

NODULAÇÃO DO FEIJOEIRO EM MONOCULTIVO E ASSOCIADO COM FILEIRAS DE MILHO MADURO¹

PEDRO ANTONIO ARRAES PEREIRA², RICARDO EIRAS MOREIRA DA ROCHA² e
RICARDO SILVA ARAUJO²

RESUMO - Foi conduzido um experimento no campo para avaliar a nodulação e a produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), plantado após a maturação fisiológica do milho. Observou-se que o plantio associado estimulou a nodulação e acarretou maior permanência dos nódulos no sistema radicular do feijoeiro do que em monocultivo. Apesar disso, a produção foi maior em monocultivo, independentemente do tratamento nitrogenado. Isto indica que existem outros fatores que limitam a produção do feijoeiro no sistema associado.

Termos para indexação: fixação de N₂, cultura de substituição.

BEAN NODULATION IN MONOCULTURE AND BETWEEN ROWS OF MATURE CORN

ABSTRACT - A field experiment was conducted to evaluate nodulation and grain yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) planted between rows of corn after completed maturity. More nodules were observed and they remained for a longer time on the roots of bean plants associated with corn than in monoculture. Concerning grain yield, despite the larger nodule mass produced in the relay crop system, the monoculture showed larger yields in all treatments independently of nitrogen supply.

Index terms: N₂ fixation, relay cropping.

INTRODUÇÃO

Na América Latina, mais de 70% do feijão produzido provém de cultivos associados, principalmente com milho (Gutierrez et al. 1975). Apesar da grande importância que esse sistema de cultivo representa para os produtores, ele é comumente criticado, sendo, mesmo, considerado como forma negativa de cultivo, sob o ponto de vista técnico e econômico (Vieira 1980). A pesquisa, com base científica, neste tipo de produção agrícola, é recente, e alguns resultados indicam baixa produtividade, devida à competição por nutrientes, água, luz e espaço (Kurtz et al. 1952, Plendleton et al. 1963, Alvim & Alvim 1969).

A grande importância que o plantio de feijão associado tem para o pequeno agricultor e o conhecimento de que o nitrogênio é um dos fatores limitantes da produção nesse sistema de cultivo fizeram aumentar o interesse pela capacidade de o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) fixar nitrogênio biologicamente, ao se associar com bactérias do gênero *Rhizobium* e, assim, obter parte, pelo menos, do nitrogênio necessário para o seu desenvolvimento.

No presente trabalho, procurou-se estudar a nodulação e a produção do feijão em cultivo de substituição (após a maturação fisiológica do milho).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento em Goiânia, no período de fevereiro a abril de 1981, em solo de cerrado, Latossolo-Vermelho, com as seguintes características: pH 6,1; Ca + Mg 8,8 mE/100 g; P 10,5 ppm; K 147 ppm; Al³⁺ 0,0 mE/100 g e C 2%. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições e os seguintes tratamentos nos dois sistemas de cultivo: a) com inoculação com *Rhizobium phaseoli* (inoculante misto, composto de dez estirpes); b) sem inoculação e sem adubação nitrogenada; e c) sem inoculação e com adubação nitrogenada (20 kg/ha de N no plantio e 20 kg/ha de N em cobertura, aos 25 dias após a germinação). A adubação básica para o feijoeiro, em ambos os sistemas de cultivo, constituiu-se de 60 kg/ha de P₂O₅, 30 kg/ha de K₂O, 30 kg/ha de MgSO₄ e 500 g/ha de molibdênio, aplicados nos sulcos de plantio. As variedades utilizadas foram: Ricobaio, Negro Argel, Carioca, CNF x 005 e Rico 23. O milho foi plantado em outubro/1980 com um espaçamento de 1 m entre fileiras com uma planta a cada 20 cm, perfazendo uma população de 50.000 plantas/ha. O feijão foi plantado em fevereiro/81, após a maturação fisiológica do milho, obtendo-se uma população de 200.000 plantas/ha, com 0,5 m entre fileira e 10 plantas/m linear. Toda a área foi antes plantada com milho que foi arrancado para o plantio do feijão em monocultivo ou dobrado para o plantio associado. O solo da área de monocultivo rece-

¹ Aceito para publicação em 13 de março de 1984.

² Eng.º Agr.º, EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74000 Goiânia, GO.

beu aração e duas gradagens, enquanto que entre as fileiras de milho após maturação fisiológica deste foi apenas sulcado. O controle de ervas daninhas foi feito manualmente, esterilizando-se os instrumentos com álcool após cada parcela.

Os parâmetros analisados foram o peso dos nódulos secos e a produção de grãos. Os nódulos foram coletados em três épocas correspondendo, respectivamente, ao período vegetativo (22 DAG), início da floração (30 DAG) e metade do enchimento de grãos (45 DAG). O experimento foi conduzido com irrigação suplementar e a temperatura do solo foi medida durante o ciclo do feijão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso da matéria seca dos nódulos, das cinco cultivares de *P. vulgaris* L. estudadas, foi acompanhado em três fases fisiológicas distintas. Foi observada uma resposta significativa em relação ao peso dos nódulos secos na cultivar Carioca, quando plantada associada com o milho maduro e inoculada com *Rhizobium phaseoli*. Nas outras cultivares, todavia, não se observou resposta da inoculação para este parâmetro (Tabela 1).

Os resultados da Tabela 1 mostram, também, uma maior capacidade de nodulação das cultivares Negro Argel e Carioca, fato, este, observado no sistema associado.

No presente estudo, quando o feijão foi plantado entre as fileiras de milho após a maturação fisiológica deste, observa-se uma maior nodulação e, principalmente, a permanência dos nódulos até a metade do enchimento dos grãos (Fig. 1). Os

TABELA 1. Peso dos nódulos secos de cinco cultivares de feijão plantadas em associação com milho ou solteiro.

Variedades	Nódulos secos/planta (mg) *					
	<i>R. phaseoli</i>		Testemunha		Nitrogênio	
	A	S	A	S	A	S
Negro Argel	64,9	23,0	53,0	20,6	27,0	6,4
Carioca	50,9	9,7	32,0	17,8	20,4	15,8
Rico 23	36,9	13,4	32,7	6,0	27,2	8,9
Ricobaio	37,1	2,8	31,1	8,2	12,1	4,1
CNF 5	17,4	7,5	25,3	5,3	16,8	5,7

* