

DISTRIBUIÇÃO DE NÓDULOS EFICIENTES E INEFICIENTES NAS RAÍZES DO FEIJÃO-DE-CORDA, *Vigna sinensis* (L) Savi

ILO VASCONCELOS *
J. FERREIRA ALVES *
CÉLIA UCHOA LANDIM **
VETÓRIA LOPES DE OLIVEIRA ***

A ocorrência e distribuição de nódulos eficientes e ineficientes nas raízes do feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L) Savi, formadas em virtude da colonização de bactérias do gênero *Rhizobium*, provenientes seja da população nativa, seja da inoculação artificial com estirpes selecionadas, é fenômeno muito pouco estudado. Os autores em geral, e.g., GARASSINI(3) e POCHON & BARJAC(4), afirmam, referindo-se às leguminosas indiscriminadamente, que os nódulos eficientes se concentram na raiz principal e nas secundárias de 1ª ordem, enquanto os não eficientes, bem menores e mais numerosos, se distribuem em todo o sistema radicular. Não discriminam, ademais, as concentrações relativas de nódulos eficientes e ineficientes presentes no raizame das plantas.

Objetiva-se, com este trabalho, contribuir para o melhor conhecimento do assunto, determinando-se o número e

peso dos nódulos eficientes e não eficientes, em seus valores absolutos e percentuais, formados nas raízes principal e secundárias do feijão-de-corda, cultivado em casa-de-vegetação e no campo, com e sem inoculação artificial, bem como a influência desta prática de adubação biológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram implantados em Fortaleza, Ceará, Brasil — um em sacos de polietileno, sob condições de casa-de-vegetação, e outro no campo —, ambos em solo de textura arenosa, pobre em nitrogênio.

No primeiro ensaio, cada parcela era constituída por um saco de polietileno, perfurado para efeito de drenagem, contendo 4 kg de solo. Em cada saco foram plantadas, em 25-4-1977, 4 sementes do cultivar Pitiúba de feijão-de-corda, oriundas da Coleção do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (CCA-UFC). A germinação ocorreu normalmente e o desbaste foi efetuado 10 dias após a semeadura, deixando-se 2 plantas por saco.

O suprimento de água foi procedido através de uma ou duas regas diárias, de modo a atender à necessidade das plantas.

Adotou-se o modelo experimental inteiramente casualizado, com 2 trata-

* Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

** Engenheiro-Agrônomo, Estagiária no Laboratório de Microbiologia Agrícola do Departamento de Fitotecnia do CCA-UFC.

*** Estudante de Graduação em Agronomia, Monitora da Disciplina de Microbiologia Agrícola do Departamento de Fitotecnia do CCA-UFC.

mentos — inoculado e não inoculado — e 10 repetições, constituindo-se o inoculante empregado de uma mistura das estirpes UFC-704.1, 705.1 e 710.1.

No ensaio de campo, utilizou-se o modelo experimental acima referido, igualmente com 2 tratamentos — inoculado e não inoculado — e 10 repetições, sendo que duas delas, uma inoculada e outra não, foram destruídas por formigas.

Neste experimento, implantado em 16-10-1977, aplicou-se às sementes um inoculante misto integrado pelas estirpes UFC-750.1, 751.1, 752.1, 753.1, 754.1 e 755.1. As sementes, também pertencentes ao cultivar Pitiúba e provenientes do referido Departamento de Fitotecnia, do CCA-UFC, foram semeadas manualmente, à razão de 4 por cova, deixando-se 2 plantas, após o desbaste. As covas distavam 0,5 m uma da outra dentro das fileiras, e estas eram separadas por ruas de 1,0 m de largura. As plantas foram regadas 2 vezes por dia, pela manhã e à tarde, ao longo de todo o experimento.

Em ambos os ensaios, a inoculação foi procedida no dia da semeadura e todas as estirpes utilizadas, pertencentes à Coleção do Laboratório de Microbiologia Agrícola do Departamento de Fitotecnia, do CCA-UFC, foram obtidas diretamente de nódulos de raízes de feijão-de-corda cultivado no Ceará, seguindo-se o método de seleção rápida para leguminosas tropicais, de BONNIER & BRAKEL(2). Mencionadas estirpes foram aprovadas em teste de nodulação realizado antes da instalação dos experimentos, e os inoculantes empregados foram preparados misturando-se com turfa as culturas das estirpes, após 12 dias de crescimento em meio Extrato de Levedura-Manitol (ALLEN, 1), acrescido de azul de bromotimol.

A análise estatística dos dados relativos ao peso seco da parte aérea das plantas e do número e peso seco dos nódulos obedeceu ao modelo das observações emparelhadas descritas por STEEL & TORRIE(5).

