

Efeito da Inoculação na Nodulação e Índice de Colheita em Cultivares de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)¹

J. C. S. Lopes*, F. F. Duque**, G. G. Pessanha**

RESUMO

Foram conduzidos quatro experimentos em campo nos anos de 1988/1989 com cultivares de feijoeiro nas épocas da "seca" (Parada Modelo e Valença 1) e das "águas" (Valença 2 e Nova Friburgo), municípios do Estado do Rio de Janeiro. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com 3 fontes de N (inoculante comercial, inoculante CNPBS e 60 kg N/ha) e 6 cultivares de feijão. A nodulação foi mais influenciada pelas épocas de plantio, fertilidade do solo e localidades do que pelos inoculantes usados. As maiores nodulações das cultivares N. Argel e CNF480 refletiram-se em melhores índices de colheita. Os maiores teores de matéria seca e N total e produção de grãos das cultivares foram proporcionados pela adubação nitrogenada em relação aos inoculantes em P. Modelo e, em Valença nas duas épocas de plantio. As cultivares CNF480, 22-34 e Xodó destacaram-se na produção de grãos apenas em N. Friburgo.

ABSTRACT

Four field experiments were conducted in 1988/1989 with cultivars of bean during a dry (Parada Modelo and Valença 1) and wet season (Valença 2 and Nova Friburgo) in Rio de Janeiro State. A split plot design was used with three N sources (commercial inoculant, CNPBS inoculant and 60 kg of N/ha as a control) and six bean cultivars. Nodulation was more influenced by planting time, soil fertility and location than by inoculants. Bigger nodulations for cv. N. Argel and cv. CNF480 varieties were reflected in better harvest indexes. Larger amounts of dry matter, N total and yield in all varieties were achieved by use of nitrogen manure as inoculant in P. Modelo and at two planting time in Valença. The grain yields of cv. CNF480, cv. 22-34 and Xodó stood out only in Nova Friburgo.

INTRODUÇÃO

No Brasil, as tentativas de aumentar a fixação biológica de nitrogênio a través de inoculação das sementes de feijoeiro com *Rhizobium* específico começaram na década de 40 (4, 19). Até o presente, os resultados tem sido, em geral, inconsistentes. A capacidade que certos genótipos têm de fixar o N₂ atmosférico em simbiose tem sido pouco estudada nos programas de melhoramento fitogenético do feijoeiro. A influência da cultivar na nodulação, atividade da nitrogenase da bactéria e consequente acumulação de N nos órgãos da planta tem sido demonstrada como relevante aspecto na seleção de materiais para a fixação de N₂ (9, 13).

O comportamento de estirpes de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli*, no tocante a intensidade de infecção junto às raízes e eficiência de fixação biológica de N₂ conduziu à necessidade de estudar a especificidade hospedeira e seleção de bactérias em solo (9).

A presença de estirpes nativas (17) e o teor de N no solo, entre outros, são fatores que evidenciam a importância da eficiência, persistência e competitividade das bactérias introduzidas no solo. Os resultados obtidos em campo divergem daqueles obtidos em casa de vegetação onde a nodulação e a capacidade de fixação do N₂ tem atingido maior potencial (6). As limitações químicas, físicas e biológicas do solo somam-se na lista dos fatores que interferem na simbiose em campo. Entretanto, resultados obtidos em campo através do balanço de N apontaram 90 kg N/ha fixados pela simbiose em plantas na fase de pré-maturação (20).

Em experimento conduzido sob condições de campo com as cultivares Carioca e Negro Argel registraram-se 31.7 e 18.4 kg de N/ha fixado pela simbiose, respectivamente, usando a técnica de diluição isotópica do ¹⁵N (6). As plantas que receberam 100 kg/ha de N

1 Recebido para publicação em 18 maio 1990.

* Engo Agrônomo, Bolsista/EMBRAPA/CNPBS, km 47 Seropédica, CEP 23851, Rio de Janeiro, RJ.

** Engo Agrônomo, M.Sc. MA/EMBRAPA/CNPBS.

*** Engo Agrônomo, D.Sc. Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da UFRRJ, km 47, 23851, Seropédica-RJ, Bra.

mineral produziram menos grãos comparadas àquelas que só receberam inoculação.

Duque *et al.* (5) constataram no campo rápida decomposição de nódulos e queda da atividade da nitrogenase logo após seu pico aos 44 dias após emergência (floração). Hungria e Franco (14), mostraram declínio na atividade da nitrogenase, N total transportado, ureídeos contidos no xilema das plantas e do número de nódulos roseos após a floração, revelando processo de senescência precoce de nódulos.

O presente trabalho tem como objetivo de avaliar a nodulação e produção de grãos, em condições de campo, de cultivares de feijoeiro inoculadas com misturas de estirpes de *R. leguminosarum* biovar *phaseoli*.

