

Wardsson L. Borges¹Carolina E. de R. e Silva²Gustavo R. Xavier¹Norma G. Rumjanek¹

Nodulação e fixação biológica de nitrogênio de acessos de amendoim com estirpes nativas de rizóbios

RESUMO

A maximização da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em espécies tropicais, costuma ser pouco eficiente uma vez que essas espécies nodulam facilmente com rizóbios nativos. O sucesso da seleção de uma simbiose eficiente é dependente do conhecimento da variabilidade genética do macro e do microsimbionte. Objetivou-se, neste estudo, avaliar parâmetros relacionados à capacidade de nodulação e fixação biológica de nitrogênio entre acessos de amendoim. Nove acessos de amendoim, cultivados em Aargissolo e Planossolo, foram utilizados, sendo avaliado o número e a massa de nódulos, a massa da parte aérea e da raiz, o nitrogênio (N) acumulado, e a redução de acetileno, sob o efeito da população nativa de rizóbios. Os acessos IAC Tatu-ST, IAC 886 Runner, Sapucaia Vermelha, Sapucaia Bege e CV Tatuí, mostraram desempenho superior sugerindo que existem variações entre os acessos de amendoim as quais podem ser úteis na seleção de associações eficientes.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea*, especificidade simbiótica, rizóbio, FBN

Nodulation and biological fixation of nitrogen of peanut genotypes with native strips of rhizobium

ABSTRACT

The maximization of biological nitrogen fixation (BNF) in tropical legume species is generally not efficient because these species can nodulate easily with indigenous rhizobial strains. The selection success of an efficient association depends on the genetic variability of the macro and microsymbiont. This study aimed to compare nodulation and biological nitrogen fixation parameters among different peanut genotypes. Nine genotypes were cultivated in Argisol and Planosol and shoot, root and nodule dry weight, nodule number, shoot total N content and acetylene reduction activity were evaluated. Under spontaneous nodulation, genotypes IAC Tatu-ST, IAC 886 Runner, Sapucaia Vermelha, Sapucaia Bege and CV Tatuí showed a better development suggesting that there are differences in the biological nitrogen fixation characteristics among the genotypes studied which may be useful for selecting efficient associations.

Key words: *Arachis hypogaea*, symbiotic specificity, rhizobium, BNF

¹ Laboratório de Ecologia Microbiana/Embrapa Agrobiologia, caixa postal 47, CEP 23851-970, Seropédica, RJ, wardsson@cnpab.embrapa.br

² Departamento de Agronomia/UFRPE, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP 52171-900, Recife, PE.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente considerado mais crítico para a produtividade agrícola, sendo o solo importante reservatório deste elemento, por se tratar do principal elo entre os componentes da biosfera. A fixação biológica de nitrogênio, a mineralização, a reposição pelas chuvas e fertilização, constituem os processos responsáveis pela adição de nitrogênio ao sistema solo, e os processos de lixiviação, erosão do solo, extração pelas culturas, volatilização/desnitrificação e imobilização no solo, os processos responsáveis pelas perdas de nitrogênio (Moreira & Siqueira, 2006). O aproveitamento natural do N ocorre sobretudo pelos processos de mineralização e através da simbiose de plantas e bactérias diazotróficas medidas pela fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN).

Vários membros da família Leguminosae têm a habilidade de formar simbiose fixando nitrogênio com bactérias das ordens *Rhizobiales* e *Burkholderiales* (Moreira & Siqueira, 2006). A inoculação dessas bactérias do grupo rizóbio é uma prática com reconhecidos benefícios agrônômicos em áreas onde a espécie vegetal é cultivada pela primeira vez (Brockwell et al., 1988; Hume & Blair, 1992) ou em solos nos quais o número de rizóbios é insuficiente para permitir uma nodulação eficiente da planta (Singleton et al., 1992; Martins et al., 2003). A especificidade simbiótica e a competitividade das populações de rizóbios nativos também influenciam as respostas da inoculação (Martins et al., 2003; Xavier et al., 2006); além disso, a população de rizóbios no solo também depende das condições bióticas e abióticas deste ambiente e das espécies de leguminosas silvestres ou cultivadas, tanto em tamanho quanto em variabilidade (Simon et al., 1996; Castro et al., 1999).