Para efeito da determinação das citadas variáveis, colheram-se as plan-

tas aos 40 dias depois da semeadura, época mais apropriada para a coleta de dados relativos à nodulação, verificada por VASCONCELOS *et al.*(6). A parte aérea de cada planta foi separada das raízes na altura do coleto e posta a secar em estufa a 65°C, até peso constante. Os nódulos, colhidos após cuidadosa retirada da terra aderente às raízes, foram contados, cortados ao meio para verificação da presença de leghemoglobina — caráter indicativo de eficiência fixadora —, e secos nas condições descritas para a secagem das plantas, para posterior pesagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se os valores absolutos e os percentuais referentes ao número e peso seco médios, por planta, dos nódulos dos ensaios de casa-de-vegetação (experimento 1) e de campo (experimento 2), respectivamente. Na Tabela 3 discriminam-se as diferenças das médias observadas entre as diversas variáveis estudadas, relativas às plantas inoculadas e não inoculadas dos dois tratamentos, os erros padrões das diferenças, intervalos de confiança e os resultados da aplicação do teste t ao nível de 5% de probabilidade.

O exame dos dados tabelados mostra:

a) O número de nódulos eficientes + ineficientes por planta inoculada foi significativamente superior ao das plantas não inoculadas, seja em casa-de-vegetação (90,05 e 76,65), seja no experimento de campo (69,33 e 48,44), respectivamente (Tabelas 1 e 2), cujas diferenças das médias se elevaram a 13,40 e 20,89 (Tabela 3);

b) O número de nódulos eficientes por planta inoculada foi, também, significativamente maior que o das plantas não inoculadas, nos dois experimentos, com os seguintes valores: 82,90 e 66,50 nódulos para o ensaio em casa-de-vegetação, e 68,83 e 47,78 com relação ao de campo, respectiva-

mente (Tabelas 1 e 2), sendo de 16,40 e 21,05 as respectivas diferenças das médias (Tabela 3);

c) O número de nódulos eficientes desenvolvidos na raiz principal foi significativamente mais elevado nas plantas inoculadas com respeito às plantas não inoculadas, apenas no experimento conduzido sob condições de casa-de-vegetação, com a diferença das médias igual a 9,10 (Tabela 3);

d) Diferentemente do caso anterior, no ensaio de campo, foi o número de nódulos eficientes das raízes secundárias das plantas inoculadas que diferiu significativamente para mais frente ao das plantas noduladas naturalmente, com diferença das médias igual a 19,72 (Tabela 3);

e) O peso seco dos nódulos ineficientes por planta não inoculada superou significativamente o das plantas inoculadas cultivadas em vaso, apresentando a média da diferença de 2,65, observando-se idêntico fenômeno com respeito ao peso seco dos nódulos ineficientes das raízes secundárias, ainda sob condições de casa-de-vegetação, em que a diferença das médias ficou em 2,15 (Tabela 3);

f) Com relação ao peso seco das plantas verificou-se que a inoculação teve efeito favorável em ambos os tratamentos, como está expresso pelas diferenças das médias de 0,26 e 0,49, sem, entretanto, alcançar níveis de significância estatística (Tabela 3): Fato semelhante se registrou quanto à influência da inoculação sobre o peso dos nódulos eficientes e ineficientes das plantas cultivadas no campo, que atingiu 195,61 mg contra 167,50 mg das plantas não inoculadas (Tabelas 1 e 2);

g) Evidenciou-se absoluta predominância dos nódulos eficientes sobre os ineficientes em número e peso, quer nas plantas inoculadas, quer nas não inoculadas, o que demonstra o elevado potencial dos solos da região, em matéria de bactérias do gênero *Rhizobium* de alto poder fixador em simbiose com leguminosas do grupo do cowpea, fato constatado por VASCONCELOS *et al.*(7). Acrescente-se que tal predominância foi mais acentuada nas

plantas cultivadas no campo e, dentro de cada tratamento, naquelas inoculadas artificialmente. Note-se, ainda, que os resultados encontrados sobre o número de nódulos eficientes em relação aos ineficientes discordam frontalmente dos apregoados por GARASINI(3) e POCHON & BARJAC(4), ao afirmarem, com respeito às leguminosas em geral, que os nódulos ineficientes são mais numerosos;

h) Os resultados experimentais mostraram, também, maior concentração e mais elevado peso de nódulos nas raízes secundárias, em quaisquer das circunstâncias consideradas, com exceção do peso dos nódulos ineficientes das plantas do experimento de campo (Tabelas 1 e 2);

i) Constatou-se, por sua vez, que o número de nódulos das plantas do experimento 1 superou nitidamente o das plantas cultivadas no campo, o que demonstra a influência do cultivo confinado em vaso, no sentido da maior proliferação nodular, embora compensada por um menor peso (Tabelas 1 e 2);