MATERIAIS E METODOS

Foram conduzidos quatro experimentos sob condições de campo em regiões do Estado do Rio de Janeiro. Dois deles na época da "seca" de 1987/1988 (Parada Modelo e Valença I) e dois na época "das águas" de 1988/1989 (Nova Friburgo e Valença II).

O delineamento experimental adotado em todos os ensaios foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nos ensaios da "seca" cada sub-parcela era formada por 5 linhas de 3 m de comprimento espaçadas de 0.50 m entre si, enquanto nos ensaios "das águas" tinham apenas 4 linhas. A densidade de semeadura dos ensaios foi de 15 sementes/m linear.

Os tratamentos das parcelas principais foram Inoculante Comercial (1), Inoculante CNPBS (2) e N mineral (3). Este último foi realizado utilizando-se 60 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio, sendo 30 kg aplicado no plantio e 30 kg/ha aos 25 dias após emergência (DAE) das plantas. O Inoculante Comercial (1) contém as estirpes BR266 e BR281 e o Inoculante CNPBS (2) com uma mistura das estirpes (alta eficiência relativa) CPAC H20 e H41 (nodulação precoce), CNPAF 233 e 234 (senescência tardia de nódulos).

Nas subparcelas foram colocadas as cultivares Xodo, 2234, CNF480, Negro Argel e A222. Nos ensaios "das águas", além destas, incluiu-se a cultivar Carioca 80. Todas elas tem hábito de crescimento indeterminado do tipo II e III segundo classificação do CIAT (3).

A classificação e os resultados das análises químicas dos solos, realizadas previamente, utilizados são as que se seguem:

Epoca da "seca":

Experimento 1: P. Modelo-solo aluvial hidromórfico apresentando pH 5.6, P= 34 ppm, K= 124 ppm, $Ca^{+2} + Mg^{+2} = 5.7$ mEq/100 cm³ solo; $Ca^{+2} = 2.4$ mEq/100 cm³ solo; $Al^{+3} = 0.26$ mEq/100 cm³ solo.

Experimento 2: Valença-I- Latossolo Vermelho-Amarelo apresentando, pH 4.6; P= 6.2 ppm; K= 122 ppm; $Ca^{+2} + Mg^{+2} = 2.8$ mEq/100 cm³ solo; $Ca^{+2} = 1.6$ mEq/cm³ solo; $Al^{+3} = 0.5$ mEq/100cm³ solo.

Epoca "das águas":

Experimento 3: Em Nova Friburgo-solo hidromórfico apresentando, pH 5.6, P = 506 ppm; K = 80 ppm; $Ca^{+2} + Mg^{+2} = 7.8$ mEq/100 cm³ solo; $Ca^{+2} = 5.6$ mEq/100 cm³ solo; $Al^{+3} = 0$ mEq/100 cm³ solo.

Experimento 4: Valença-II-Latossolo Vermelho Amarelo apresentando, pH = 4.8; P = 2.1 ppm; K = 86 ppm, $Ca^{+2} + Mg^{+2} = 5.4$ mEq/100 cm³ solo; $Ca^{+2} = 3.2$ mEq/100 cm³ solo; $Al^{+3} = 0.4$ mEq/100 cm³ solo.

Foi aplicado 1 t/ha de calcário dolomítico PRNT 93% nos experimentos de Valença em função do pH do solo e teores de Al, a fim de elevar o pH do solo para 5.5, conforme curva de neutralização realizada previamente. Os locais da época da "seca" (Parada Modelo e Valença I) receberam no sulco de plantio 100 kg/ha de P₂O₅ e 60 kg/ha de K₂O (superfosfato simples e cloreto de potássio). Além da calagem, em Valença II foi aplicada somente 100 kg/ha de P₂O₅ e, em Nova Friburgo não foi necessário nenhuma aplicação de adubos e corretivos, com excessão do N mineral do tratamento.

Foi feita a contagem de bactérias dos inoculantes na época da "seca", obtendo-se os seguintes resultados (no. bactérias/g inoculante):

- No. bactérias/g inoculante
1. Comercial = 2.42×10^6
 2. CNPBS = 1.47×10^7

Foram coletadas 5 plantas/subparcela para se avaliar o número e peso de nódulos secos por planta aos 15 e 45 DAE (dias após a emergência), matéria seca da parte aérea e N total acumulado na matéria seca. Por ocasião da colheita dos ensaios foram feitas as avaliações de N total no grão, rendimento de grãos, peso de 1000 grãos e índice de colheita. Para o cálculo do peso de 1000 grãos e rendimento, os valores foram corrigidos para o teor de umidade no grão em torno de 13-14%. O índice de colheita foi calculado através da relação entre a produção de grãos e o peso total da planta na época da colheita (palhada + grão).