Neste sentido, a otimização da FBN em espécies tropicais está relacionada à seleção conjunta do macro e microssimbionte, porém a seleção de uma associação eficiente depende do conhecimento da variabilidade genética dos parceiros simbiotes, bem como da variabilidade de cada genótipo com relação aos parâmetros relacionados à interação, uma vez que o padrão de variabilidade e o conhecimento de interações mais eficientes podem revelar níveis de especificidade da associação, permitindo-se a maximização do processo de FBN via seleção de pares simbiotes (Xavier et al., 2006).

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma cultura que apresenta versatilidade nutricional e industrial; no Brasil, esta leguminosa é cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste.

Segundo Thies et al. (1991) a prática de inoculação não é muito comum na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), uma vez que esta espécie é considerada capaz de nodular com uma ampla faixa de rizóbios tropicais do grupo miscelânea caupi; entretanto, a inoculação com estirpes selecionadas, é capaz de aumentar a efetividade da simbiose e aumentar o rendimento do amendoim (Huang, 1987, 1988).

Em estudo recente sobre a avaliação da associação entre genótipos de amendoim e estirpes de rizóbios, observou-se uma influência do genótipo da planta na diversidade e na eficiência simbiótica de isolados de rizóbios nativos da região Nordeste do Brasil (Santos, 2001). Embora isolados de rizó-

bios de crescimento rápido tenham sido relatados nodulando amendoim (Huang, 1990; Chen et al., 2003; Santos, 2001), a maioria das estirpes eficientes de amendoim é de crescimento lento (Chen et al., 2003; van Rossum et al., 1995; Urtz & Elkan, 1996; Yang et al., 2005). Estirpes com esta característica são frequentemente encontradas nos estudos de caracterização da população nativa de rizóbio associada ao amendoim (Santos, 2001).

O conhecimento da variabilidade de resposta de diferentes acessos de amendoim quanto à capacidade de nodulação por estirpes nativas de rizóbios, pode fornecer informações sobre o desempenho dos parâmetros de FBN e auxiliar futuros programas de inoculação de estirpes e melhoramento vegetal, o que é especialmente importante pela modulação da nodulação por intensas trocas de sinais moleculares dependentes do genótipo da planta e da bactéria (Schultze et al., 1994). Considerando-se a demanda da planta por nitrogênio, o mercado brasileiro para amendoim e derivados, e a área plantada, estes programas de inoculação podem trazer contribuições significativas, em termos de geração de renda e riqueza no país.

Propõe-se, neste trabalho, avaliar os parâmetros relacionados à capacidade de nodulação e fixação biológica de nitrogênio por estirpes nativas em diferentes acessos de amendoim.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se nove acessos de amendoim (Tabela 1), selecionados por Borges (2006) a partir de um ensaio por RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA – polimorfismo de DNA amplificado ao acaso) (Williams et al., 1990). Obtiveram-se as sementes dos acessos do IAC (Campinas, SP) e Embrapa Algodão (Campina Grande, PB). O experimento para avaliação da nodulação e dos parâmetros de FBN foi realizado em

Tabela 1. Acessos utilizados no estudo, respectivos grupos observados no dendrograma de similaridade com os dados de 12 iniciadores randômicos ao nível de 98% de similaridade (Borges, 2006), sub-espécies variedades botânicas, hábito de crescimento e origem de cada acesso

