solos profundos. Pelo seu rápido desenvolvimento, recomenda-se como essência florestal indispensável a qualquer trabalho de reflorestamento no Nordeste seco. Multiplica-se por sementes e estacas. Três anos depois, em solos bons, já fornece madeira pesada, de cerne roxo-escuro, resistente à umidade, excelente para estacas, lenha e carvão, forquilhas e esteio. As folhas, quando maduras e secas, são forrageiras. Encontra-se distribuída por todo Nordeste seco.

Uma análise da composição química da matéria seca mostra que o feno de Sabiã é muito rico em proteínas e em hidratos de carbono, comparável aos melhores conhecidos. Não pode, portanto, deixar de ser tomado em consideração pelos fazendeiros que desejam melhorar a alimentação de seus gados, o que redundará numa produção maior de carne e leite.

GOMES (1977) diz que o sabiã cresce em todos os solos, se excluirmos os alagados. Naturalmente prefere os melhores. O plantio é fácilimo, dada a sua excepcional rusticidade.

Um modo interessante de se plantar Sabiã, em alguns casos, é cultivá-lo em pontos esparsos, ao longo das cercas, no meio da invernada, ele aos poucos se alastrará.

## 2.2. Importância da Simbiose

O estudo da associação rizóbio-leguminosas arbóreas tem despertado o interesse de alguns pesquisadores (DÖBEREINER, 1967; CAMPELO & DÖBEREINER, 1969; CAMPELO & CAMPELO, 1970; CAMPELO, 1976), tendo em vista o aproveitamento de algumas espécies arbóreas no reflorestamento. A falta de espécies leguminosas capazes de concorrer economicamente com o eucalipto tem provocado o maior uso dessa última nos programas de reflorestamento. Porém, as leguminosas apresentam vantagens sobre o eucalipto no sentido conservacionista, pela sua capacidade de enriquecer o solo com nitrogênio proveniente da atmosfera e pela mobilização de outros elementos de horizontes mais profundos que são extraídos com maior eficiência pelas leguminosas (DÖBEREINER, 1967). Por sua vez, COALDRAKER (1962) constatou aumentos de 2,6kg de nitrogênio/ha / ano em florestas de eucalipto, enquanto que em florestas mistas tropicais o aumento de nitrogênio foi da ordem de 31 a 150kg/ha/ano.

A importância das leguminosas na agricultura tropical tem ainda suscitado extensivas investigações da simbiose rizóbio-leguminosa em todos os níveis, estendendo-se da bioquímica à agronomia. Aspectos tais como crescimento e fisiologia do rizóbio, especificidade da associação, fisiologia do processo de infecção e desenvolvimento dos nódulos têm se tornado bem entendidos, embora uma parte do processo da simbiose, a nível molecular, permaneça ainda por ser definida (BURNS & HARDY, 1975).

A fixação biológica é particularmente importante na economia de nitrogênio por usar, no processo de redução de  $N_2$  a  $NH_3$ , energia fornecida diretamente pela fotossíntese da planta, em contraste com a produção industrial de fertilizantes, onde, segundo DÖBEREINER (1978), a manufatura de uma tonelada de fertilizante requer uma energia equivalente a sete barris de óleo.

Desta forma a fixação biológica do nitrogênio repre

senta uma considerável redução nos custos da produção agrícola. Dados de POSTGATE (1974) revelam que ela contribui com cerca de  $10^8$  a  $10^9$  ton/ano de nitrogênio fixado na superfície terrestre. BURRIS, apud EPSTEIN (1975), diz que nos Estados Unidos da América do Norte as culturas de leguminosas fixam aproximadamente 5,5 milhões de toneladas de nitrogênio por ano. No Brasil, 12 milhões de toneladas de soja são produzidas anualmente sem qualquer aplicação de fertilizantes nitrogenados. Sem a fixação biológica isto requeriria cinco milhões de toneladas de fertilizantes (DÖBEREINER, 1978).

O reconhecimento do potencial de fixação de nitrogênio e o seu estudo com leguminosas tropicais são relativamente recentes, sendo que a maioria dos trabalhos têm sido conduzidos na Austrália, onde novos princípios de manejo de pastagens foram estabelecidos e a associação rizóbio-leguminosa, considerada como a melhor opção para a produção de proteína forrageira mais barata (DAVIES, 1965). No Brasil, a fixação simbiótica é o único meio de nutrição da soja e vários aspectos da simbiose nessa planta têm sido estudados (FREIRE, 1976).

A avaliação da contribuição da fixação de nitrogênio em sistemas naturais é especulativa. Baseados no incremento de matéria orgânica - assumindo uma constante relação carbono/nitrogênio de 12, e sobre a biomassa total por um período de 10 anos, NYE & GREENLAND (1965) estimaram um incremento anual de nitrogênio da ordem de 106kg/ha. Sob savanas cultivadas com pastos os ganhos de nitrogênio foram da ordem de 30kg por hectare.

### 2.3. Ocorrência da Simbiose

A família das leguminosas provavelmente originou-se nos trópicos, sendo a subfamília Caesalpinoideae a mais ancestral. Nos trópicos ocorrem duas vezes mais gêneros de leguminosas do que em zonas temperadas, sendo que mais de 95%

das leguminosas de clima temperado são Papilionoideae, em quanto que Mimosoideae e Caesalpinoideae são predominantemente tropicais (NORRIS, 1958). Entre elas a grande maioria são árvores, sendo que 95% das Mimosoideae, 97% das Caesalpinoideae e 38% das Papilionoideae são lenhosas (TUTIN, 1958).

Esta família compreende cerca de 12.000 a 14.000 espécies (BURNS & HARDY, 1975), podendo chegar a 17.000 espécies descritas (HEYWOOD, 1971), nos seus 700 gêneros e três subfamílias. Uma pequena fração apenas, tem sido examinada com relação à fixação do nitrogênio gasoso. Uma exata incidência da fixação entre as espécies examinadas é desconhecida, mas a nodulação, que é um indicativo da fixação, ocorre em mais de 90% das Mimosoideae e Papilionoideae e em cerca de 33% de Caesalpinoideae (BURNS & HARDY, 1975). Observações de STEWART (1966) mostraram uma nodulação de 91 a 94% para Mimosoideae e Papilionoideae, respectivamente, e somente 34% para as Caesalpinoideae, enquanto que ALLEN & ALLEN (1981) observaram nodulação da ordem de 95% nas Papilionoideae e 84% de Mimosoideae, em contraste com 40% de espécies da subfamília Caesalpinoideae noduladas.

Nota-se uma maior incidência de nodulação na subfamília Caesalpinoideae do que nas duas outras, o que pode ser resultado de modificações filogenéticas. Acrescente-se, ainda, o fato de que as espécies da subfamília Caesalpinoideae serem quase que totalmente restritas aos trópicos, onde a simbiose é menos estudada, enquanto que Mimosoideae e Papilionoideae estão muito bem adaptadas e distribuídas em regiões de clima temperado, tendo merecido maiores estudos. Embora poucos gêneros de leguminosas descritos sejam típicos de regiões temperadas, o conhecimento de quase todos os aspectos da associação planta-bactéria relaciona-se com as espécies cultivadas nessas regiões.

VASCONCELOS (1982) observou a nodulação, sob condições de casa de vegetação, de muitas leguminosas do Nordeste, especialmente do Ceará, notando que, de todas as espécies utilizadas neste trabalho, somente a Carolina e a Timbaúba não se achavam noduladas.

CAMPELO (1976) não encontrou nodulação em Carolina, *sob condições naturais de campo*. Nodulações foram observadas em plantas de Sabiã e Ébano Oriental.

Em pesquisa realizada por ALLEN & ALLEN (1961), 90% das espécies Mimosoideae apresentaram-se noduladas. Nos gêneros Albizzia, Entada, Enterolobium, Pithecelobium, Leucaena, Piptadenia e Parkia, todas as espécies eram noduladas. Entre os gêneros Inga, Calliandra, Acacia, Mimosa e Prosopis existem espécies noduladas e outras não.

Em Trinidad, De SOUZA (1966) observou que, dentre 81 espécies estudadas, 63 eram noduladas, sendo 40 pertencentes à subfamília Papilionoideae, 17 à subfamília Mimosoideae e apenas 6 à subfamília Caesalpinoideae.

Na flora Argentina, ROTHSCILD (1970) observou a nodulação de espécies pertencentes a 37 gêneros, dos quais 32 apresentavam espécies noduladas. Dos 5 que não apresentavam nódulos, 4 eram Caesalpinoideae e 1 Mimosoideae.

Os conhecimentos atuais sobre a nodulação de flores tropicais são apenas de observações isoladas e o status de nodulação pode variar com um certo número de fatores ambientais adversos. Nas regiões tropicais, a nodulação das leguminosas é um fenômeno cíclico. No Amazonas, espécies de Acacia e Mimosa consideradas por TUTIN (1958) como noduladas, foram encontradas sem nódulos por NORRIS (1956, 1969).

Para BEADLE (1964), o fato de uma espécie não apresentar nódulo em um dado momento não deve ser uma conclusão definitiva de que a espécie não nodula. É preciso que se façam várias coletas e em diferentes locais para se confirmar se existem ou não condições favoráveis para a nodulação.

#### 2.4. Seleção de Estirpes

A seleção de estirpes justifica-se pelo fato de que existe uma maior ou menor especificidade hospedeira na simbi

ose das diversas espécies da família leguminosa, sendo en tão, a seleção de estirpes de rizóbios mais efetivos para dada espécie de grande importância para o desenvolvimento de inoculantes que venham a proporcionar melhor nodulação e fixação do nitrogênio.

A especificidade das bactérias do gênero Rhizobium, em sua associação simbiótica com plantas da família leguminosa varia de modo extraordinário, com notável influência na nodulação e no processo de fixação do nitrogênio atmosférico. Nessa complexa associação, várias estirpes da bactéria estão envolvidas e apresentam uma maior ou menor eficiência em fixar o  $N_2$ . Essas diferenças podem ser decorrentes de fatores edáficos, genéticos e fisiológicos dos simbiossomas que, às vezes, impedem até a formação de nódulos. Variações em eficiência pode ocorrer, inclusive, dentro da própria estirpe.

A fixação simbiótica do  $N_2$  pela associação rizóbio-leguminosa é o resultado de complexas interações bioquímicas, metabólicas e físicas entre a planta hospedeira e o microssimbionte (VINCENT, 1980). Dessa forma, as variações genotípicas apresentadas por qualquer um dos simbiossomas afetarão a eficiência da simbiose. Numa associação ineficiente, a nodulação pode ocorrer, mas a taxa de fixação é bem menor do que o ótimo (VEST et alii, 1973).

ROUGHLEY (1976), trabalhando com a estirpe CB 782, isolada de cinco diferentes locais, observou o crescimento de Trifolium semipapiloso, notando uma variação de peso seco de 30% a menos até um incremento de seis vezes mais do que o controle não inoculado. Variações foram também encontradas no Siratro inoculado com a estirpe CB 759, sendo notado que o crescimento da planta foi inversamente proporcional ao tempo de formação dos nódulos. Trabalhos de seleção de estirpes de Rhizobium phaseoli foram realizados por VARGAS (1981) no Espírito Santo. KOLLING (1981) fez, também, seleção de estirpes de rizóbio em alfafa, trevo subterrâneo e cornichão, encontrando diferenças entre elas.