RESULTADOS E DISCUSSOES

1. Época da "seca" de 1988, em Parada Modelo e Valença-I: A nodulação (no. e peso de nódulos secos/planta) dos ensaios está representada nos quadros 1 e 2. Comparando-a com trabalho de Pereira *et al.* (15), onde se conseguiram médias de peso de nódulos secos/planta de 75 mg, constatou-se que a nodulação foi baixa nos dois locais e nas duas épocas de coleta (15 e 45 DAE). A baixa nodulação verificada em solo hidromórfico (P. Modelo) em comparação ao latossolo vermelho amarelo (Valença), talvez seja devido aos maiores teores de N que normalmente apresentam os solos hidromórficos.

Entretanto, o inoculante CNPBS foi superior aos outros tratamentos em P. Modelo (Quadro 1), ao passo que em Valença foi semelhante ao Inoculante Comercial (Quadro 2), sendo ambos superiores ao N mineral. As cultivares de feijão apresentaram diferenças no peso de nódulos secos aos 45 DAE em P. Modelo e no número de nódulos aos 15 DAE em Valença. Em geral, verificou-se um declínio da nodulação dos 15 para os 45 DAE nos dois locais, apresentando maior intensidade em P. Modelo devido ao ataque de larvas do crisomelídeo *Cerotoma* sp. aos nódulos e raízes das plantas. Com isto, a nodulação na 2ª coleta foi prejudicada em mais da metade em relação àquela inicial. Em ambos os locais, a cultivar Negro Argel

Quadro 1. Número (n) e peso (p) de nódulos secos (mg) por plantas aos 15 e 45 DAE em P. Modelo no período da seca 1988/1989 (Médias de 20 plantas).

Tratamentos	Inoc. comercial				Inoc. CNPBS				N mineral				Médias			
	15		45		15		45		15		45		15		45	
	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p
Xodó	1	1	3	4	18	12	4	2	1	0	1	1	6.7	4	2.7ab	2ab
22-34	2	4	3	6	18	17	8	3	0	0	1	1	6.7	7	4.0ab	3ab
CNF480	1	1	4	2	34	24	17	10	0	0	1	1	11.7	8	7.3ab	4ab
Negro Argel	2	2	2	1	39	33	24	7	0	0	3	2	13.7	12	9.7a	7a
A222	2	1	0	0	17	11	2	1	0	0	0	0	6.3	4	0.7b	0b
Médias	2B	2B	2b	2ab	26A	20A	11a	7a	0B	0B	1b	1b	—	—	—	—
C.V. (% a)	59	51	34	31												
b)	18	27	23	23												

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas (nº e peso nódulos aos 15 DAE) e minúsculas (nº e peso de nódulos aos 45 DAE) não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 2. Número (n) e peso (p) de nódulos secos (mg) por plantas aos 15 e 45 DAE em Valença no período da "seca" 1988/1989 (Médias de 20 plantas).

Tratamentos	Inoc. comercial				Inoc. CNPBS				N mineral				Médias			
	15		45		15		45		15		45		15		45	
	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p
Xodó	18	21	13	22	16	25	13	18	9	9	5	4	14AB	18	10	15
22-34	14	18	18	19	33	34	16	19	3	2	3	1	16AB	18	12	13
CNF480	27	39	20	26	18	40	20	25	2	2	3	2	16AB	37	14	20
Negro Argel	37	42	17	24	32	45	19	25	2	2	5	4	24A	29	14	18
A222	13	20	12	16	18	31	13	24	4	4	2	2	11B	18	9	14
Médias	22A	28A	16A	21A	23A	35A	16A	24A	4B	4B	4b	3b	—	—	—	—
C.V. % a)	10	10	16	18												
b)	10	11	20	22												

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas (nº e peso nódulos aos 15 DAE) e minúsculas (nº e peso de nódulos aos 45 DAE) não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

teve nodulação superior à cultivar A222, enquanto que em relação às demais foi semelhante. Houve uma interação significativa no peso de nódulos secos/planta aos 45 DAE entre as cultivares Negro Argel e CNF480 com o inoculante CNPBS. Os maiores pesos de nódulos mostrados pelas duas cultivares na presença do inoculante CNPBS em relação às demais, foram devido aos seus maiores números de nódulos, o que demonstra uma certa especificidade (Quadro 1).

A produção de matéria seca e acúmulo de N total na parte aérea das plantas foi superior no tratamento N mineral quando comparado ao Inoculante Comercial em P. Modelo, enquanto que em Valença não houve diferenças entre os tratamentos para a matéria seca (Quadro 3). Portanto, não foi observado diferença entre N mineral e Inoculante CNPBS na produção de matéria seca em Parada Modelo, enquanto em Valença não houve diferença entre inoculantes e N mineral. Resultados semelhantes foram obtidos por Henson (10) no acúmulo de matéria seca em relação ao N mineral. Em relação ao acúmulo de N total na planta, o tratamento N mineral foi superior em relação aos demais tratamentos nas duas localidades. As cultivares de feijão mostraram comportamento semelhante na produção de matéria seca e N total da planta em ambas localidades.