Table 1. Genotypes utilized in study, respective observed groups in dendrogram of similarity with data of 12 random initiators at the level of 90% similarity (Borges et al., 2006), subspecies botanical varieties, growth habit and origin of each genotype

| Acessos | Grupo RAPD | Sub-espécies | Variedade botânica | Hábito de crescimento | Origem dos acessos |
|-------------------|------------|-------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| 76AM | 1 | <i>fastigiata</i> | <i>vulgaris</i> | ereto | Senegal |
| Sapucaia Vermelha | 2A | <i>fastigiata</i> | <i>fastigiata</i> | ereto | Brasil |
| 202AM | 2B | <i>fastigiata</i> | <i>vulgaris</i> | ereto | África |
| CV Tatuí | 2B | <i>fastigiata</i> | <i>vulgaris</i> | ereto | Brasil |
| Sapucaia Bege | 4 | <i>fastigiata</i> | <i>fastigiata</i> | ereto | Brasil |
| IAC 886 Runner | 6 | <i>hypogaea</i> | <i>hypogaea</i> | rasteiro | Brasil |
| IAC Caiaipó | 11 | <i>hypogaea</i> | <i>hypogaea</i> | rasteiro | Brasil |
| 198AM | 12 | <i>fastigiata</i> | <i>vulgaris</i> | ereto | África |
| IAC Tatu-ST | 13 | <i>fastigiata</i> | <i>fastigiata</i> | ereto | Brasil |

casa de vegetação, no Município de Seropédica, RJ (Latitude 22°44'38"Sul e Longitude 43°42'27" Oeste). A coleta das amostras de solo foi realizada no horizonte superficial de Argissolo e Planossolo coletados no SIPA (Sistema Integrado de Produção Agroecológica no Município de Seropédica, RJ). As amostras foram destorroadas, peneiradas, homogeneizadas e analisadas quanto à fertilidade química (EMBRAPA, 1997) (Tabela 2). O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso em arranjo fatorial (9 acessos de amendoim e 2 solos), com quatro repetições.

Tabela 2. Características de fertilidade do solo Argissolo e do Planossolo utilizados no experimento

Table 2. Soil fertility characteristics of Argisol and Planosol utilized in experiment

| Amostras | pH | Complexo sortivo | | | | | K ⁺ | P |
|------------|-----|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|---|
| | | Al ³⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | | |
| | | (cmol _c kg ⁻¹) | | | | | (mg kg ⁻¹) | |
| Argissolo | 6,4 | 0,0 | 4,4 | 3,8 | 0,6 | 215,5 | 85,5 | |
| Planossolo | 5,1 | 0,4 | 0,9 | 0,8 | 0,1 | 36,2 | 13,0 | |

O Argissolo, em virtude de suas boas características com relação à fertilidade, não recebeu qualquer suplementação química. O Planossolo recebeu uma correção com a aplicação de 0,5 g.kg⁻¹ de solo de carbonato de magnésio e 0,875 g.kg⁻¹ de solo de carbonato de cálcio, com o objetivo de elevar os valores de Ca²⁺+ Mg²⁺ para 2 cmol_c.kg⁻¹ e manter uma relação entre esses elementos, de 3:1; esta aplicação corresponde aproximadamente a uma calagem com 1100 kg de calcário por ha, sendo que o solo foi incubado por 41 dias e sua umidade mantida a aproximadamente 70% da capacidade de campo; após a incubação, este solo foi fertilizado em mg pote⁻¹, em 500 de superfosfato simples (80 kg de P₂O₅ ha⁻¹), 200 de sulfato de potássio (80 kg de K₂O ha⁻¹) e 60 de FTEBR12 (48 kg de FTEBR12 ha⁻¹). Tanto os carbonatos quanto os fertilizantes foram aplicados e misturados no solo em cada vaso.

As sementes dos nove acessos foram mergulhadas em álcool 70% (p/v) por 30 s e lavadas 10 vezes em água destilada; as sementes foram germinadas em copos plásticos contendo substrato plantmax autoclavado (120°C, 1,0 atm, 20 min) e, 17 dias após o plantio, as plantas foram transplantadas para os vasos contendo solo. A coleta das amostras foi realizada aos 30 dias após o transplantio.