GIBSON (1962) estudou o efeito de cultivares de alfafa e estirpes de R. meliloti sobre a eficiência da simbiose, concluindo que havia diferenças significativas entre as estirpes e cultivares em sua capacidade em fixar o N<sub>2</sub>.

SLOGER (1969), em pesquisa com soja, atribuiu o controle da taxa de fixação à interação hospedeiro-rizóbio.

SEETIN & BARNES (1977) encontraram diferenças significativas na nodulação entre genótipos de alfafa inoculados com um inoculante comercial à base de turfa. Eles concluíram que a capacidade da simbiose para fixar nitrogênio foi afetada pelo genótipo da planta.

MYTTON, apud SMITH (1982), encontrou que a produtividade do trevo branco (Trifolium repens L.) dependia da associação do genótipo da planta e das estirpes de rizóbio. A análise de variância de peso seco indicou que o genótipo do hospedeiro, a estirpe de rizóbio e a interação entre eles afetaram significativamente a produção.

SMITH (1982) observou que a produção de peso seco de Trifolium incarnatum L. diferiu significativamente com diferentes estirpes de R. trifolii. Duas estirpes (K13 e X95) apresentaram-se altamente eficientes, enquanto outras duas (WU95 e D2A50) tiveram eficiência moderada.

JONES & HARDARSON, apud HARDARSON (1982), demonstraram que variedades de trevo branco diferiram em sua preferência por estirpes de R. trifolii contidos em um inóculo misto. Eles demonstraram ainda que a preferência por estirpes bacterianas era uma característica hereditária da planta hospedeira. Sugeriram que a eficiência simbiótica pode ser aumentada pelo uso de genótipo hospedeiro que nodulem, de preferência, com estirpes específicas de rizóbio.

HARDARSON (1982) inoculou 16 estirpes de R. meliloti em alfafa e observou diferenças significativas entre as estirpes, tanto para a preferência da alfafa por determinadas estirpes, quanto à eficiência em fixar o nitrogênio gasoso. Anteriormente, ele havia testado 4 estirpes de R. meliloti e 10 derivadas mutantes, resistentes a antibióticos, que reve

laram diferenças entre os tratamentos para os parâmetros produção, número de nódulos e número de dias para a formação dos primeiros nódulos (HARDARSON, 1981).

HEICHEL & VANCE (1979) observaram a nodulação de 5 estirpes de rizóbio sobre alfafa, a diferentes níveis de nitrogênio. Constataram diferenças significativas entre as estirpes na capacidade de nodular na presença de nitrogênio combinado. Os maiores índices de nodulação foram encontrados no nível zero até 10g de nitrogênio/ml da solução nutriente. Acima desse nível o índice de nodulação decresceu, embora ainda se observassem diferenças entre as estirpes.

VASCONCELOS (1982) estudou o comportamento de 13 estirpes de rizóbio em simbiose com a Sabiã, encontrando haver diferenças entre elas no tocante ao potencial de nodulação e fixação de  $N_2$ . Estatisticamente, ele encontrou diferenças significativas quando avaliou o tamanho das plantas, peso seco da parte aérea, peso seco dos nódulos, nitrogênio percentual e total da parte aérea, chegando a destacar seis estirpes (UFC-839.35, UFC-841.35, UFC-839.35, UFC-840.35, UFC-781.35 =  $X_2$  e UFC-798.35 =  $X_1$ ) como as mais eficientes para o processo de fixação biológica.

## 2.5. Inoculação Cruzada

Chama-se grupo de inoculação cruzada a um agrupamento intimamente relacionado de espécies leguminosas que evoluíram a um estágio de perda de promiscuidade (NORRIS, 1967). Ou seja, quando existe um marcado grau de especificidade destas espécies com relação à bactéria fixadora. GREY & WILLIAMS (1971) o define como um número de espécies hospedeiras, onde qualquer uma delas formará nódulo com bactéria isolada de nódulo de qualquer outro membro do grupo.

Algumas bactérias alcançaram um estágio avançado em seu desenvolvimento e se tornaram específicas para uma determinada espécie de leguminosa, podendo ser benéficas a essa

espécie e serem ineficientes com relação a outras leguminosas. Embora a maior parte das leguminosas possam formar nódulos quando inoculadas com a miscelânea Caupi, são frequentes as diferenças em eficiência fixadora. De acordo com ALLEN, apud CAMPELO (1976), as razões da preferência de uma bactéria por determinadas espécies leguminosas são completamente desconhecidas.

Segundo ALEXANDER (1977) mais de 20 grupos de inoculação cruzada têm sido estabelecidos, mas somente 6 têm sido suficientemente bem delineados ao nível de espécies, sendo que o sabiã não se encontra dentro de nenhum desses. Os seis grupos cujas espécies estão determinadas são: grupo da alfafa (Rhizobium meliloti); grupo do trevo (Rhizobium trifolii); grupo da ervilha (Rhizobium leguminosarum); grupo lupini (Rhizobium lupini); grupo da fava (Rhizobium phaseoli) e grupo da soja (Rhizobium japonicum).

Estudos de PETERS & ALEXANDER (1966) mostraram que somente algumas das muitas estirpes de rizóbio infectam e nodulam dada espécie de leguminosa, essa especificidade servindo como base para agrupamento de inoculação cruzada. Contudo, a base fisiológica ou química da especificidade não é bem entendida e o ponto onde a especificidade se expressa - se na rizosfera, diretamente sobre a superfície radicular ou em algum ponto seguinte à penetração da bactéria na raiz - é totalmente desconhecido.

Os exsudatos da raiz da leguminosa contêm uma variedade de substâncias, as quais, individualmente, podem servir como fonte de carbono e nitrogênio para as bactérias dos nódulos radiculares ou podem fornecer fatores de crescimento requeridos pelo rizóbio (ROVIRA, 1962). Por conseguinte, os membros do gênero Rhizobium exibem uma marcada especificidade pela planta hospedeira que eles invadem e nodulam. Assume-se, então, que as substâncias excretadas pelas raízes das leguminosas favoreceriam apenas o desenvolvimento da estirpe de rizóbio potencialmente efetiva.

CHAILAKHYAN & MEGRABYAN, apud PETERS & ALEXANDER

(1966), relatam que os exsudatos das raízes das leguminosas contêm fatores de crescimento estimulando seletivamente o seu rizóbio análogo, isto é, o organismo capaz de penetrar no tecido radicular e induzir a nodulação.

Em contraste a estas observações, VINCENT & WATERS (1953) não encontraram nenhuma consistente relação entre espécies hospedeiras e a relativa abundância de estirpes de Rhizobium trifolii na população da rizosfera de trevo.

Como citado anteriormente, a base morfológica ou bioquímica da especificidade dos dois organismos permanece não muito clara. Observações sobre a habilidade de somente um certo número de estirpes de rizóbio para com uma hospedeira selecionada e a utilidade geral dos grupos de inoculação cruzada têm sido freqüentemente feitas.

PETERS & ALEXANDER (1966) afirmam que a seleção de um organismo pelo segundo não ocorre através de um mecanismo envolvendo somente substâncias encontradas na rizosfera ou pelo aumento específico da habilidade do microrganismo em crescer ao redor da raiz ou colonizar a sua superfície, sendo que outros mecanismos ou pontos alternativos para os fatores relacionados à seletividade devem ser determinados. Estes podem ser um microambiente individual ou pontos seletivos sobre a raiz, nos quais a seletividade se expressaria inicialmente. Nestes pontos, para os quais o rizóbio infectivo não está seletivamente atraído, mas muito mais por estar presente numa concentração que pode ser suficientemente alta para provocar as alterações necessárias. Assim, a bactéria homóloga pode atingir o ponto receptor, não por reações químicas, mas por concentração, podendo induzir uma série de eventos, os quais resultariam na penetração e formação de um cordão de infecção.

Para LJUNGGREN & FAHRAEUS (1961) esta hipótese pode muito bem ser uma extensão do conceito da excreção de polisacarídeos pelas bactérias, que servem para induzir a formação de poligalacturonase pela planta homóloga. Em apoio, SAHLMAN & FAHRAEUS (1963) afirmam que a bactéria causa uma invaginação na raiz antes da invasão.

Ainda hoje o conceito de grupo de inoculação cruzada é muito controvertido. Mesmo para a soja - leguminosa das mais estudadas com relação à simbiose com o rizóbio - os resultados são contraditórios, relativamente à sua especificidade. Apesar da soja ser reconhecida como altamente incompatível com rizóbio de crescimento lento do tipo caupi, SEAR & CARROL (1972) demonstraram que alguns dos seus primeiros cultivares introduzidos nos Estados Unidos da América do Norte foram capazes de nodular com estirpes isoladas de nódulos de caupi, Vigna unguiculata (L.) Walp.

CONKLIN (1936) isolou estirpes de rizóbio de sete espécies de leguminosas e notou que a soja nodulava com 15 das 63 isoladas.

WILSON (1944) mostrou não haver nenhuma clara distinção entre o rizóbio que nodula a soja e os membros do grupo caupi de inoculação cruzada. O autor concluiu que a promiscuidade existe e recomendou o abandono do conceito de grupos de inoculação cruzada.

Na LAPONG, apud PULVER et alii (1982), observou que dois cultivares de soja nativos da Tailândia nodularam em solos não previamente cultivados com soja, enquanto que variedades exóticas, originadas dos Estados Unidos, não nodularam. Estes dados indicam variações genotípicas entre os cultivares de soja para sua habilidade de identificar e formar nódulos com diversas estirpes de rizóbio.

HOHEMBERG et alii (1982) fizeram inoculação cruzada entre cultivares de Phaseolus vulgaris L. e um outro de Phaseolus coccineus L. Utilizaram 16 estirpes eficientes sobre o cultivar P. vulgaris L. com o cultivar P. coccineus como hospedeiro e, inversamente, 12 estirpes eficientes sobre P. coccineus como o cultivar de P. vulgaris como hospedeiro. P. coccineus L. (cultivar Scarlet Runner), formou nódulos efetivos somente com estirpes isoladas de seus próprios nódulos, não o fazendo com nenhuma estirpe isolada de P. vulgaris (variedade Red Kidney). Os nódulos formados sobre Scarlet Runner eram ineficientes, demonstrando que a rejeição das estirpes por esse cultivar foi expressa pelo não funciona

mento dos nódulos, e não por falta de nodulação. O cultivar Red Kidney mostrou diferente padrão de especificidade. 50% das estirpes isoladas de Scarlet Runner foram tão efetivas sobre Red Kidney quanto o foram sobre as plantas homólogas. Seis estirpes de Scarlet Runner foram eficientes em ambos os cultivares. A rejeição das estirpes se observou em 75% dos casos como falha na formação de nódulos.