Em relação ao acúmulo de N total nos grãos das cultivares, o tratamento N mineral mostrou-se superior aos inoculantes em ambos os locais. As cultivares de feijão "Xodó" e "CNF480" mostraram-se superiores no acúmulo de N nos grãos em relação à A222 em P. Modelo e Valença, respectivamente, enquanto que em relação às demais não mostraram diferenças significativas (Quadro 4).

Os tratamentos inoculados e N mineral não apresentaram diferenças significativas no peso de 1000 grãos em Valença, mas em P. Modelo, o N mineral superou os inoculantes, resultado também obtido por Fornasier Filho (8) com a aplicação de 45 kg/ha de N em doses parceladas. Em relação às cultivares, a "CNF480" teve maior tamanho de grãos em comparação com "Negro Argel" e "A222" em Valença, enquanto em P. Modelo mostrou-se superior a todas as cultivares (Quadro 5).

O índice de colheita dos tratamentos inoculados foi superior ao do N mineral nos dois locais. O tratamento N mineral proporcionou em ambos os locais maiores acúmulos de matéria seca e N total na parte aérea dos cultivares (Quadro 3). Isto se refletiu no menor índice de colheita ou seja na baixa eficiência do aproveitamento do N para maior produção de grãos (Quadro 5). Murata citado por Fornasier Filho (7) atribui ao excesso de fornecimento de N mineral a uma redução da translocação de amido para os grãos, já que esse assimilado seria exigido para sustentar o intenso crescimento vegetativo que ocorre. Assim, o acréscimo de partes vegetativas não corresponderia obrigatoriamente a um incremento proporcional da produtividade do feijoeiro. A cultivar CNF480 em Valença foi mais eficiente na conversão da matéria seca total na produção de grão, superando as cultivares A 222 e 2234. Em Valença não houve diferença entre as cultivares. Resultados semelhantes foram também obtidos por Hungria e Neves (13) e Duque *et al.* (6) trabalhando com outras cultivares de feijão

O tratamento N mineral foi o que produziu maior rendimento de grãos nos dois locais (Quadro 5), mostrando-se superior aos tratamentos inoculados assim como obtiveram Vargas (20) e Henson (10). As

Quadro 3. Peso de matéria seca da parte aérea (MSPA) e N total de MSPA (kg/ha) aos 45 DAE em P. Modelo (PM) e Valença (V) no período da "seca" 1988/1989 (Média de 20 plantas).

Tratamentos	Inoc. comercial				Inoc. CNPBS				N mineral				Médias			
	MSPA		NTOTAL		MSPA		NTOTAL		MSPA		NTOTAL		MSPA		NTOTAL	
	PM	V	PM	V	PM	V	PM	V	PM	V	PM	V	PM	V	PM	V
	(kg/ha)															
Xodó	2 511	760	59	17	3 371	892	75	21	3 767	1 091	116	28	3 239	925	84	22
22-34	2 379	628	48	17	2 578	760	74	21	3 239	859	69	27	2 743	760	64	21
CNF-480	1 983	793	46	18	2 478	1 124	63	28	3 437	1 124	113	29	2 611	1 024	74	25
N. Argel	2 016	727	48	18	3 272	595	76	14	3 272	1 256	137	34	2 842	859	87	22
A222	1 751	958	46	21	1 983	793	53	16	3 239	1 454	77	36	2 313	1 057	59	25
Médias	2 115B	760a	49B	18b	2 743AB	826B	68B	20ab	3 635A	1 157a	103A	31a	—	—	—	—
C. V. (%) a)	23	20	19	25												
b)	13	13														

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas (PM) e minúsculas (V) não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 4. N acumulado no grão (kg/ha) em P. Modelo (PM) e Valença (V) no período da seca 1988/1989 (Médias de 4 repetições).

Tratamentos	Inoc. comercial		Inoc. CNPBS		N mineral		Médias	
	PM	V	PM	V	PM	V	PM	V
Xodó	32	27	31	24	49	53	37A	35ab
22-34	19	25	23	29	47	60	30B	38ab
CNF480	26	35	24	29	32	56	27B	40a
Negro Argel	25	22	30	27	43	70	33AB	39ab
A222	27	29	28	30	37	35	31B	30b
Média	26B	28b	27B	27b	42A	55a	—	—
C.V. (%) a)	14	15						
	15	12						

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas (PM) e minúsculas (V) não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 5. Rendimento de grãos, peso de 1000 grãos e índice de colheita em P. Modelo (PM) e Valença (V) no período das "secas" 1988/1989 (Médias de 4 repetições).

Tratamentos	Inoc. comercial		Inoc. CNPBS		N mineral		Médias	
	PM	V	PM	V	PM	V	PM	V
Peso de 1000 grãos (g)								
Xodó	225	186	198	186	216	142	213BC	188ab
22-34	202	174	207	187	229	191	213BC	186ab
CNF480	266	185	250	192	282	208	266A	195a
Negro Argel	194	175	198	172	221	178	204C	175c
A222	219	171	224	178	247	179	230B	176c
Médias	221B	178	215B	183	239A	176	—	—
C.V. (%) a)	3	2						
	3	1						
Índice de colheita (kg grão/kg MS + kg grão)								
Xodó	0.47	0.75	0.46	0.53	0.40	0.50	0.44	0.59abc
22-34	0.32	0.55	0.37	0.56	0.37	0.48	0.35	0.53bc
CNF480	0.49	0.73	0.49	0.76	0.37	0.54	0.45	0.68a
Negro Argel	0.41	0.68	0.44	0.68	0.42	0.60	0.42	0.65ab
A222	0.46	0.60	0.45	0.64	0.35	0.47	0.42	0.57bc
Médias	0.46AB	0.66ab	0.44A	0.63a	0.38B	0.52b	—	—
C.V. (%) a)	7	6						
	5	4						
Rendimento de grãos (kg/ha)								
Xodó	981	905	782	935	1 536	1 222	1 100	1 021
22-34	894	540	929	668	1 610	1 223	1 144	811
CNF480	1 176	701	987	687	1 624	889	1 262	761
Negro Argel	715	689	874	749	1 777	1 112	1 122	850
A222	909	769	800	448	1 240	956	983	822
Médias	935B	722b	874B	757b	1 558A	1 080a		
C.V. (%) a)	14	19						
	12	15						

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas (PM) e minúsculas (V) não diferem entre si no nível de 5% pelo teste de Tukey.

médias de produtividades obtidas de 935 kg/ha e 876 kg/ha dos inoculantes comercial e CNPBS em P. Modelo e 722 kg/ha e 757 kg/ha em Valença respectivamente, ainda que abaixo daquelas obtidas com N mineral (1558 kg/ha e 1080 kg/ha) estão acima da média do Estado do Rio de Janeiro (672 kg/ha) (1). Isto já representa para os pequenos produtores desta região um ganho adicional de renda com pouco ou nenhum uso de fertilizante nitrogenado, apenas com a utilização da prática de inoculação.

Apesar da baixa nodulação das cultivares verificada em ambos locais, ainda ocorreu uma certa contribuição da fixação biológica de N₂ como fonte de N. Isto é mostrado pelos maiores índices de colheita obtidos com uso dos inoculantes em relação ao N mineral (5). Deve ser considerado também, que a população nativa de *Rhizobium* do solo, geralmente ineficiente, e o ataque de larvas de *Cerotoma* sp. aos nódulos, prejudicaram a simbiose, além do fato de que na época da "seca" as plantas apresentarem maior dependência de água disponível do solo.

A cultivar CNF 480, de modo geral, apresentou comportamento superior à cultivar A222 na grande maioria dos parâmetros analisados nos dois locais. Contudo em se tratando da nodulação, a cultivar N. Argel sobressaiu-se em relação a "A222" nos dois locais.

Por outro lado, a produção de matéria seca e N total das cultivares e tratamentos aos 45 DAE em P. Modelo foi em média, 2-4 vezes superiores àquelas obtidas em Valença (Quadro 3). Isto entretanto, não correspondeu a maiores diferenças nas produções de grãos das cultivares e tratamentos entre os dois locais (Quadro 5).

Desse modo, verificou-se menores índices de colheita tanto para cultivares como tratamentos em P. Modelo (Quadro 5). Parece que a correção da acidez e fertilidade do solo em Valença não foi eficiente para o crescimento da planta.

2. Época "das águas" de 1988/1989, em Nova Friburgo e Valença II: A nodulação inicial (15 DAE) mostrou diferenças significativas entre cultivares de feijão no número e peso de nódulos secos em N. Friburgo e somente no peso de nódulos secos em Valença (Quadros 6 e 7). Em Valença, a cultivar "CNF 480" mostrou uma maior nodulação em relação a 2234 aos 15 DAE e Xodó e A222 aos 45 DAE (Quadro 6). Em Nova Friburgo foi a cultivar N. Argel que mostrou superioridade na nodulação aos 15 DAE em relação às cultivares CNF 480 e A222 e ao 45 DAE somente no n° de nódulos às cultivares A222 e Carioca 80 (Quadro 7). Os tratamentos só mostraram diferenças em relação ao peso de nódulos secos em Valença, destacando-se o Inoculantes usados quando comparados com o N mineral. O peso de nódulos secos aos 45 DAE mostrou melhor desempenho em Nova Friburgo, cujas médias das cultivares e fontes de N atingiram mais de 75 mg de nódulos secos/planta, não diferindo estatisticamente entre si (Quadro 7).