A parte aérea de cada planta foi coletada e determinada a massa seca após secagem em estufa de circulação forçada a 65°C, até massa constante. Determinaram-se os teores de nitrogênio total na parte aérea das plantas, pelo método Kjeldhal (Malavolta et al., 1989), em analisador automático Kjelttec 1030, enquanto os nódulos foram retirados, armazenados em potes com sílica gel e posteriormente contados e pesados; após a retirada dos nódulos, o sistema radicular das plantas foi pesado para determinação da massa seca, de modo similar ao adotado para a matéria seca da parte aérea.

Realizou-se, no momento da coleta, a análise de redução de acetileno utilizando-se o sistema radicular completo das plantas, com incubação contendo 10% do volume do gás acetileno

pelo tempo de 15 min; o gás acetileno foi produzido no momento da incubação, incubando-se pedras de carbureto com água em frascos tipo kitasato; após o período de incubação foram realizadas coletas de amostras para análises em um cromatógrafo gasoso com detecção por ionização de chama.

Os dados do experimento foram submetidos a análise de variância e teste de média utilizando-se para essas análises, o programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notou-se, para os dados de matéria seca da parte aérea, efeito significativo dos fatores experimentais. Os acessos IAC Tatu-ST, IAC 886 Runner, Sapucaia Bege e Sapucaia Vermelha apresentaram as maiores médias para os dados de matéria seca da parte aérea, superiores estatisticamente, portanto, aos demais (Tabela 3). A diferença na massa seca foi de cerca de 30% para esses acessos. O Argissolo apresentou média estatisticamente superior à do Planossolo para acúmulo de matéria seca, sendo 3,22 g planta⁻¹ para o Argissolo e 1,86 para o Planossolo.

Apresenta-se na Tabela 3, os teores médios de nitrogênio e os dados de acúmulo de nitrogênio total, ambos na parte

Tabela 3. Matéria seca da parte aérea, teores médios de nitrogênio e acúmulo total de nitrogênio, valores médios de etileno evoluído e massa seca total do sistema radicular dos nove acessos de amendoim (*A. hypogaea* L.) cultivados em Argissolo e Planossolo, em casa de vegetação

Table 3. Dry matter of shoot, mean content of nitrogen and total accumulation of nitrogen, mean values of ethene and total dry mass of root of nine accesses of peanut (*A. hypogaea* L.) cultivated in Argisol and Planosol in a greenhouse

| Acessos | Mat. seca da parte aérea (g planta ⁻¹) | Teor de nitrogênio (%) | Acúmulo total de nitrogênio (mg planta ⁻¹) | Etileno (nmol mL ⁻¹) | Massa seca total do sist radicular (g planta ⁻¹) |
|-------------------|--|------------------------|--|----------------------------------|--|
| 202AM | 2,25 B | 2,89 A | 60,64 B | 10,87 B | 0,87 B |
| 76AM | 2,25 B | 2,88 A | 66,15 B | 10,37 B | 1,00 A |
| IAC Tatu-ST | 2,75 A | 2,50 B | 68,62 B | 14,25 A | 1,37 A |
| IAC 886 Runner | 3,25 A | 2,62 B | 85,47 A | 16,87 A | 0,87 B |
| IAC Caiapó | 2,5 B | 3,03 A | 71,99 A | 10,87 B | 0,87 B |
| Sapucaia Bege | 2,87 A | 2,80 A | 86,08 A | 16,5 A | 1,12 A |
| 198AM | 1,75 B | 2,67 B | 51,28 B | 7,625 B | 0,75 B |
| Sapucaia Vermelha | 2,75 A | 2,71 B | 73,23 A | 19,75 A | 1,12 A |
| CV Tatuí | 2,5 B | 2,97 A | 73,84 A | 16,87 A | 1,12 A |
| CV | 24,1 | 11,57 | 25,25 | 45,6 | 36,21 |

Valores seguidos da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade

aérea. Para essas variáveis, porém, não se observou efeito significativo da interação entre solo x acesso mas tanto os acessos quanto os solos foram significativamente diferentes.