j) Verificou-se, também, que 1 nódulo eficiente pesava, em média, cerca de 2 a 3 vezes mais que 1 ineficiente, em qualquer caso, sendo que o peso médio de 1 nódulo eficiente e de 1 ineficiente das plantas cultivadas sob condições de campo era de duas a mais vezes superior ao seu equivalente formado em plantas desenvolvidas em vasos, na casa-de-vegetação (Tabelas 1 e 2). Estes resultados se aproximam dos encontrados por H. K. Chen e H. G. Thornton, citados por POCHON & BARJAC(4), com referência aos nódulos eficientes do trevo, *Trifolium pratense* L, e soja, *Glycine max* (L) Merr., que apresentariam um tecido bacteriano de volume 3 a 5 vezes superior ao dos nódulos ineficientes.

CONCLUSÕES

Os resultados experimentais permitem as seguintes conclusões:

— A inoculação artificial aumenta significativamente o número total de

TABELA 2

Número e Peso Seco Médios, por Planta, dos Nódulos do Experimento Sobre a Distribuição de Nódulos Eficientes e Ineficientes nas Raízes do Feijão-de-Corda, *Vigna sinensis* (L) Savi, em Condições de Campo (Experimento 2). — Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977.

TRATAMENTO	NÚMERO DE NÓDULOS				PESO SECO DOS NÓDULOS (mg)							
	Total	Tipo	N.º	%	Localização	%	Total	Tipo	Peso	%	Localização	%
INOCULADO 69,33	Eficiente	R. Principal	68,83	99,28	R. Principal	25,65	Eficiente	194,89	99,63	R. Principal	39,36	2,83
		R. Secund.	74,35	R. Secund.	60,64							
	Ineficiente	R. Principal	0,50	0,72	R. Principal	34,00	Ineficiente	0,72	0,37	R. Principal	54,17	1,44
		R. Secund.	66,00	R. Secund.	45,83							
NÃO INOCULADO 48,44	Eficiente	R. Principal	47,78	98,62	R. Principal	34,17	Eficiente	166,66	99,50	R. Principal	45,13	3,49
		R. Secund.	65,83	R. Secund.	67,50							
	Ineficiente	R. Principal	0,67	1,38	R. Principal	25,37	Ineficiente	0,84	0,50	R. Principal	79,76	1,25
		R. Secund.	74,63	R. Secund.	20,24							

TABELA 3

Estudo Estatístico das Variáveis Número, Peso de Nódulos e Peso das Plantas, em Feijão-de-Corda, *Vigna sinensis* (L.) Savi, Inoculado e Não Inoculado, em Condições de Casa-de-Vegetação (Experimento 1) e de Campo (Experimento 2) Fortaleza, Ceará, Brasil, 1977.

VARIÁVEIS	Diferença da Média (d)		E. Padrão da Dif. (sd)		Intervalo de Confiança ($d \pm td/2$ sd)		Teste t (t=d-O/sd)	
	Experimentos		Experimentos		Experimentos		Experimentos	
	1	2	1	2	1	2	1	2
N.º Nódulos Ef. + Inef. (RP+RS)	13,40	20,89	5,20	8,10	13,40 ± 11,75	20,89 ± 18,71	*	*
N.º Nódulos Eficientes (RP+RS)	16,40	21,05	4,96	8,24	16,40 ± 11,21	21,05 ± 19,03	*	*
N.º Nódulos Ineficientes (RP+RS)	-3,00	-0,17	2,04	0,40	3,00 ± 4,61	0,17 ± 0,92	n.s.	n.s.
N.º Nódulos Eficientes (RP)	9,10	1,33	3,98	3,96	9,10 ± 8,99	1,33 ± 9,15	*	n.s.
N.º Nódulos Eficientes (RS)	8,45	19,72	6,53	6,05	8,45 ± 14,76	19,72 ± 13,98	n.s.	n.s.
N.º Nódulos Ineficientes (RP)	-0,15	0,00	0,77	0,14	0,15 ± 1,74	0,00 ± 0,32	n.s.	n.s.
N.º Nódulos Ineficientes (RS)	-3,50	-0,17	1,56	0,35	3,50 ± 3,53	0,17 ± 0,81	n.s.	n.s.
Peso Seco Nódulos Eficientes + Ineficientes (RP+RS)	0,05	28,11	9,91	19,61	0,05 ± 22,04	28,11 ± 45,30	n.s.	n.s.
Peso Seco Nódulos Efic. (RP+RS)	2,70	28,23	10,61	19,76	2,70 ± 23,89	28,23 ± 45,65	n.s.	n.s.
Peso Seco Nódulos Inef. (RP+RS)	-2,65	-0,12	1,07	0,61	2,65 ± 2,42	0,12 ± 1,41	*	n.s.
Peso Seco Nódulos Efic. (RP)	-8,90	1,50	9,59	11,39	8,90 ± 21,67	1,50 ± 26,31	n.s.	n.s.
Peso Seco Nódulos Efic. (RS)	5,20	26,73	9,00	11,71	5,20 ± 20,34	26,73 ± 27,05	n.s.	n.s.
Peso Seco Nódulos Inef. (RP)	-0,50	-0,28	1,00	0,52	0,50 ± 2,26	0,28 ± 1,20	n.s.	n.s.
Peso Seco Nódulos Inef. (RS)	-2,15	0,16	0,68	0,17	2,15 ± 1,54	0,16 ± 0,39	*	n.s.
Peso Seco Parte Aérea Plantas	0,26	0,49	0,16	0,49	0,26 ± 0,36	0,49 ± 1,64	n.s.	n.s.