CAMPELO & DÖBEREINER (1969) fizeram vários testes de inoculação cruzada com Sabiã e outras leguminosas arbóreas, concluindo haver alta especificidade desta planta (Sabiã), que só nodulou quando inoculada com rizóbio isolado dela mesma. O feijão e o amendoim de veado apresentaram alguns nódulos quando inoculados com rizóbio de sabiã, porém ineficientes. O Angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), da subfamília Mimosoideae, apresentou-se bem nodulado quando inoculado com rizóbio de sabiã. Neste sentido, CAMPELO & CAMPELO (1970) trabalharam com seis plantas Mimosoideae, em inoculação cruzada: Sabiã (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), Leucena (*Leucaena glauca* Benth.), *Mimosa invisã*, Sesbãnia (*Sesbania* sp.), Sensitiva (*Mimosa pudica* L.), Maricã (*Mimosa bimucromata* (DC) O.K.), com 4 tratamentos (estirpes de sabiã, angico, sensitiva e *Mimosa invisã*). Todas as plantas mostraram-se noduladas com um ou mais dos tratamentos, o que mostra a afinidade de nodulação nessa subfamília. A sesbãnia - Papilionoideae - utilizada para fins de comparação, nodulou apenas com as estirpes X<sub>1</sub> (sabiã) e 18-7 (*M. invisã*), porém com nódulos ineficientes.

Segundo NORRIS et alii (1967), nenhuma das estirpes nativas do solo da Estação Experimental Theodureto de Camargo, do Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo, nodulou astrágalo chinês. Essa planta só nodulou quando inoculada com estirpes específicas, indicando sua alta especificidade.

CAMPELO (1976) inoculou 11 espécies de leguminosas arbóreas, entre as quais o sabiã, leucena e ébano oriental, observando que o sabiã só nodulou com estirpes isoladas de seus próprios nódulos, de nódulos de angico e quebra-foice - Mimosoideae -, enquanto que a leucena e o ébano oriental

formaram nódulos quando inoculadas com 2 estirpes (X18 e X26) isoladas de sabiã.

## 2.6. Presença de Rizóbios no Solo

As bactérias do gênero Rhizobium poderão existir por um longo período no solo na ausência de plantas, mas elas são essencialmente microrganismos da rizosfera e aparentemente encontram seu melhor suporte na rizosfera das leguminosas (BROCKWELL, 1977).

A presença de populações nativas de rizóbio está na dependência de várias condições do solo. WEVER et alii (1972) demonstraram que populações de R. japonicum em campos de soja geralmente eram superiores a 10.000/g de solo, enquanto que em campos sem a presença de soja a população era bem inferior. ELKINS et alii (1976) também observaram altas populações de R. japonicum em solos cultivados com soja, em solos do estado de Illinois, em relação a campos sem essa cultura. REYS & SCHMIDT (1979), usando a técnica de anticorpos fluorescentes, encontraram que populações do subgrupo 123 aumentavam com o tempo, desde o plantio da soja até a colheita; contagens não foram feitas após a colheita.

MAHLER & WOLLUM II (1982) observaram variações na população de rizóbio do solo da Carolina do Norte, EUA, com as mudanças estacionais. Eles notaram que em solos cultivados com soja a população era maior em novembro e menor em março e abril. Resultados similares foram encontrados em campos não cultivados com soja. Essas diferenças, no entanto, não foram notadas em pastagens ou florestas. Eles observaram, ainda, que a população variava de 1 a 1.000.000 por grama de solo, dependendo da cultura presente. Em geral, populações de R. japonicum em campos de soja, milho e tabaco excede a 10.000/g de solo. Amendoim, algodão e pastagens estão em número intermediário, enquanto que contagens tão baixas quanto 10/g de solo ocorrem em ambientes de florestas.

Vários pesquisadores australianos fizeram contagens pela técnica do número mais provável em R. trifolii e observaram número de zero até 500.000/g de solo (VINCENT & WATER 1954; BROCKWELL & DUDMAN, 1968; HELY, 1965).

De acordo com HAGEDORN (1978, 1979), maiores populações de R. trifolii foram encontradas onde se cultivava trevo e populações menores onde não havia cultivo dessa planta. Em um outro trabalho, contagens de R. trifolii feitas em um mesmo local, em três diferentes meses, mostraram variações no número de células (BROCKWELL & DUDMAN, 1968). Resultados semelhantes foram encontrados por MAHLER & WOLLUM II (1981), que observaram uma população de R. trifolii 40% inferior no inverno, comparada com populações encontradas no verão.

## 2.7. Importância da Inoculação

Em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, os agricultores não têm condições de utilizar as tecnologias sofisticadas de aplicação de fertilizantes, nem de arcar com seu alto custo (AGUIRRE & MIRANDA, 1973). Uma solução alternativa seria utilizar a fixação do N<sub>2</sub> através da simbiose do rizóbio com leguminosa. A obtenção da nodulação que suprirá as necessidades de nitrogênio da planta, entretanto, muitas vezes é problemática. Algumas vezes a inoculação resulta em aumento da produção da cultura, outras vezes, as plantas são pobremente noduladas e a produção não é aumentada (BAZAN, 1975; FRANCO & DAY, 1980; GRAHAN, 1978; STEPHENS, 1967). Este tem sido o caso observado em áreas com sistemas agrícolas desenvolvidos, tal como em Minnesota (ROBINSON et alii, 1974), e em outras regiões em desenvolvimento.

A sobrevivência de um alto número de células rizobias inoculadas sobre as sementes de leguminosas é necessária para uma efetiva nodulação das plantas. Imediatamente após a aplicação sobre a semente, o rizóbio está frequentemente sujeito a condições ambientais adversas até que a infecção

da planta hospedeira possa ocorrer (KREMER & PETERSON, 1982).

Segundo SPARROW & HAN (1983), falhas do feijão em responder à inoculação têm sido atribuídas ao alto nível de nitrogênio no solo ou à grande população nativa de R. phaseoli. Algumas vezes, contudo, este não tem sido o caso e a pobre resposta à inoculação pode ser devida ao inadequado número de células de rizóbio que está sendo aplicado ou à escassa sobrevivência da bactéria no solo, durante o tempo entre a inoculação e a formação de nódulos. Assim, um aspecto importante na inoculação é o adequado número de células viáveis para uma boa nodulação. BONNIER (1960) afirma que um inoculante de feijão, por exemplo, deve conter um grande número de células de uma estirpe de R. phaseoli e fornecer proteção para o rizóbio entre o tempo de inoculação e formação de nódulos.

O calor e a escassez de água no solo, condições que frequentemente prevalecem nos trópicos e subtropicais durante as estações propícias à semeadura de leguminosas de grão e forrageiras, são fatores altamente prejudiciais à sobrevivência do rizóbio sobre as sementes inoculadas (BURTON, 1964; VINCENT, 1965). Pobre sobrevivência do rizóbio em inoculantes à base de turfa aplicados em sementes, causada pela exposição do rizóbio a excessivo calor e aridez, frequentemente resulta em falha na inoculação (SCUDDER, 1975). Alta temperatura do solo promove uma diminuição na capacidade de sobrevivência do rizóbio e impede a subsequente nodulação (BOWEN & KENNEDY, 1959; BROCKWELL & PHILLIPS, 1970).

A turfa é largamente usada como veículo de rizóbio em inoculantes comerciais, contudo, adequadas fontes de turfas não estão disponíveis em muitas áreas do mundo (HALIDAY & GRAHAM, 1978; CORBY, 1976).

Vários trabalhos têm sido conduzidos com inoculantes à base de turfa no que concerne ao aumento da sobrevivência do rizóbio sob diferentes condições de temperatura e umidade. Muitos pesquisadores (BROCKWELL, 1962; VINCENT et alii 1962; BURTON, 1964, 1965; DATE, 1970; SIMS et alii, 1974) ob

servaram que inoculantes à base de turfa aplicados com goma arábica aumenta a longevidade do rizóbio quando armazenados a temperatura inferior a 30°C. A incorporação destes inoculantes em um peletizante de cálcio ou outros materiais frequentemente aumenta a sobrevivência do rizóbio quando as sementes peletizadas estão sujeitas a condições de calor e aridez (BROCKWELL & PHILLIPS, 1970; BROCKWELL & WHALLEY, 1970). Porém, trabalhos de outros autores (RADCLIFFE et alii, 1967; SIMS et alii, 1974) indicam que a peletização de sementes nem sempre foi eficiente para aumentar a sobrevivência do rizóbio.

A variável sobrevivência mostrada nas sementes peletizadas pode ser um resultado da dessecação na atividade de crescimento do rizóbio usado nesses tratamentos. Rizóbios liofilizados são estáveis para calor e dessecação (McLEOD & ROUGHLEY, 1961; VINCENT, 1965). Culturas de rizóbio liofilizadas inoculadas sobre as sementes foram hábeis para nodular eficientemente as plantas hospedeiras, após prolongada estocagem a 25°C (APPLEMAN & SEARS, 1944). Inóculos de *R. trifolii* liofilizados foram capazes de manter a viabilidade e habilidade de nodulação durante 6 meses de armazenamento a temperatura igual ou inferior a 37°C (McLEOD & ROUGHLEY, 1961).

O rizóbio liofilizado aplicado sobre as sementes em suspensão aquosa sobrevive mais pobremente do que o rizóbio aplicado por outras formas de inoculantes (VINCENT, 1965). No entanto, o rizóbio liofilizado suspenso em veículos não aquosos, tais como óleo, pode aumentar sua sobrevivência, pela minimização dos efeitos do calor e da dessecação (KREMER & PETERSON, 1982).

A inoculação de mudas de plantas arbóreas com estirpes de rizóbio de efetividade comprovada, anteriormente selecionadas, incrementa o estabelecimento das mesmas no campo. Dados de DÖBEREINER (1967), com sabiã, revelam uma percentagem de pega no campo de 94% contra 52% de mudas plantadas apenas com esterco. Essa porcentagem foi, inclusive, superior à do semeio direto de grãos inoculados, que foi da ordem de 78%. A sementeira inoculada proporcionou também plantas maio

res após 7 meses, com 62cm, enquanto que, no caso do semeio direto com sementes inoculadas e sementeira com esterco, as plantas apresentaram-se com 28 e 40cm de altura, respectivamente. SIMS et alii (1974) utilizaram um inóculo mais molibdênio em Cernonilla varia L. e obtiveram aumentos significativos do peso seco da parte aérea, peso das raízes e tamanho da parte aérea, acreditando eles que o aumento se deveu ao molibdênio na presença do inóculo. Aumentos na produção, através de emprego de estirpes selecionadas, também foram obtidos em alfafa por GIDDENS & PERKINS (1960).

JOHNSON et alii (1965) têm sugerido que uma forte inoculação com bactéria altamente competitiva é necessária para se ter sucesso na introdução de uma nova estirpe em uma nova área. Na verdade, são muitos os exemplos de aumentos na produção das culturas após uma inoculação. NORMAN (1943) notou que a inoculação aumentou a produção de sementes de soja em 31% e LYNCH & SEARS (1952) observaram que 89 das 108 comparações feitas em soja inoculada foram obtidos aumentos na produção. Naturalmente, em solos onde não existe rizóbio, a inoculação é essencial quando se requer altas produções durante os primeiros anos de cultivo, mas em outros solos, onde está presente uma população nativa de rizóbios efetivos, a inoculação pode não passar de uma mera segurança, podendo até mesmo ser dispensada (GREY & WILLIAMS, 1971).