Estes resultados estão de acordo àqueles obtidos por Pereira *et al.* (15). Houve um comportamento diferenciado das cultivares em função das condições de ambientes de cada local. Além disso, a adubação nitrogenada no solos de baixa fertilidade natural (Valença) reduziu a nodulação. Apesar da aplicação do calcário e do superfosfato simples, é possível que as estirpes de *Rhizobium* dos inoculantes tenham sido

Quadro 6. Número (n) e peso (p) de nódulos secos (mg) por planta aos 15 e 45 DAE em Valença na época das águas 1988/1989 (Médias de 20 plantas).

Tratamentos	Inoc. comercial				Inoc. CNPBS				N mineral				Médias			
	15		45		15		45		15		45		15		45	
	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p
Xodó	25	29	35	19	23	23	26	15	11	9	20	13	20	21AB	27bc	20b
22-34	26	22	53	29	22	19	24	20	23	15	24	13	24	19B	34abc	21ab
CNF480	45	43	53	39	44	49	65	47	18	22	19	15	36	38A	46a	34a
Negro Argel	33	39	38	34	30	41	44	33	20	13	25	15	28	31AB	36ab	27ab
A222	27	38	28	33	37	48	19	17	12	7	9	7	26	31AB	19c	19b
Carioca80	35	29	27	29	45	37	33	28	11	8	31	17	30	25AB	30abc	25ab
Médias	32	33AB	39a	31a	34	36A	35a	27a	16	13B	21b	13b	—	—	—	—
C.V. (%) a)	48	26	18	20												
b)	30	18	15	17												

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas (n° e peso aos 15DAE) e minúsculas (N° e peso aos 45 DAE) não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quadro 7. Número (n) e peso (p) de nódulos secos (mg) por planta aos 15 e 45 DAE em N. Friburgo na época das águas 1988/1989 (Médias de 20 plantas).

Tratamentos	Inoc. comercial				Inoc. CNPBS				N mineral				Médias			
	15		45		15		45		15		45		15		45	
	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p	n	p
Xodó	9	5	26	86	15	10	43	83	12	6	44	76	12BC	7AB	38ab	82
22-34	14	7	45	121	15	7	33	73	13	6	42	115	14AB	7AB	43ab	103
CNF480	10	8	54	112	15	7	49	123	8	4	49	78	11BC	6B	51ab	104
Negro Argel	19	8	52	115	18	8	59	133	19	9	59	95	19A	10A	57a	114
A222	11	7	35	91	8	6	21	58	7	6	8	76	9C	6B	38b	75
Carioca 80	20	8	30	57	20	14	59	110	8	3	51	68	16AB	8AB	47ab	78
Médias	14	7	40	97	15	9	44	97	11	6	44	85	—	—	—	—
C.V. (%) a)	32	18	48	18												
b)	26	20	36	21												

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas (nº de peso aos 15 DAE) e minúsculas (nº e peso aos 45 DAE) não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

retardados no seu estabelecimento pela baixa fertilidade do solo. As médias de nodulação desse experimento na época da floração não chegaram sequer à metade das médias de Nova Friburgo.

O desenvolvimento vegetativo do feijoeiro, avaliado através do acúmulo de matéria seca da parte aérea aos 45 DAE, em ambos os locais, não mostraram diferenças para tratamentos e nem para cultivares usadas (Quadro 8). O fato das cultivares e dos tratamentos acumularem quantidades semelhantes de matéria seca em ambos locais, parece demonstrar que a correção da fertilidade do solo foi eficiente para o crescimento da planta. Entretanto, a eficiência produtiva das cultivares (índice de colheita), mostrou ser influenciada pelos genótipos e fontes de N (Quadro 8). Em Nova Friburgo, a cultivar CNF 480 foi superior às demais, ao passo que, em Valença destacou-se a Carioca 80 que não diferiu do Negro Argel (Quadro 8). Semelhante ao ocorrido na época da "seca", as cultivares de feijão de melhor nodulação mostraram maior eficiência de aproveitamento da matéria seca para a produção de grãos.

Na Quadro 8, observa-se uma maior produção de grãos das cultivares e dos tratamentos em Nova Friburgo quando comparado à Valença. Deve-se isto às melhores condições de ambiente, principalmente à fertilidade do solo, que proporcionou um melhor desempenho das cultivares. A adubação nitrogenada em Valença revelou maior rendimento de grãos em relação aos tratamentos inoculados, enquanto em Nova Friburgo não houve diferenças. Resultados semelhantes foram constatados por Duque *et al.* (6). Neste local, as cultivares CNF 480, 2234 e Xodó mostraram-se superiores na produção de grãos em relação à Carioca 80 e

Negro Argel, enquanto em Valença as cultivares tiveram comportamento semelhante. Estes resultados mostram que em condições favoráveis de clima e de fertilidade do solo (N. Friburgo), a prática da inoculação proporciona altas produções de grãos, semelhantes àquelas obtidas com o uso de 60 kg de N/ha. Já em solos de baixa fertilidade e, principalmente no período seco, apesar da correção da fertilidade (Valença e P. Modelo) a inoculação das sementes não foi tão eficiente quanto a adubação com N mineral.

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, as seguintes conclusões podem ser tiradas:

A nodulação foi mais influenciada pelas épocas de plantio e fertilidade do solo do que pelos inoculantes utilizados.

As cultivares N. Argel e CNF 480 mostraram uma maior nodulação, independentemente das épocas de plantio e locais.

As melhores nodulações das cultivares CNF 480 e N. Argel refletiram um maior índice de colheita, quando comparado com as demais cultivares.

A adubação nitrogenada mostrou-se mais eficiente em promover aumento na produção de matéria seca da parte aérea, N total na planta e no grão e produção de grãos das cultivares em P. Modelo e, em Valença nas duas épocas de plantio, quando comparado com a inoculação.

As cultivares de feijão CNF 480, 22-34 e Xodó destacaram-se das demais na produção de grãos em N. Friburgo.

Quadro 8. Peso da matéria seca da parte aérea (MSPA), rendimento de grãos e índice de colheita em N. Friburgo (NF) e Valença (V) no período das "águas" 1988/1989 (Médias de 4 repetições).

Tratamentos	Inoc. comercial		Inoc. CNPBS		N mineral		Médias	
	NF	V	NF	V	NF	V	NF	V
MSPA (kg/ha)								
Xodó	699	587	624	846	773	1 347	699	927
22-34	673	797	644	620	917	872	745	763
CNF480	816	641	771	2 383	890	1 380	826	1 468
Negro Argel	821	637	807	799	952	833	860	756
A222	757	557	734	1 077	919	1 213	803	949
Carioca 80	611	760	917	951	958	951	829	887
Médias	730	663	750	1 113	901	1 099	—	—
C.V. (%) a)	10	33						
b)	7	26						
Índice de colheita (kg grão/kg MS + kg grão)								
Xodó	0.52	0.52	0.47	0.53	0.46	0.52	0.49BCD	0.52cd
22-34	0.50	0.56	0.48	0.46	0.41	0.50	0.46CD	0.51d
CNF 480	0.67	0.60	0.65	0.59	0.59	0.52	0.64A	0.57bc
Negro Argel	0.45	0.57	0.39	0.60	0.42	0.58	0.42D	0.58ab
A222	0.52	0.51	0.51	0.54	0.53	0.49	0.52BC	0.51d
Carioca 80	0.61	0.64	0.55	0.65	0.48	0.62	0.55B	0.64a
Médias	0.55A	0.57	0.51A	0.56	0.48B	0.54	—	—
C.V. (%) a)	5	3						
b)	4	2						
Rendimentos de grãos (kg/ha)								
Xodó	1 702	606	1 756	722	1 712	1 112	1 739A	813
22-34	1 855	599	1 809	857	1 600	790	1 755A	749
CNF 480	2 403	603	2 012	551	2 007	908	2 141A	687
Negro Argel	1 415	556	783	616	923	724	1 040B	632
A222	1 430	487	1 430	583	1 671	656	1 510AB	575
Carioca 80	1 290	536	1 290	716	921	942	1 167B	731
Médias	1 683	565b	1 513	674b	1 480	855a	—	—
C.V. (%) a)	13	11						
b)	10	9						

Valores seguidos pelas mesmas letras maiúsculas (nº de peso aos 15 DAE) e minúsculas (nº e peso aos 45 DAE) não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

LITERATURA CITADA

- 1 ANUARIO ESTADÍSTICO do Brasil. 1988. Rio de Janeiro (Bra.), IBGE v. 48, p. 345.
- 2 BODDEY, L.H.; BARRADAS, C.A.A.; HUNGRIA, M. 1988. Seleção de cultivares de feijão e estirpes de *Rhizobium* para nodulação precoce, senescência tardia e maior eficiência de fixação de N₂. In Congresso e Feira Nacional de Biotecnologia (1., 1988, Rio de Janeiro, Bra.). Resumos Rio de Janeiro, Bra., FENABIO. p. 4-23.
- 3 CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL). 1977. Programa de Frijol. Cali, Col., CIAT. B-92.
- 4 DOBEREINER, J.; DUQUE, F.F. 1980. Contribuição da pesquisa em fixação biológica do nitrogênio para o desenvolvimento do Brasil. Revista de Economia Rural (Bra.) 18:447-460.

5. DUQUE, F.F.; SALLES, L.I.G.; PEREIRA, J.C.; DOBEREINER, J. 1981. Influence of plant genotypes on some parameters of nitrogen fixation in *Phaseolus vulgaris*: Biologic nitrogen fixation. Technology for Tropical Agriculture. Cali (Col.) p. 63-66
6. DUQUE, F.F.; NEVES, M.C.P.; FRANCO, A.A.; VICTORIA, R.L.; BODDEY, R.M. 1985. The response of field grown *Phaseolus vulgaris* to *Rhizobium* inoculation and the quantification of N₂ fixation using ¹⁵N. Plant and Soil (Holanda) 88:333-343
7. FORNASIERI FILHO, D.; VITTI, G.C.; MALHEIROS, E.B.; DECARO, S.; LAM-SANCHES, A. 1988. Efeito da inoculação associada à aplicação de micronutrientes e nitrogênio mineral na cultura do feijoeiro CV-"Carioca 80". Científica (Bra.) 16(2):197-207.
8. FORNASIERI FILHO, D.; BELLINGIERI, P.A.; VITTI, G.C.; MALHEIROS, E.B.; HORIZONTE, E.C. 1988. Efeitos da inoculação com *Rhizobium phaseoli*, de fertilizantes às sementes e nitrogênio mineral na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) CV "Carioca 80" das "aguas". Científica (Bra.) 16(2):229-238.
9. FRANCO, A.A.; DOBEREINER, J. 1967. Especificidade hospedeira na simbiose *Rhizobium*: Feijão e influência de diferentes nutrientes. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Bra.) 2:467-474.
10. HENSON, R.A. 1986. Resposta do feijoeiro a inoculação e adubação nitrogenada. In Reunião Latino Americana sobre *Rhizobium* (12., 1984, Campinas, Bra.) Anais Campinas, Bra., IAC p. 346-353.
11. HUNGRIA, M.; NEVES, M.C.P.; SPRENT, J.I. 1984. Atividade da nitrogenase: Evolução do H₂ e transporte de nitrogênio em cinco cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. inoculadas com estirpes de diferentes eficiências na fixação do nitrogênio. In Reunião Latino Americana sobre *Rhizobium* (12., 1984, Campinas, Bra.) Anais Campinas, Bra., IAC. p. 563
12. HUNGRIA, M.; NEVES, M.C.P. 1986. Ontologia da fixação biológica de nitrogênio em *Phaseolus vulgaris* L. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Bra.) 21(7):715-730
13. HUNGRIA, M.; NEVES, M.C.P. 1987. Cultivar and *Rhizobium* strain effect on nitrogen fixation and transport in *Phaseolus vulgaris* L. Plant and Soil (Holanda) 103:111-121.
14. HUNGRIA, M.; FRANCO, A.A. 1988. Nodule senescence in *Phaseolus vulgaris* L. Tropical Agriculture (Tri.) 65(4):341-346.
15. PEREIRA, P.A.A.; ARAUJO, R.S.; DA ROCHA, R.E.M.; STEINMETZ, S. 1984. Capacidade de genótipos de feijoeiro de fixar N₂ atmosférico. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Bra.) 19(7):811-816
16. RUSCHEL, A.P.; VOSE, P.B.; MUTSUI, E.; VICTORIA, R.L.; SAITO, S.M.T. 1982. Field evaluation of N₂ fixation and N utilization by *Phaseolus* bean varieties determined by ¹⁵N isotope dilution. Plant and Soil (Holanda) 65:397-407.
17. SAITO, S.M.T. 1982. Avaliação em campo da capacidade de fixação simbiótica de estirpes de *Rhizobium phaseoli*. Pesquisa Agropecuária Brasileira (Bra.) 17(7):999-1006.
18. SAITO, S.M.T.; MARTINS, E.C.S. 1984. Avaliação da variedade de feijoeiro para fixação biológica de nitrogênio em campo. In Reunião Latino Americana sobre *Rhizobium* (12., 1984, Campinas, Bra.) Resumos Campinas (Bra.), Fundação Cargill. p. 155
19. SILVA, J.G. s f. Estudos sobre a inoculação de sementes de leguminosas realizado pelo Instituto Agronômico do estado de São Paulo.
20. VARGAS, A.A.I.; SILVEIRA, J.S.M.; PACOVA, B.E.V.; SANTOS, A.F. DOS 1983. Fixação simbiótica do nitrogênio no feijoeiro. IV. Inoculação com *Rhizobium phaseoli* na cultura Rio Tibagi no Espírito Santo. Cariacica (Bra.), EMCAPA. Comunicado Técnico no 19. 5 p.
21. WESTERMANN, D.F.; KLEINKOFF, G.E.; PORTIER, L.K.; LEGGET, G.E. 1980. Nitrogen sources for *Phaseolus vulgaris* L.: Seed production. USDA-SEA Agronomy Abstract 162