Para o acúmulo total de nitrogênio na parte aérea os acessos IAC 886 Runner, IAC Caiapó, Sapucaia Bege, Sapucaia

Vermelha e IAC Tatuí, apresentaram médias superiores estatisticamente. Embora os acessos IAC 886 Runner e Sapucaia Vermelha tenham indicados teores de nitrogênio mais baixos, o acúmulo total foi semelhante aos outros citados, como resultado de um acúmulo maior de massa seca.

Assim como para a matéria seca da parte aérea, o Argissolo apresentou maior N-total. A estratégia de se usar dois solos, teve por objetivo avaliar não apenas as diferenças entre os acessos mas, também, se essas variações eram consistentes entre solos distintos. Os resultados permitiram, uma comparação entre os acessos, uma vez que estes solos não apresentavam histórico de cultivo com a cultura do amendoim, tendo a vantagem de não haver grupos específicos de rizóbios estabelecidos para esta cultura.

Do estudo foi quantificada a atividade da enzima nitrogenase e, como pode ser observado na Tabela 3, os acessos IAC Tatu-ST, IAC 886 Runner, Sapucaia Bege, Sapucaia Vermelha e CV Tatuí, apresentaram médias estatisticamente superiores aos demais acessos, mostrando que nas condições do experimento estes se associaram às estirpes nativas do solo, os quais foram mais eficientes na redução do nitrogênio atmosférico que os acessos 202AM, 76AM, IAC Caiapó e 198AM.

Para os dados relacionados ao sistema radicular (Tabela 3) foi notória a formação de dois grupos de médias entre os acessos, observando-se que os acessos 202AM, IAC 886 Runner, IAC Caiapó e 198AM apresentaram médias inferiores às dos demais acessos quanto a massa seca total do sistema radicular, incluindo a massa dos nódulos.

Constatou-se interação significativa entre solos e acessos para número e massa seca de nódulos (Tabela 4). Os acessos IAC Tatu-ST, Sapucaia Vermelha e CV Tatuí, mostraram médias estatisticamente superiores às dos demais acessos estudados, quanto ao número de nódulos no Argissolo. No Planossolo não se observou diferença estatística entre os acessos nas condições deste experimento, embora o acesso Sapucaia Vermelha tenha mostrado média superior aos demais. Para a condição de não inoculação, conclui-se que os acessos foram capazes de formar uma quantidade significativa de nódulos, fato este observado pela boa nodulação no sistema radicular.

Santos et al. (2005) observaram, em experimento com inoculação de amendoim por diferentes estirpes de rizóbio, que a nodulação foi dependente do genótipo porém, influenciada também pela cobertura vegetal da área em que o solo foi coletado.

Os dados mostraram que o amendoim é uma espécie que pode estabelecer associações simbióticas com estirpes nativas de rizóbio e se beneficiar desta interação em condições de baixa disponibilidade de N no solo e ainda, que esta resposta é dependente do genótipo da planta. Castro et al. (1999) avaliaram, em experimento de condições de campo com amendoim, a competitividade da estirpe USDA 3187 frente aos rizóbios nativos do solo; os autores citam, que também, como o amendoim é uma espécie considerada promíscua, a propriedade-chave para a inoculação de estirpes deve ser a habilidade de competir com os rizóbios nativos do solo.