### 3. MATERIAL E MÉTODO

Os trabalhos foram realizados em três etapas distintas, duas das quais em laboratório, e a outra sob condições de casa de vegetação.

#### 3.1. Teste de Nodulação

Utilizando-se 39 estirpes de rizóbio, isoladas de satiã, realizou-se no Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, um teste para se averiguar a capacidade de nodulação destas estirpes com relação à sua planta hospedeira, ou seja, o sabiã.

Este teste foi levado a efeito em tubos de ensaio, os quais continham 30ml de uma solução nutritiva de NORRIS, modificada, isenta de nitrogênio. Os tubos foram colocados em suportes de madeira e levados à câmara de crescimento, localizada no laboratório acima referido. A câmara foi iluminada artificialmente com lâmpadas fluorescentes e incandescentes, alternando-se por períodos de 12 horas de luz e 12 horas sem luz. Durante o desenvolvimento das plantas, os tubos recebiam solução de NORRIS, líquida, a cada 10 dias, na razão de 10ml/tubo. A temperatura variou de 27 a 30°C.

As sementes de sabiã foram tratadas quimicamente em ácido sulfúrico 65-66°Bé por um período de 10 minutos e, em seguida, esterilizadas com hipoclorito de sódio (Q-BOA, relação 1:9 - uma parte de Q-BOA para nove partes de água destilada), seguindo-se de uma lavagem com água destilada. Após a germinação, que ocorreu normalmente em 48 horas, as sementes foram transplantadas das placas de Petri - onde haviam sido semeadas - para os tubos de ensaio. Cada tubo continha

apenas uma planta.

As estirpes de rizóbio foram cultivadas em meio sólido de extrato de levedura-manitol-agar (ALLEN, 1957), com azul de bromotimol. O inóculo constituiu-se de uma suspensão bacteriana em água esterilizada, da qual colocou-se 0,5ml por tubo. A cultura bacteriana tinha 13 dias de idade.

Na avaliação do ensaio foram levadas em consideração a cor, forma e posição dos nódulos no sistema radicular, cor das folhas e tamanho médio das plantas.

Cada estirpe constituía um tratamento e foram assim denominados:

01) UFC-760.35	15) UFC-899.35	29) UFC- 918.35
02) UFC-738.35	16) UFC-900.35	30) UFC- 936.35
03) UFC-799.35	17) UFC-901.35	31) UFC-1008.35
04) UFC-812.35	18) UFC-902.35	32) UFC-1009.35
05) UFC-813.35	19) UFC-903.35	33) UFC-1010.35
06) UFC-814.35	20) UFC-904.35	34) UFC-1011.35
07) UFC-838.35	21) UFC-905.35	35) UFC-1012.35
08) UFC-839.35	22) UFC-906.35	36) UFC-1013.35
09) UFC-840.35	23) UFC-907.35	37) UFC-1014.35
10) UFC-841.35	24) UFC-908.35	38) UFC-781.35*
11) UFC-895.35	25) UFC-909.35	39) UFC-798.35*
12) UFC-896.35	26) UFC-910.35	40) Testemunha
13) UFC-897.35	27) UFC-911.35	
14) UFC-898.35	28) UFC-913.35	

\* Estirpes exóticas, provenientes do Rio de Janeiro.

O ensaio foi conduzido de abril a junho de 1982 e teve uma duração de 60 dias, do plantio à colheita.

### 3.2. Seleção de Estirpes

Com o objetivo de se obter as estirpes que apresentem a melhor performance de nodulação em sabiã, um teste de seleção foi realizado, sob condições de casa de vegetação,

localizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

Neste experimento foram utilizadas 15 das 39 estirpes inicialmente usadas no teste de nodulação, selecionadas com base nos parâmetros analisados no referido teste.

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 17 tratamentos e três repetições, constituindo-se cada parcela de um saco escuro de polietileno contendo 4kg de areia de praia lavada e esterilizada.

Como o solo apresentava elevado pH (8,2), o que dificultaria a atividade bacteriana, foi necessário fazer-se a sua correção, utilizando-se ácido muriático, na relação de 1 litro de ácido para 12 litros d'água. O solo foi colocado nessa solução ácido-água por 48 horas, lavado posteriormente para a retirada do excesso de ácido. Ao final dessa operação o pH do solo estava devidamente corrigido para um valor de 6,5.

O plantio foi efetuado por semeio direto. As sementes foram previamente escarificadas com ácido sulfúrico, da mesma forma descrita para o teste de nodulação.

Foram plantadas 6 sementes por saco, procedendo-se, posteriormente, um desbaste deixando-se duas plantas/saco, sendo este o stand final. Após a germinação das plantas, que ocorreu em 2-3 dias da semeadura, foi efetuada a inoculação das plantas, colocando-se 3ml da suspensão bacteriana por saco. O inóculo foi colocado na base das plantas, na razão de 0,5ml/planta. A bactéria foi cultivada em tubos de cultura com meio sólido de extrato de levedura-manitol-agar, com azul de bromotimol. A cultura bacteriana apresentava bom crescimento e estava com 13 dias de idade.

O experimento foi regado com água destilada, em dias alternados e adubado a cada 10 dias com solução nutritiva de HEWITT (1966), livre de nitrogênio - para tratamentos inoculados - e com nitrogênio - para tratamento não inoculado -, na razão de 20ml/saco. A temperatura do solo variou de 31 a 40°C, médias de medições efetuadas às 8 e 14 horas, respecti

vamente.

A avaliação do experimento foi feita baseada na análise dos peso seco, teor de nitrogênio e tamanho da parte aérea. Da nodulação foram avaliados o seu peso seco, além do número.

O peso seco - tanto dos nódulos quanto da parte aérea - foi obtido após o material ter sido submetido a uma secagem em estufa com temperatura constante de 65°C, durante 72 horas. A determinação do teor de nitrogênio foi feita no Laboratório de Química do Solo, do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, empregando-se o método Kjeldahl, conforme descrito por LOTT et alii (1965).

Cada estirpe constituiu-se em um tratamento e foram assim discriminados:

01) UFC-812.35	07) UFC- 904.35	13) UFC-1013.35
02) UFC-838.35	08) UFC- 910.35	14) UFC-1014.35
03) UFC-839.35	09) UFC- 911.35	15) X <sub>1</sub> (exótica)
04) UFC-841.35	10) UFC- 918.35	16) Test. c/nit
05) UFC-901.35	11) UFC- 936.35	17) Test. s/nit
06) UFC-903.35	12) UFC-1012.35	

O experimento foi desenvolvido durante os meses de fevereiro a março de 1983, perfazendo o tempo de 60 dias do plantio à colheita.

### 3.3. Teste de Inoculação Cruzada

O teste de inoculação cruzada foi conduzido em laboratório, em câmara de crescimento, utilizando-se tubos de ensaio contendo solução de NORRIS, modificada.

Foram testadas 9 estirpes de rizóbio isoladas de sabiã, objetivando-se observar a sua capacidade de nodulação em outras plantas. O cultivo das estirpes de rizóbio foi feito em meio sólido de extrato de levedura-manitol-agar, com azul de bromotimol. O inóculo, a exemplo dos testes anterior-

res, constituíu-se de uma suspensão bacteriana em água destilada e esterilizada. Cada tubo continha uma planta e recebeu 0,5ml do inóculo.

As sementes foram tratadas quimicamente com ácido sulfúrico 65-66° Bē por 10 a 15 minutos, esterilizadas com hipoclorito de sódio (Q-BOA) e lavadas com água destilada. O semeio foi feito em placas de Petri e, após a germinação, transplantadas para os tubos que continham solução nutritiva de NORRIS, agarizada. A cada 15 dias efetuava-se a colocação de 10ml da solução, no estado líquido, em cada tubo.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 3 repetições. Cada estirpe constituíu-se em um tratamento, sendo assim denominados:

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 01) UFC-838.35 | 06) UFC- 904.35 |
| 02) UFC-839.35 | 07) UFC- 911.35 |
| 03) UFC-841.35 | 08) UFC-1013.35 |
| 04) UFC-901.35 | 09) UFC-798.35* |
| 05) UFC-903.35 | 10) Testemunha  |

\* Estirpe exótica

As plantas utilizadas são todas leguminosas arbóreas pertencentes à subfamília Mimosoideae, exceto o Calopogônio, que pertence à subfamília Papilionoideae e é herbácea, usada para fins de comparação. As plantas, bem como suas utilidades, estão descritas no Quadro 1.

QUADRO 1 - Espécies de leguminosas usadas no experimento de inoculação cruzada, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	SUBFAMÍLIA	UTILIDADES*
Algaroba	<u>Prosopis juliflora</u> DC.	M	Forrageira, lenha e carvão
Calopogônio	<u>Calopogonio mucunoides</u> Desv.	P	Forrageira herbácea
Canafístula de boi	<u>Pithecellobium multiflorum</u> Benth.	M	Forrageira, lenha e madeira para obras
Carolina	<u>Anadenanthera pavonina</u> L.	M	Arborização de parques e jardins, madeira para marcenaria de luxo
Catanduba	<u>Piptadenia moniliformis</u> Benth.	M	Carvão
Ébano Oriental	<u>Albizzia lebbek</u> (L.) Benth.	M	Ornamental, lenha e madeira
Jurema Branca	<u>Pithecellobium dumosum</u> Benth.	M	Carvão e lenha
Jurema Preta	<u>Mimosa acutistipula</u> Benth.	M	Carvão e lenha
Leucena	<u>Leucaena leucocephala</u> (Lam.) de Wit	M	Forrageira, lenha, carvão e madeira
Sabiã	<u>Mimosa caesalpiniaefolia</u> Benth.	M	Lenha, carvão, forrageira, madeira para mourões e cercas
Timbaúba	<u>Enterolobium contortissiliquum</u> (Vell) Morong	M	Madeira para caixotaria, gamelas e colchos; forrageira e fabricação de carvão.

\* BRAGA (1960)

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Teste de Nodulação

O sabiã mostrou-se nodulado com 21 estirpes das 39 testadas, como é visto no Quadro 2. A falta de nodulação com as demais estirpes provavelmente está associada com falhas na viabilidade do inóculo.

A distribuição dos nódulos no sistema radicular efetuou-se tanto na raiz principal quanto nas raízes secundárias, tendo as estirpes apresentado uma variação na coloração dos nódulos, desde brancos até pretos, passando por marrons, pardos e rosados. Quanto à forma, os nódulos apresentaram-se esféricos na maioria das estirpes, tendo, também, exibido as formas oval, coralóide e clavada (Quadro 2).

O crescimento das plantas foi mais acentuado com a estirpe UFC-904.35 (média de 16cm) e menor na estirpe UFC-902.35 e testemunha (média de 6cm). Mostraram boa performance de crescimento as plantas inoculadas com as estirpes UFC-936.35; UFC-911.35, UFC-841.35, UFC-760.35, UFC-903.35 e UFC-1012.35. As plantas apresentaram coloração que variava de verde até amarelo-esverdeado, nas plantas inoculadas, e totalmente amarelada nas plantas não inoculadas.

A escolha das estirpes para o teste de seleção foi feita com base na nodulação, tamanho médio das plantas e cor das folhas.

### 4.2. Teste de Seleção de Estirpes

Os resultados referentes à seleção de estirpes mostraram variação na eficiência da associação das estirpes de

rizóbio com Sabiã, evidenciando haver diferenças nas interações bioquímicas entre a planta hospedeira e o micro-simbionte (VINCENT, 1980), havendo, inclusive, tratamentos inoculados com peso seco da parte aérea, percentagem de nitrogênio e tamanho médio das plantas inferiores à testemunha não inoculada (TABELA 1). Isto se explica pelo fato de que a nodulação pode ocorrer, porém sem fixar nitrogênio, conforme encontrado por VEST *et alii* (1973).

O peso seco da parte aérea mostrou, em alguns casos valores inferiores à testemunha, assim como valores bem superiores, significativamente diferentes, concordantes com o resultado encontrado por ROUGHLEY (1976) em *Trifolium semipilosum* e SMITH (1982), também em trevo.

As diferenças entre os tratamentos aqui encontradas provavelmente são devidas à preferência da planta hospedeira por determinadas estirpes, como sugerido por HARDARSON (1982).

Houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre as estirpes com relação ao percentual de nitrogênio da parte aérea, resultados que estão de acordo com aqueles encontrados por VASCONCELOS (1982), quando trabalhou com a mesma planta aqui utilizada, o Sabiã.

#### 4.2.1. Análise Estatística

Com relação ao peso seco da parte aérea, 5 estirpes apresentaram peso médio superior às demais (TABELAS 1 e 2). Essas estirpes são, em ordem crescente de peso seco, UFC-904.35, UFC-841.35 e UFC-903.35. A análise de variância revelou ainda que a média da testemunha não inoculada foi superior a alguns tratamentos inoculados e à testemunha com nitrogênio, porém essa superioridade não foi significativa ao nível de probabilidade de 5%.

As TABELAS 1 e 2 mostram também os resultados para o tamanho de plantas. Sete tratamentos mostraram as maiores mé

dias, sendo que, entre estas, estão aquelas que também se destacaram com relação ao peso seco. As duas outras são X<sub>1</sub> e UFC-839.35, sendo que esta última, apesar de não ser diferente da estirpe que apresentou a maior média, também não diferiu da testemunha, ao nível de 5% de probabilidades. Isoladamente, a estirpe UFC-904.35 foi a que apresentou maior média de tamanho (12,50cm) e a testemunha apresentou um valor médio igual a 5,66cm.

O percentual médio de nitrogênio da parte aérea está mostrado nas TABELAS 1 e 2. A maior média foi encontrada com a estirpe UFC-903.35, seguida pelas estirpes UFC-904.35, UFC-838.35, UFC-841.35 e UFC-911.35, entre as maiores. Ao nível de probabilidades de 5%, as dez maiores médias não apresentaram diferença estatística, sendo, entretanto, as cinco estirpes citadas acima, diferentes da menor média, e somente a estirpe UFC-903.35 (7,635cm) diferente estatisticamente da testemunha. Dois tratamentos inoculados apresentaram percentuais médios inferiores à testemunha.

As estirpes X<sub>1</sub> (exótica), UFC-911.35, UFC-901.35, UFC-904.35, UFC-918.35 e UFC-839.35 foram as que apresentaram as maiores médias de peso seco de nódulos, como visto nas TABELAS 3 e 4, porém somente as estirpes X<sub>1</sub> e UFC-911.35 apresentaram diferenças significativas com relação à menor média, que foi observada na estirpe UFC-910.35, ao nível de 5% de probabilidades.

A estirpe UFC-911 foi a que apresentou o maior número médio de nódulos, sendo seguida pelas estirpes UFC-901.35, UFC-841.35, UFC-904.35 e X<sub>1</sub> (TABELAS 3 e 4). Essas estirpes foram as únicas que apresentaram o número de nódulos estatisticamente diferente das duas menores médias, que foram verificadas nas estirpes UFC-903.35 e UFC-838.35, com médias de 6,83 e 5,96, respectivamente.

### 4.3. Teste de Inoculação Cruzada

Os resultados desse experimento podem ser vistos no QUADRO 3.

As estirpes de rizóbio de Sabiã mostraram uma certa promiscuidade, nodulando 4 espécies leguminosas, das 10 utilizadas no experimento. Todas as 4 espécies que nodularam pertenciam à subfamília Mimosoideae, concordando com os resultados de DÖBEREINER (1967), CAMPELO & DÖBEREINER (1969) e CAMPELO & CAMPELO (1970).

O Ébano Oriental apresentou-se nodulado, resultado semelhante ao de CAMPELO (1976), que observou nodulação nesta planta, quando inoculada com duas diferentes estirpes de rizóbio isoladas de Sabiã; a Leucena, entretanto, não nodulou com rizóbio isolado de Sabiã, ao contrário do que foi observado em trabalhos de CAMPELO & CAMPELO (1970) e de CAMPELO (1976).

As demais plantas que se apresentaram noduladas foram a Algaroba, Jurema Preta e Jurema Branca. Não houve nodulação com as plantas restantes.

A ausência da nodulação pode ser atribuída ao fato de que existe uma seletividade promovida pelos exsudatos das raízes das leguminosas (ROVIRA, 1962), os quais contêm fatores de crescimento estimulando seletivamente organismos capazes de penetrar nos tecidos radiculares e induzir a nodulação, de acordo com CHAILAKHYAN & MEGRABYAN, apud PETERS & ALEXANDER (1966).

O problema da especificidade é complexo e os resultados encontrados são contraditórios. NORRIS (1956) inclui espécies dos gêneros Mimosa e Albizzia no grupo caupi, enquanto CAMPELO & DÖBEREINER (1969) só encontraram nódulos em uma das seis espécies florestais pertencentes a esses gêneros, quando inoculadas com estirpes de rizóbio desse grupo.

NORRIS (1967) admite que quando o rizóbio de uma espécie é produtor de ácido, essa leguminosa terá rizóbio espé

cífico, ou, se nodular com rizóbio não específico, essa nodulação será ineficiente, como é o caso do rizóbio de Albizzia lebbek. Os resultados aqui encontrados confirmam tal afirmação, pois a Albizzia nodulou com rizóbio não específico, isolado de Sabiã, porém de forma ineficiente.

#### 4.3.1. Análise Estatística

##### 4.3.1.1. Algaroba

O parâmetro peso seco da parte aérea para a Algaroba mostrou haver diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidades, como pode ser visto nas TABELAS 5 e 6. As estirpes UFC-838.35 e UFC-841.35 apresentaram médias equivalentes, superiores às demais estirpes, mas não diferindo estatisticamente da testemunha. A estirpe UFC.904.35 que apresentou a terceira maior média de peso seco (0,043g) não diferiu da menor média, apresentada pela estirpe UFC-1013.35 (0,030g). A testemunha, por sua vez, embora sem diferir estatisticamente, teve média de peso seco superior a duas estirpes (X<sub>1</sub> e UFC-1013.35).

Com relação ao tamanho médio das plantas, a estirpe UFC-901.35 apresentou a maior delas, seguida das estirpes UFC-903.35, UFC-841.35 e UFC-838.35. Somente a estirpe UFC-901.35, cujas plantas apresentaram tamanho médio de 14,83cm, foi superior à testemunha, que teve a menor de todas as médias (10cm). As estirpes UFC-903.35, UFC-841.35 e UFC-838.35, embora não tenham diferido da UFC-901.35, não foram superiores à testemunha, ao nível de 5% de probabilidades.

##### 4.3.1.2. Jurema Preta

A análise estatística dos dados de peso seco e tama

nho das plantas (TABELA 7) mostra que há diferença, ao nível de 5% de probabilidades, para as médias de peso seco da parte aérea da Jurema Preta. A estirpe UFC-838.35 apresentou a maior média (0,033g), enquanto que a testemunha exibiu a terceira menor média, superando as estirpes UFC.904.35 e UFC-901.35, que tiveram pesos secos médios de 0,010g, sendo esse o limite inferior. As plantas noduladas com as estirpes UFC-839.35, UFC-841.35, UFC-903.35 e UFC-1013.35 obtiveram o mesmo peso médio (0,030g), somente inferior à estirpe UFC-838.35, mas não foram estatisticamente superiores à testemunha não inoculada.

Como pode se observar na TABELA 8, a análise de variância não revelou diferença para tamanho de plantas.

#### 4.3.1.3. Jurema Branca

A análise de variância para Jurema Branca indicou não haver diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade, para o parâmetro tamanho de plantas, ao contrário do que ocorreu para peso seco da parte aérea (TABELA 10).

Para peso seco da parte aérea (TABELA 9) a testemunha apresentou a menor média (0,016g) e a estirpe UFC-901.35 destacou-se com a média superior, que foi da ordem de 0,050g, seguindo-se das estirpes UFC-903.35 e UFC-838.35 (0,033g).

Estatisticamente, nenhuma das estirpes diferiu da testemunha. Embora com médias absolutas superiores, não foram diferentes, ao nível de 5% de probabilidades.

#### 4.3.1.4. Ébano Oriental

As TABELAS 11 e 12 mostram os resultados obtidos para Ébano Oriental.

Embora essa planta tenha nodulado quando inoculada com estirpes de rizóbio isoladas de Sabiã, a análise de variância mostra que em nenhum dos parâmetros avaliados, isto é, peso seco da parte aérea e tamanho de plantas, ao nível de 5% de probabilidades, houve diferenças significativas entre as médias obtidas, com relação à testemunha. Observação de NORRIS (1967), sobre a nodulação no Ébano Oriental, mostrou que, quando a planta nodula com estirpes não específicas, essa nodulação normalmente é ineficiente.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados para seleção de estirpes de Sabiã, assim como para a utilização de estirpes isoladas dessa planta para fins de inoculação em outras plantas da subfamília Mimosoideae, nos levam às seguintes conclusões:

1) Existe uma melhor afinidade e preferência da Sabiã por determinadas estirpes que são hábeis em associar-se simbioticamente com ela. Essa afinidade é revelada em termos de maior crescimento da planta, maiores pesos secos dos nódulos e da parte aérea, assim como maior percentual de nitrogênio na planta;

2) As estirpes UFC-904.35 e UFC-901.35 destacaram-se como as mais promissoras em associar-se simbioticamente com a leguminosa em estudo, o que nos leva a sugerir a sua utilização em futuros trabalhos de seleção de estirpes, a nível de campo;

3) Nem todas as estirpes de rizóbio de Sabiã são específicas para essa planta, podendo, algumas delas, nodular outras plantas da subfamília Mimosoideae, como observado no presente trabalho, onde todas as estirpes testadas nodularam Algaroba, seis delas nodularam Jurema Preta, quatro nodularam Jurema Branca e cinco nodularam Ébano Oriental;

4) Embora tenha havido nodulação de quatro espécies leguminosas Mimosoideae com estirpes isoladas de Sabiã, como visto acima, apenas a estirpe UFC-838.35 mostrou-se promissora na Fixação do N<sub>2</sub> atmosférico com Jurema Preta, sendo que as demais não foram, estatisticamente, diferentes das testemunhas.

## 6. LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, J. A. & MIRANDA, H. Bean production system. In: Potentials of field beans and others food legumes in Latin America. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Séries seminars n  2e, p. 167-187, 1973.
- ALEXANDER, M. Introduction to Soil Microbiology. 2 ed. New York. John Wiley & Sons. 1977, 467 p.
- ALLEN, E. K. & ALLEN, O. N. Nitrogen Fixation. The scope of nodulation in leguminosae. Rec. Adv. Bot. 7: 585-588, 1961.
- ALLEN, O. N. Experiments in Soil Bacteriology. 3 ed. Minneapolis. Burgess Publ. Co. 1957, 177 p.
- APPLEMAN, M. D. & SEARS, O. H. The possibility of using lyophilized cultures as commercial legume inoculants. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 9: 98-100. 1944.
- BAZAN, R. Nitrogen fertilization and management of grain legumes in Central America. In: Soil Management in Tropical América. Proc. of a Seminar at CIAT, Cali, Colombia 1975, p. 288-245.
- BEADLE, N. C. W. Nitrogen economy in arid and semi - arid plant communities. Proc. Linn. Soc. N.S.W. 89: 273-286, 1964.
- BONNIER, C. Symbiose Rhizobium-legumineuses: aspects particulies aux regions tropicales. Annales de L'Institute Pasteur. 98: 537-566, 1960.
- \_\_\_\_\_ & BRAKEL, J. Problème sp cifique des legumineuses tropicales. In: As leguminosas na Agricultura Tropical. An. Reun. Lat. Americ. Rhiz., 5, Rio de Janeiro, 1970, p. 28-51.

BOWEN, G. D. & KENNEDY, M. M. Effect of high soil temperature on Rhizobium spp. Queensland J. Agric. Sci. 16: 177-197, 1959.

BRAGA, R. Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará. 2 ed. Fortaleza, Imprensa Oficial, 1960, 540 p.

BROCKWELL, J. Studies on seed pelleting as an aid to legumes seed inoculation. 1. Coating materials adhesive, and methods of inoculation. Aust. J. Agric. Res. 13:638-649, 1962.

\_\_\_\_\_ Application of legume seed inoculants. In: A Treatise on Dinitrogen Fixation. New York. John Wiley & Sons, 1977, 527 p.

\_\_\_\_\_ & PHILLIPS, L. J. Studies on seed pelleting as an aid to legume seed inoculation. 3. Survival of Rhizobium applied to seed sown in hot, dry soil. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband. 10: 739-744, 1970.

\_\_\_\_\_ & WHALLEY, R. D. B. Studies on seed pelleting as an aid to legume seed inoculation. 2. Survival of Rhizobium meliloti applied to medic seed sown into dry soil. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband. 10: 455-459, 1970.

\_\_\_\_\_ & DUDMAN, W. F. Ecological studies of root nodule bacterial introduced in field environment: 2. Initial competition between seed inocula in the nodulation of Trifolium subterraneum L. Aust. J. Agric. Res. 19: 749-757, 1968.

BURNS, R. C. & HARDY, W. F. Nitrogen Fixation in Bacteria and Higher Plant. New York. Springer-verlag, 1975, 189p.

BURTON, J. C. The Rhizobium-legume association. In: Microbiology and Soil Fertility. Corvallis, Oregon State Univ. Press, 1964, p. 107-134.

\_\_\_\_\_ Methods of inoculating seeds and their effect on survival of rhizobia. In: Symbiotic Nitrogen Fixation in Plants. Cambridge, Cambridge Univ. Press. 1975, p.175-189.

- CAMPELO, A. B. Caracterização e Especificidade de Rhizobium spp. de Leguminosas Florestais. Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1976, 111 p.
- \_\_\_\_\_ & CAMPELO, C. R. Eficiência da inoculação cruzada entre espécies da subfamília Mimosoideae. Rio de Janeiro, Pesq. Agropec. bras. 5: 333-337, 1970.
- \_\_\_\_\_ & DÖBEREINER, J. Estudo sobre a inoculação cruzada de algumas leguminosas florestais. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Centro-Sul. bol. tec. nº 8, 6 p., 1969.
- COALDRAKER, J. E. The nitrogen of natural plant communities Communw. bur. past. field. crops, 35-42, 1962.
- CONKLIN, M. E. Studies on the root nodule organism on certain wild legumes. Soil Sci. 41: 167-185, 1936.
- CORBY, H. D. L. A method of marking a pure-mixture, peat-type legume inoculant using a substitute for peat. In: Symbiotic nitrogen fixation in plants. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1976, p. 169-173.
- DATE, R. A. Microbiological problems in the inoculation and nodulation of legumes. Plant Soil, 32: 703-725, 1970.
- DAVIES, J. G. Proc. 9th Intern. Grassland Congress. São Paulo, 1965, p. 217.
- DE SOUZA, D. I. A. Nodulation of indigenous Trinidad legumes, Trop. Agric. Trin. 43: 265-267, 1966.
- DÖBEREINER, J. Efeito da inoculação de sementeiras de Sabiá (Mimosa caesalpiniaefolia Benth.) no estabelecimento e desenvolvimento de mudas no campo. Pesq. Agrop. bras. 2: 301-305, 1967.
- \_\_\_\_\_ Potential for nitrogen fixation in tropical legumes and grasses. In: Limitations and Potentials for Biological Nitrogen Fixation in the Tropics. New York, Plenum Press, 1978, p. 13-24.
- ELKINS, D. M.; HAMILTON, G.; CHAN, C. K. Y.; BRISKOVICH, M. A. & VANDERVENTER, H. W. Effect of cropping history on

soybean growth and nodulation and soil rhizobia. Agron. J. 68: 513-517, 1976.

EPSTEIN, E. Nutrição Mineral das Plantas - princípios e perspectivas. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo, 1975, 341 p.

FRANCO, A. A. & DAY, M. Effects of lime and molybdenum on nodulation and nitrogen fixation of Phaseolus vulgaris, in acids soils of Brasil. Turrialba. 30: 99-105, 1980.

FREIRE, J. R. J. Inoculation of soybeans. In: Workshop on "exploiting the legume-rhizobium symbiosis in tropical agriculture". Hawaii, 1976, p. 83.

GIBSON, A. H. Genetic variation in the effectiveness of nodulation of lucerne varieties. Aust. J. Agric. Res. 13:388-399, 1962.

GIDDENS, J. & PERKINS, H. F. Influence of molybdenum on growth and composition of alfafa and distribution of molybdenum in Cecil-Lloyd soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24: 496-497, 1960.

GOMES, R. P. Forragens Fartas nas Secas. São Paulo, Livraria Nobel S/A, 1977, 236 p.

GRAHAM, P. H. Some problems and potentials of field beans (Phaseolus vulgaris) in Latin America. Field Crops Res. 1: 295-317, 1978.

GRAY, T. R. G. & WILLIAMS, S. T. Soil Micro-organisms. London, Long Man Group Limited, 1971, 240 p.

HAGEDORN, C. Effectiveness of Rhizobium trifolii population associated with Trifolium subterraneum L. in southwest Oregon soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 447-451, 1978.

\_\_\_\_\_ Nodulation of Trifolium subterraneum L. by introduced rhizobia in southwest Oregon soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 43: 515-519, 1979.

HALLIDAY, J. & GRAHAM, P. H. Coal compared to peat as a carrier of rhizobia. Turrialba. 28: 348-349, 1978.

HADARSON, G. Evaluation of alfafa and Rhizobium meliloti for

- compatibility in nodulation and nodule effectiveness. Crop Sci. 21: 562-566, 1981.
- \_\_\_\_\_ Rhizobial strain preference of alfafa populations selected for characteristics associated with  $N_2$  fixation. Crop Sci. 22: 55-58, 1982.
- HEICHEL, G. H. & VANCE, C.P. Nitrate-N and Rhizobium strains roles of alfafa seedling nodulation and growth. Crop Sci. 19: 512-518, 1979.
- HELY, F. W. Survival studies with Rhizobium trifolii on seed of Trifolium incarnatum L. inoculated for aerial wing. Aust. J. Agric. Res. 16: 575-589, 1965.
- HEYWOOD, V. H. Chemotaxonomy of the Leguminosae. Londres, Academic Press, 1971.
- HEWITT, E. J. Sand and water culture methods used in study of plant nutrition. Londres, Commonwealth Agricultural bureau, 1966, 547 p.
- HOHEMBERG, J. S.; MUNNS, D. N. & TUCKER, C. L. Rhizobium specificities in Phaseolus coccineus and Phaseolus vulgaris L. Crop Sci. 22: 455-459, 1982.
- JACOBSON, H. G. Effect of various fertilizers cations and anions soil reaction, leaching, nitrification of urea and related characteristics in an uncropped soil. Soil Sci. 65: 437-450, 1948.
- JOHNSON, H. W.; MEANS, U. M. & WEBER, C. R. Competition for nodule sites between strains of Rhizobium japonicum applied as inoculum and strains in the soil. Agron. J. 57: 179-185, 1965.
- KOLLING, J. Seleção de estirpes de Rhizobium em alfafa, cornichão e trevo subterrâneo. Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 18, Salvador, 1981.
- KREMER, R. J. & PETERSON, H. L. Effect of inoculant carrier on survival of Rhizobium on inoculated seed. Soil Sci. 134: 117-125.
- LJUNGGREN, H. & FAHRAEUS, G. The role of polygalacturonase

- in root-hair invasion by nodule bacteria. J. Gen. Microbiol. 26: 521-528, 1961.
- LOTT, W. L.; NERY, J. P.; GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. Leaf analysis technique in coffee research. IBEC Research Institute. bull. 9, 1965.
- LYNCH, D. L. & SEARS, O. H. The effect of inoculation upon yields of soybeans on treated and untreated soils. Proc Soil Sci. Soc. Am. 16: 124, 1952.
- MAHLER, R. L. & WOLLUM II, A. G. Seasonal variation of Rhizobium trifolii in clover pasture and cultivated fields in North Carolina. Soil Sci. 132: 240-246, 1981.
- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_ Seasonal fluctuation of Rhizobium japonicum under a variety of field condition in North Carolina. Soil Sci. 134: 317-324, 1982.
- MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola. São Paulo, Editora Agronômica CERES, 1976.
- McLEOD, R. W. & ROUGHLEY, R. J. Freeze-dried cultures as commercial legumes inoculants. Aust. J. Exp. Agric. Anim Husb. 1: 29-33, 1961.
- NORMAN, A. G. The nitrogen nutrition of soybean: 1. effect of inoculation and nitrofe fertilizer on the yields and composition of beans on marshall silt loam. Proc. Soil Sci. Am. 8: 226-228, 1943.
- NORRIS, D. O. Legumes and the Rhizobium symbiosis. Emp. J. Exp. Agric. 24: 247-270, 1956.
- \_\_\_\_\_ Lime in relation to the nodulation of tropical legumes. In: Nutrition of the Legumes. New York. Academic Press, 1958, p. 164-182.
- \_\_\_\_\_ The intelligent use of inoculants and lime pelleting for tropical legumes. Trop. Grassl. 1: 107 - 121, 1967.
- \_\_\_\_\_ ; LOPES, E. S. & MASCARENHAS, H. Resposta de Astragalus sinicus L. (astrágalo chinês) ao calcário e à inoculação. Pesq. Agropec. bras. 2: 353-357, 1967.

- Observation of the nodulation status of rain forest legumes species in Amazonia and Guyana. Trop. Agric. Trin. 46: 145-151, 1969.
- NYE, P. H. & GREENLAND, D. J. The soil under shifting cultivation. Farnham Royal, comm. agric. bur., 1965, p. 156.
- PETERS, R. J. & ALEXANDER, M. Effect of legumes exudates on the root nodules bacteria. Soil Sci. 102: 380-387, 1966.
- POSTGATE, J. R. New advances and future potential in biological nitrogen fixation. J. Appl. Bact. 37: 185-202, 1974
- PULVER, E. L.; BROCKMAN, F. & WIEN, H. C. Nodulation of soy bean cultivars with Rhizobium spp. and their response to inoculation with R. japonicum. Crop Sci. 22: 1065 - 1070, 1982.
- RADCLIFFE, J. C.; MCGUIRRE, W. S. & DAWSON, M. D. Survival of rhizobia on pelleted seeds of Trifolium subterraneum L. Agron. J. 59: 56-58, 1967.
- REYES, V. G. & SCHIMIDT, E. L. Population densities of Rhizobium japonicum strain 123 estimated directly in soil and rhizospheres. Appl. Environ. Microbiol. 27: 854-858, 1979.
- ROBINSON, R. G.; WARNES, D.D.; NELSON, W.W. FORD, J. H. & SMITH, L. J. Field beans: rate of planting, width of row and effects of irrigation and nitrogen on seed quality. Minnesota Agric. Exp. Stn. Misc. Rep. n° 124, 1974.
- ROTHSCHILD, D. I. Nodulacion en leguminosas subtropicales de la flora Argentina. Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. Bot. 9: 267-285, 1970.
- ROUGHLEY, R. J. The production of high quality inoculants and their contribution to legume yield. In: Symbiotic Nitrogen Fixation in Plants. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1976, p. 125-136.
- ROVIRA, A. D. Plant-root exudates in relation to the rhizosphere microflora. Soil and Fertilizers. 15: 167 - 172, 1962.

- SAHLMAN, K. & FAHRAEUS, G. An electron microscopic study of root-hair infection by Rhizobium. J. Gen. Microbiol. 33: 425-427, 1963.
- SCUDDER, W. T. Rhizobium inoculation of soybeans for tropical and subtropical soils: I. Initial field trials. Proc Soil Crop Sci. Soc. Fla. 34: 79-82, 1975.
- SEAR, O. H. & CARROL, W. R. Cross-inoculation with cowpea and soybean nodule bacteria. Soil Sci. 24:413-419, 1972.
- SEETIN, H. W. & BARNES, D. K. Variation among alfalfa genotypes for rate of acetylene reduction. Crop Sci. 17: 783-787, 1977.
- SIMS, J. L.; SIGAFUS, R. E. & TIARANAN, N. Effect of lime, inoculant, and molybdenum pelleting of seed on growth and nitrogen content of crowvetch. Agron. J. 66:446-449, 1974.
- SLOGER, C. Symbiotic effectiveness and N<sub>2</sub> fixation in nodulated soybean. Plant Physiol. 44: 1666-16669, 1969.
- SMITH, G. R. The effect of Rhizobium trifolii and crimson clover genotypes on N<sub>2</sub> fixation. Crop Sci. 22: 970 -972, 1982.
- SPARROW, S.D. & HAM, G. E. Nodulation, N<sub>2</sub> fixation and seed yield of navy beans as influenced by inoculant rate and inoculant carrier. Agron. J. 75: 20-24, 1983.
- STEPHENS, D. The effects of ammonium sulphate and fertilizer and inoculation treatments of beans (Phaseolus vulgaris L.). East African Agric. For. J. 32:411-417, 1967.
- STEWART, W. D. P. Nitrogen Fixation in Plants. Londres, Athlone Press, 1966, 168 p.
- TUTIN, T. G. Classification of legumes. In: Nutrition of Legumes. New York, Academic Press, 1958, p. 3-14.
- VARGAS, A. A. T. Seleção de Estirpes de Rhizobium phaseoli no Espírito Santos. Congresso brasileiro de Ciência do Solo. Salvador, 18, 1981.

- VASCONCELOS, I. Fixação biológica do nitrogênio em plantas de interesse econômico do Nordeste. Fortaleza, Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura, V Rel. Tec. 1983, 108 p.
- VEST, G.; WEBER, D. F. & SLOGER, C. Nodulation and nitrogen fixation. In: Soybean: improvement, productions, and use. Agronomy. 16: 353-390, 1973.
- VINCENT, J. M. Environmental factors in the fixation of nitrogen by legume. In: Soil Nitrogen. Agronomy. 10: 384 - 435, 1965.
- \_\_\_\_\_ Factors controlling the legume-Rhizobium symbiosis. In: Nitrogen Fixation. Baltimore, University Park Press, 1980, p. 103-129.
- \_\_\_\_\_ ; THOMPSON, J. A. & DONOVAN, K. O. Death of root-nodule bacteria of drying. Aust. J. Agric. Res. 13: 258-270, 1962.
- \_\_\_\_\_ & WATERS, L. M. The influence of the host on competition amongst clover root-nodule bacteria. J. Gen. Microbiol. 9: 357-370, 1953.
- \_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_ The root nodule bacteria as factors in clover establishment in the balsatic soils the Lismore district, new south wales: 2. survival and success of inocula in laboratory trials. Aust. J. Agric. Res. 5: 61-76, 1954.
- WEAVER, R. W.; FREDERICK, L. R. & DUMENIL, L. C. Effect of soybean cropping and soil properties on number of Rhizobium japonicum in Iowa soils. Soil Sci. 114: 137 -141, 1972.
- WILSON, J. K. Over hundred reasons for abandoning the cross inoculation groups of the legumes. Soil Sci. 58: 61 -69, 1944.

QUADRO 2 - Nodulação em Sabiã, observada sob condições de laboratório, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

ESTIRPES	POSIÇÃO DOS NÓDULOS	COR DOS NÓDULOS	COR DAS FOLHAS	FORMA DOS NÓDULOS	ALTURA DAS PLANTAS (cm)
UFC- 760.35	P - S	Pardos	Verde	Esférica	13,0
UFC- 812.35	S - P	Marrons	Verde	Esférica	10,0
UFC- 838.35	S - P	Branços	V. A.	Esférica	7,0
UFC- 839.35	P	Pardos	V. A.	Esférica	12,0
UFC- 840.35	S - P	Branços	V. A.	Esférica	12,0
UFC- 841.35	S - P	Pardos	Verde	Esférica	15,0
UFC- 895.35	S	Pardos	Verde	Esférica	10,0
UFC- 901.35	P - S	Marrons	Verde	Esférica	12,0
UFC- 902.35	S	Branços	V. A.	Oval	6,0
UFC- 903.35	P - S	Pardos	Verde	Esférica	14,0
UFC- 904.35	P	Marrons	V. C.	Coralóide	16,0
UFC- 908.35	P - S	Marrom	Verde	Esférica	12,0
UFC- 910.35	P - S	Rosada	V. A.	Clavada	10,0
UFC- 911.35	P	Marrom	Verde	Clavada	13,0
UFC- 918.35	P - S	Marrom	Verde	Esférica	10,0
UFC- 936.35	P - S	Pardo	Verde	Esférica	15,0
UFC-1008.35	P - S	Branco	V. A.	Esférica	8,0

continua

QUADRO 2 - (Continuação)

ESTIRPES	POSIÇÃO DOS NÓDULOS	COR DOS NÓDULOS	COR DAS FOLHAS	FORMA DOS NÓDULOS	ALTURA DAS PLANTAS (cm)
UFC-1010.35	P	Branco	A. V.	Esférica	8,0
UFC-1012.35	P - S	Marrom c/ Preto	Verde	Ovais	14,0
UFC-1013.35	P - S	Marrom	Verde	Esférica	12,0
UFC-1014.35	P	Marrom	Verde	Esférica	13,0
Testemunha	-	-	Amarelada	-	6,0

P - Nódulos na raiz principal  
 S - Nódulos na raiz secundária  
 V. A. - Verde amarelado  
 V. C. - Verde claro  
 A. V. - Amarelo esverdeado

QUADRO 3 - Teste de inoculação cruzada entre 9 estirpes de rizóbio isoladas de Sabiã e 10 plantas leguminosas, Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

ESPÉCIES	SUBFAMÍLIA	ESTIRPES								
		UFC- 838.35	UFC- 839.35	UFC- 841.35	UFC- 901.35	UFC- 903.35	UFC- 904.35	UFC- 911.35	UFC-1013.35	X <sub>1</sub> (exótica)
Sabiã	M	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Canafístula de Boi	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ébano Oriental	M	-	+	+	-	-	+	+	+	-
Jurema Preta	M	+	+	+	+	+	-	-	+	-
Algaroba	M	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Leucena	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Catanduba	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Timbauba	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jurema Branca	M	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Carolina	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calopogônio	P	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ presença de nódulo em, pelo menos, uma das repetições  
 - Ausência de nódulo.



TABELA 1 - Médias dos dados relativos ao peso seco, tamanho das plantas e percentual de nitrogênio da parte aérea em plantas de Sabiã, teste de seleção de estirpes. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

TRATAMENTOS	PESO SECO (g)	PERCENTUAL RELATIVO	ALTURA DAS PLANTAS (cm)	PERCENTUAL RELATIVO	NITROGÊNIO (%)	PERCENTUAL RELATIVO
UFC- 812.35	0,39 <sup>f</sup>	75,00	7,08 <sup>cde</sup>	125,08	6,071 <sup>b</sup>	103,57
UFC- 838.35	0,52 <sup>cdef</sup>	100,00	8,00 <sup>bcde</sup>	141,34	7,241 <sup>ab</sup>	123,52
UFC- 839.35	0,66 <sup>bcdef</sup>	126,92	8,83 <sup>abcde</sup>	156,00	6,678 <sup>ab</sup>	113,92
UFC- 841.35	0,85 <sup>abcd</sup>	163,46	10,66 <sup>abc</sup>	188,33	7,203 <sup>ab</sup>	122,88
UFC- 901.35	1,02 <sup>ab</sup>	196,15	11,58 <sup>ab</sup>	204,59	6,691 <sup>ab</sup>	114,14
UFC- 903.35	0,81 <sup>abcde</sup>	155,76	9,33 <sup>abcde</sup>	164,84	7,635 <sup>a</sup>	130,35
UFC- 904.35	1,10 <sup>a</sup>	211,53	12,50 <sup>a</sup>	220,84	7,246 <sup>ab</sup>	123,61
UFC- 910.35	0,39 <sup>f</sup>	75,00	7,00 <sup>cde</sup>	123,67	5,814 <sup>b</sup>	99,18
UFC- 911.35	0,89 <sup>abc</sup>	171,15	9,58 <sup>abcd</sup>	169,25	7,149 <sup>ab</sup>	121,95
UFC- 918.35	0,36 <sup>f</sup>	69,23	6,25 <sup>de</sup>	110,42	5,906 <sup>b</sup>	100,75
UFC- 936.35	0,39 <sup>f</sup>	75,00	6,96 <sup>cde</sup>	122,96	5,805 <sup>b</sup>	99,03
UFC-1012.35	0,47 <sup>def</sup>	90,38	6,50 <sup>de</sup>	114,84	6,236 <sup>ab</sup>	106,38
UFC-1013.35	0,73 <sup>abcdef</sup>	140,38	7,66 <sup>cde</sup>	135,33	6,348 <sup>ab</sup>	108,29
UFC-1014.35	0,45 <sup>ef</sup>	86,53	7,25 <sup>cde</sup>	128,09	6,513 <sup>ab</sup>	111,11
X1(exótica)	0,61 <sup>cdef</sup>	117,30	9,83 <sup>abcd</sup>	173,67	6,071 <sup>b</sup>	103,57
Test. c/n	0,38 <sup>f</sup>	73,07	7,08 <sup>cde</sup>	125,08	5,983 <sup>b</sup>	102,06
Test. s/n	0,52 <sup>cdef</sup>	100,00	5,66 <sup>e</sup>	100,00	5,860 <sup>b</sup>	100,00

TABALA 1 - (continuação)

Médias da mesma coluna seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente, ao nível de probabilidade de 5%, pelo teste de Tukey.

Test. c/n - Testemunha nitrogenada

Test. s/n - Testemunha sem nitrogênio

\* Dados transformados para arc sen %

TABELA 2 - Análise de variância referente ao peso seco, tamanho das plantas e percentual de nitrogênio da parte aérea em plantas de Sabiã. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	PESO SECO	ALTURA DAS PLANTAS	PERCENTUAL DE NITROGÊNIO <sup>+</sup>
TRATAMENTOS	16	0,171*	11,602*	1,091*
RESÍDUO	34	0,018	1,660	0,261
COEFICIENTES DE VARIACÃO		21,70	15,40	7,80

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidades

+ Dados transformados para arc sen %

TABELA 3 - Média do peso seco e número de nódulos, no teste de seleção de estirpes em plantas de Sabiã, cultivadas sob condições de casa de vegetação. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

TRATAMENTOS	PESO SECO (g)	NÚMERO DE NÓDULOS*
UFC- 812.35	0,043 <sup>bc</sup>	7,83 <sup>bcd</sup>
UFC- 838.35	0,045 <sup>bc</sup>	5,96 <sup>d</sup>
UFC- 839.35	0,075 <sup>abc</sup>	7,69 <sup>bcd</sup>
UFC- 841.35	0,072 <sup>bc</sup>	11,62 <sup>ab</sup>
UFC- 901.35	0,087 <sup>abc</sup>	11,95 <sup>ab</sup>
UFC- 903.35	0,065 <sup>bc</sup>	6,83 <sup>d</sup>
UFC- 904.35	0,086 <sup>abc</sup>	11,61 <sup>ab</sup>
UFC- 910.35	0,037 <sup>c</sup>	6,97 <sup>cd</sup>
UFC- 911.35	0,102 <sup>ab</sup>	12,24 <sup>a</sup>
UFC- 918.35	0,078 <sup>abc</sup>	9,95 <sup>abcd</sup>
UFC- 936.35	0,069 <sup>bc</sup>	9,04 <sup>abcd</sup>
UFC-1012.35	0,063 <sup>bc</sup>	8,22 <sup>abcd</sup>
UFC-1013.35	0,054 <sup>bc</sup>	8,05 <sup>abcd</sup>
UFC-1014.35	0,055 <sup>bc</sup>	7,63 <sup>bcd</sup>
X <sub>1</sub> (exótica)	0,133 <sup>a</sup>	11,31 <sup>abc</sup>

Médias da mesma coluna seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidades.

\* Dados transformados para x

TABELA 4 - Análise da variância referente ao peso seco e número de nódulos de Sabiã cultivado sob condições de casa de vegetação, teste de seleção de estirpes. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	VARIÂNCIAS	
		PESO SECO (g)	NÚMERO DE NÓDULOS <sup>+</sup>
TRATAMENTOS	14	0,00178*	13,591*
RESÍDUO	30	0,00043	2,195
COEFICIENTES DE VARIACÃO		29,00	16,00

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidades

+ Dados transformados para  $\bar{x}$

TABELA 5 - Médias e percentagens relativas ao peso seco e tamanho das plantas de Algaroba, no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

TRATAMENTOS	PARTE AÉREA			
	PESO SECO (g)	PERCENTUAL RELATIVO	ALTURA DAS PLANTAS (g)	PERCENTUAL RELATIVO
UFC- 838.35	0,050 <sup>a</sup>	125,00	11,16 <sup>ab</sup>	111,60
UFC- 839.35	0,040 <sup>ab</sup>	100,00	11,00 <sup>b</sup>	110,00
UFC- 841.35	0,050 <sup>a</sup>	125,00	12,33 <sup>ab</sup>	123,30
UFC- 901.35	0,040 <sup>ab</sup>	100,00	14,83 <sup>a</sup>	148,30
UFC- 903.35	0,040 <sup>ab</sup>	100,00	13,00 <sup>ab</sup>	130,00
UFC- 904.35	0,043 <sup>ab</sup>	107,50	10,16 <sup>b</sup>	101,60
UFC- 911.35	0,040 <sup>ab</sup>	100,00	10,63 <sup>b</sup>	106,30
UFC-1013.35	0,030 <sup>b</sup>	75,00	10,90 <sup>b</sup>	109,00
X <sub>1</sub> (exótica)	0,036 <sup>ab</sup>	90,00	11,00 <sup>b</sup>	110,00
Testemunha	0,040 <sup>ab</sup>	100,00	10,00 <sup>b</sup>	100,00

Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 6 - Análise de variância referente ao peso seco e tamanho das plantas de Algaroba no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	VARIÂNCIAS	
		PARTE	AÉREA
		PESO SECO (g)	ALTURA DAS PLANTAS (cm)
TRATAMENTOS	9	0,00017*	6,601*
RESÍDUO	20	0,00005	1,789
COEFICIENTES DE VARIACÃO		17,00	11,00

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidades.

TABALA 7 - Médias e percentagens relativas ao peso seco e tamanho de plantas de Jurema Preta no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

TRATAMENTOS	PESO SECO (g)	PERCENTUAL RELATIVO	ALTURA DAS PLANTAS (cm)	PERCENTUAL RELATIVO
UFC- 838.35	0,033a	253,84	9,13	182,60
UFC- 839.35	0,030ab	230,76	9,16	183,20
UFC- 841.35	0,030ab	230,76	8,30	166,00
UFC- 901.35	0,030ab	230,76	9,16	183,20
UFC- 903.35	0,030ab	230,76	8,83	176,60
UFC- 904.35	0,010c	76,92	6,53	130,60
UFC- 911.35	0,010c	76,92	6,16	123,20
UFC-1013.35	0,030ab	230,76	8,50	170,00
X1(exótica)	0,023abc	176,92	9,00	180,00
Testemunha	0,013bc	100,00	5,00	100,00

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 8 - Análise de variância referente ao peso seco e tamanho das plantas de Jurema Preta no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	VARIÂNCIAS	
		PESO SECO (g)	ALTURA DAS PLANTAS (cm)
TRATAMENTOS	9	0,000250*	6,84 n.s.
RESÍDUO	20	0,000060	3,02
COEFICIENTES DE VARIÇÃO		32,00	21,00

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidades  
n.s. - Não significativo

TABELA 9 - Médias e percentagens relativas ao peso seco e tamanho das plantas de Jurema Branca no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

TRATAMENTOS	PESO SECO (g)	PERCENTUAL RELATIVO	ALTURA DAS PLANTAS (cm)	PERCENTUAL RELATIVO
UFC- 838.35	0,033 <sup>abc</sup>	253,84	9,13	182,60
UFC- 839.35	0,030 <sup>abc</sup>	230,76	9,16	183,20
UFC- 841.35	0,030 <sup>abc</sup>	230,76	8,30	166,00
UFC- 901.35	0,030 <sup>abc</sup>	230,76	9,16	183,20
UFC- 903.35	0,030 <sup>abc</sup>	230,76	8,83	176,60
UFC- 904.35	0,010 <sup>bc</sup>	76,92	6,53	130,60
UFC- 911.35	0,010 <sup>bc</sup>	76,92	6,16	123,20
UFC-1013.35	0,030 <sup>abc</sup>	230,76	8,50	170,00
X <sub>1</sub> (exótica)	0,023 <sup>bc</sup>	176,92	9,00	180,00
Testemunha	0,013 <sup>c</sup>	100,00	5,00	100,00

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidades, pelo teste de Tukey.

TABELA 10 - Análise da variância referente ao peso seco e tamanho das plantas de Jurema Branca no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	VARIÂNCIAS	
		PESO SECO (g)	ALTURA DAS PLANTAS (cm)
TRATAMENTOS	9	0,00025*	7,368 n.s.
RESÍDUO	20	0,00006	5,959
COEFICIENTES DE VARIÇÃO		25,00	19,00

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidades  
n.s. - Não significativo.

TABELA 11 - Médias e percentagens relativas ao peso seco e tamanho das plantas de Ébano Oriental no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

TRATAMENTOS	PARTE AÉREA			
	PESO SECO (g)	PERCENTUAL RELATIVO	ALTURA DAS PLANTAS (cm)	PERCENTUAL RELATIVO
UFC- 838.35	0,056	121,73	9,50	114,57
UFC- 839.35	0,063	136,95	8,66	104,33
UFC- 841.35	0,090	195,65	9,66	116,38
UFC- 901.35	0,093	202,17	10,36	124,81
UFC- 903.35	0,083	180,43	10,33	124,45
UFC- 904.35	0,106	230,43	11,00	132,53
UFC- 911.35	0,083	180,43	10,10	121,68
UFC-1013.35	0,070	152,17	9,26	111,56
X <sub>1</sub> (exótica)	0,076	165,21	9,43	113,61
Testemunha	0,046	100,00	8,30	100,00

TABELA 12 - Análise da variância referente ao peso seco e tamanho das plantas de Ébano Oriental no teste de inoculação cruzada. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1983.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	VARIÂNCIAS	
		PESO SECO (g)	ALTURA DAS PLANTAS (cm)
TRATAMENTOS	9	0,00094 n.s.	2,003 n.s.
RESÍDUO	20	0,00055	3,237
COEFICIENTES DE VARIACÃO		30,00	18,60

n.s. - Não significativo