RP — Raiz principal; RS — Raízes secundárias; n.s. — Não significativo; * — Significativo ao nível de 5% de probabilidade

nódulos por planta de feijão-de-corda cultivada em vaso, sob condições de casa-de-vegetação, ou no campo, com maior ênfase nas raízes secundárias, e tende a aumentar o peso das plantas em geral, e a massa nodular total das plantas desenvolvidas no campo;

— De igual modo, a inoculação artificial favorece a formação de nódulos eficientes nas raízes das plantas do feijão-de-corda, notadamente a nodulação eficiente da raiz principal das plantas crescidas em vaso e a nodulação eficiente das raízes secundárias cultivadas sob condições de campo;

— No feijão-de-corda há absoluta predominância dos nódulos eficientes sobre os ineficientes em quantidade e peso, em plantas inoculadas artificialmente ou não, evidenciando a existência de abundante população rizobiana nativa nos solos da região, com capacidade fixadora do nitrogênio atmosférico, em simbiose com leguminosas do grupo do cowpea;

— A predominância dos nódulos eficientes sobre os não eficientes em raízes de feijão-de-corda é mais acentuada nas plantas artificialmente inoculadas e cultivadas em campo, revelando a influência favorável desta prática;

— O cultivo confinado em vaso aumenta a quantidade de nódulos, ao tempo em que reduz a sua massa;

— No feijão-de-corda, 1 nódulo eficiente pesa, em média, cerca de 2 a 3 vezes mais que 1 ineficiente, sendo que 1 nódulo das plantas cultivadas em condições de campo tem, em média, o dobro ou mais do peso de 1 nódulo das plantas desenvolvidas em vaso.

SUMMARY

Two experiments — in field and greenhouse conditions — were conducted at Fortaleza, Ceará, Brazil, 1977, in order to study the occurrence and distribution of efficient and non efficient *rhizobia* nodules on cowpea, *Vigna sinensis* (L) Savi, roots, and the influence of the inoculation.

The trials consisted of two treatments — inoculated and non inoculated —, with twenty replications in a complete randomized design.

The results showed:

— Influence of the artificial inoculation increasing the number and weight of the nodules in both experiments;

— Influence of the artificial inoculation increasing the number of the efficient nodules in both trials;

— Higher number of the efficient nodules in comparison with the non efficient ones, especially in the inoculated field plants, and

— Presence in the soils of an abundant efficient native *rhizobia* population of the cowpea group.

LITERATURA CITADA

1. ALLEN, O.N. 1957. Experiment in Soil Bacteriology. Burgess Publishing Co., 3rd Ed., Minneapolis, 177 p.
2. BONNIER, C. & J. BRAKEL. 1969. Lutte Biologique Contre la Faim — Légumineuses — *Rhizobium*. Éditions J. Duculot, S.A., Gembloux, 148 p., ilustr.
3. GARASSINI, LUIZ A. 1962. El suelo y su microflora. Rev. Fac. Agron., Alcance n.º 4, Maracay, 226 p.
4. POCHON, J. & H. DE BARJAC. 1958. Traité de Microbiologie des Sols — Applications Agronomiques. Dunod, Paris, 685 p., ilustr.
5. STEEL, R.G.D. & J.H. TORRIE. 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw Hill Book Company, Inc., N.Y., 481 p.
6. VASCONCELOS, I.; J. FERREIRA ALVES & IRLANDA T. LIMA. 1976. Nodulação do Feijão-de-Corda, *Vigna sinensis* (L) Savi, ao Longo do Ciclo Cultural da Planta. Ciên. Agron., Fortaleza, 6 (1-2): 11-15.
7. VASCONCELOS, I.; IRLANDA T. LIMA & J. FERREIRA ALVES. 1975. Desempenho de Nove Estirpes de *Rhizobium* sp. em Simbiose com Feijão-de-Corda, *Vigna sinensis* (L) Savi. Ciên. Agron., Fortaleza, 5 (1-2): 1-6.