Tabela 4. Valores médios de número e massa seca de nódulos dos nove acessos de amendoim (*A. hypogaea*) cultivados em Argissolo e Planossolo, em casa de vegetação

Table 4. Mean values of number and mass of nodules of nine genotypes of peanuts (*A. hypogaea*) cultivated in Argisol e Planosol

| Acesso | Número de nódulos | | Massa seca de nódulos | |
|-------------------|-------------------|------------|----------------------------|------------|
| | Argissolo | Planossolo | Argissolo | Planossolo |
| | (und.) | | (mg planta ⁻¹) | |
| 202AM | 182,00 B | 50,75 A | 109,50 B | 30,50 A |
| 76AM | 144,00 B | 80,00 A | 90,00 B | 50,75 A |
| IAC Tatu-ST | 303,50 A | 68,50 A | 174,75 A | 49,25 A |
| IAC 886 Runner | 192,00 B | 39,50 A | 143,25 A | 45,50 A |
| IAC Caiapó | 165,00 B | 52,00 A | 120,50 B | 44,25 A |
| Sapucaia Bege | 199,25 B | 95,00 A | 195,50 A | 71,75 A |
| 198AM | 123,75 B | 59,50 A | 78,00 B | 23,75 A |
| Sapucaia Vermelha | 242,75 A | 117,00 A | 156,75 A | 78,50 A |
| CV Tatuí | 307,00 A | 81,50 A | 197,00 A | 44,75 A |
| CV | 36,39 | | 33,84 | |

Valores seguidos da mesma letra nas colunas, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade

Constatou-se, para a massa seca de nódulos, comportamento semelhante ao observado para o número de nódulos. Para o Planossolo não se notou diferença estatística entre os acessos; já para o Argissolo os acessos IAC Tatu-ST, IAC 886 Runner, Sapucaia Bege e Sapucaia Vermelha, apresentaram médias superiores às dos demais acessos, pelo teste utilizado.

O acesso 198AM apresentou médias inferiores para os dados de matéria seca da parte aérea, acúmulo de nitrogênio e massa seca de raízes, sugerindo-se que, provavelmente, houve limitação quanto ao suprimento de nitrogênio para o desenvolvimento das plantas deste acesso. Os dados sugerem que o acesso 198AM apresente uma restrição à nodulação, em termos quantitativos ou qualitativos, promovendo associação com grupos de rizóbios menos eficientes; este fato pode resultar em um padrão de nodulação distinto dos demais acessos, e vir a direcionar uma futura seleção de estirpes inoculantes específicas.

Verificando a nodulação de diferentes acessos de amendoim em condição de inoculação, Santos et al. (2005) observaram que entre os genótipos estudados, a cultivar IAC Tatu foi a que estabeleceu as associações mais eficientes e com eficácia variando de 50 a 90%. Além disso, este acesso apresentou valores de massa seca de parte aérea semelhante ao tratamento com adição de N mineral (100 mg kg⁻¹) enquanto a cv. BR1 foi dependente do N aplicado ao solo, só sendo capaz de se beneficiar da FBN com um dos isolados estudados, demonstrando a variabilidade de resposta em relação ao acesso de amendoim e a estirpe.

Chen et al. (2003) avaliando a compatibilidade de diferentes acessos de amendoim com diferentes estirpes de rizóbio nativos da China, mostraram que os acessos diferiram na capacidade de nodular e acumular matéria seca com as diferentes estirpes e citam baixa correlação entre o número de

nódulos e produção de matéria seca, indicando que nem sempre alto número de nódulos está associado a alta produção.

Observou-se, para os dados do presente experimento, correlação elevada, acima de 70%, entre os dados de acúmulo total de nitrogênio e a determinação de matéria seca da parte aérea, número e massa seca de nódulos (Tabela 5), ao contrário do observado para os dados de teor de nitrogênio, em que os valores de coeficiente de correlação são baixos entre os mesmos conjuntos de dados. Observou-se, também, valores elevados de coeficiente de correlação entre as determinações relacionadas à nodulação (número e massa de nódulos) com as determinações de matéria seca da parte aérea e com o acúmulo total de nitrogênio na parte aérea da planta.

Tabela 5. Coeficiente de correlação observada entre alguns dos parâmetros analisados no experimento com os nove acessos de amendoim

Table 5. Observed correlation coefficient between some parameters analysed in experiment of nine genotypes of peanut

| Variáveis | TN | ANPA | MSPA | NN | MSN | ARA |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TN | 1,000 | - | - | - | - | - |
| ANPA | 0,418 | 1,000 | - | - | - | - |
| MSPA | 0,114 | 0,942 | 1,000 | - | - | - |
| NN | 0,126 | 0,710 | 0,735 | 1,000 | - | - |
| MSN | 0,188 | 0,838 | 0,848 | 0,887 | 1,000 | - |
| ARA | 0,199 | 0,798 | 0,818 | 0,783 | 0,872 | 1,000 |

TN - Teor de nitrogênio; ANPA - Acúmulo de nitrogênio na parte aérea; MSPA - Matéria seca da parte aérea; NN - Número de nódulos; MSN - Massa seca dos nódulos; ARA - Análise de redução de acetileno.

Pelas avaliações deste experimento, os acessos IAC Tatu-ST, IAC 886 Runner, Sapucaia Vermelha, Sapucaia Bege e CV Tatuí detiveram desempenho superior ao dos demais acessos testados mas, não se observou relação direta com as análises de agrupamento por RAPD (Borges, 2006), sugerindo que a definição de acessos mais eficientes na fixação não está, necessariamente, relacionada à sua posição ou relacionamento genético ou, ainda, indicando que outros fatores podem estar contribuindo com a resposta da planta ao estímulo do rizóbio.

Chen et al. (2003) observaram em estudo de compatibilidade entre rizóbios e acessos de amendoim, agrupados por AFLP, que os genótipos não explicaram o comportamento simbiótico e sugeriram que, para se obter a máxima eficiência na fixação, combinações compatíveis entre as estirpes e cultivares devem ser selecionadas.

CONCLUSÕES

Os acessos apresentaram diferenças quanto à nodulação e fixação de nitrogênio atmosférico.

Os acessos IAC Tatu-ST, IAC 886 Runner, Sapucaia Vermelha e Sapucaia Bege apresentaram maior desenvolvimento vegetal, dado pelo acúmulo de matéria seca, nitrogênio e nodulação.

LITERATURA CITADA

- Borges, W.L. Análise da variabilidade genética e avaliação da fixação biológica de nitrogênio entre acessos de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006. 48p. Dissertação de Mestrado.
- Brockwell, J.; Herridge, D.F.; Morfthorpe, L.J.; Roughley. Numerical effects of Rhizobium population on legume symbiosis. In: Beck, D.P.; Materon, L. (Eds.). Nitrogen fixation Legumes in Mediterranean Agriculture. Martinus, Nijhoff Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 1998.p
- Castro, S.; Permigiani, M.; Vinocur, M.; Fabra, A. Nodulation in peanut (*Arachis hypogaea* L.) roots in the presence of native and inoculated rhizobia strains. Applied Soil Ecology. v13, p39-49, 1999.
- Chen, Q.; Zhang, X.; Terefework, Z.; Kaijalainen, S.; Li, D.; Lindström, K. Diversity and compatibility of peanut (*Arachis hypogaea* L.) bradyrhizobia and their host plants. Plant and Soil. v 255, p605-617, 2003.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Rio de Janeiro, 1997.
- Huang, H.Q. The effect of *Rhizobium* inoculation on Tianfu peanut. Journal Sichuan Agric. Uni. 5, 191-195. 1987
- Huang, H.Q. Selection and Application of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* and *Rhizobium* sp. (*Arachis*) strains. J. Sichuan Agric. Uni. 6, 287-290, 1988.
- Huang, H.Q.; He, F.R.; Chen, Z. H. Study on the Biological Characteristic of fast-growing peanut rhizobial strains 85-7 and 85-19. J. Sichuan Agric. Uni. 8, 188-193, 1990.
- Hume, D.J.; Blair, D.H. Effect of number of *Bradyrhizobium japonicum* applied in commercial inoculants on soybean seed yield in Ontario. Canadian Journal of Microbiology, v38, p588-593, 1992.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, A.S. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. 1989. 201p.
- Martins, L.M.V.; Xavier, G.R.; Rangel, F.W.; Ribeiro, J.R.A.; Neves, M.C.P.; Morgado, L.B.; Rumjanek, N.G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. Biology and Fertility of Soils, v38, p333-339, 2003.
- Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2ª Edição Atual. e Ampl. Lavras, Editora UFLA, 729p, 2006.
- Santos, C.E.R.S. Diversidade, faixa hospedeira e eficiência de fixação biológica de N₂ de rizóbio nativo da região Nordeste do Brasil, em amendoim (*Arachis hypogaea*). Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001. 178p. Tese de doutorado.
- Santos, C.E.R.S.; Stamford, N.P.; Freitas, A.D.S.; Vieira, I.M.M.B.; Souto, S.M.; Neves, M.C.P., Rumjanek, N.G. Efetividade de rizóbios isolados de solos da região Nordeste do Brasil na fixação do N₂ em amendoim (*Arachis hypogaea* L.). Acta Scientiarum, v27, n2, p301-307, 2005.

- Schultze, M.; Kondorosi, E.; Ratet, P.; Buiré, M.; Kondorosi, A. Cell and molecular biology of *Rhizobium* – plant interactions. International Review Cytology, New York, v.156, p.1-75, 1994.
- Simon, T.; Kalalova, S.; Petrzik, K. Identification of *Rhizobium* strains and evaluation of their competitiveness. Folia Microbiologica, v41, p65-72, 1996.
- Singleton, P.; Thies, J.; Bohlool, B. B. Useful models to predict response to legume inoculation. In: Mulongo, Y.K.; Gueye, M.; Spencer, S. (Ed.). Biological Nitrogen Fixation and Sustainability of Tropical Agriculture. New York. John Wiley & Sons, Inc., 1992.
- Thies, J.E.; Bohlool, B.B.; Singleton, P.W. Subgroups of *Cawpea miscellany*: symbiotic specificity within *Bradyrhizobium* spp. for *Vigna unguiculata*, *Phaseolus lunatus*, *Arachis hypogaea* and *Macroptilum atropurpureum*. Applied Environmental Microbiology, v.57, n.5, p.1540-1545, 1991.
- Urtz, B.E.; Elkan, G.H. Genetic diversity among *Bradyrhizobium* isolates that effectively nodulate peanut (*Arachis hypogaea* L.). Canadian Journal of Microbiology, v42, p. 1121-1130, 1996.
- van Rossum, D.; Scxhuurmans, F.P.; Gillis, M.; Muotcha, A.; van Verseveld, H.W.; Stouthamer, A.H.; Booger, F.C. Genetic and phenetic analysis of *Bradyrhizobium* strains nodulating peanut (*Arachis hypogaea* L.) roots. Applied and Environmental Microbiology, v61, n°4, p1599-1609, 1995.
- Xavier G.R.; Martins, L.M.V.; Ribeiro, J.R.A.; Gouvêa, N.G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. Caatinga, v.19, n.1, p.25-33, 2006.
- Yang, K.J.; Xie, F.L.; Zou, J.; Zhou, Q.; Zhou, J.C. Polyphasic characteristics of bradyrhizobia isolated from nodules of peanut (*Arachis hypogaea*) in China. Soil Biology and Biochemistry, v37, p141-153, 2005.
- Williams, J.G.; Kubelik, A.R.; Livak, K.J.; Rafalski, L.A.; Tingey, S.V. DNA polymorphism amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acids Research, 18, p6531-6535, 1990.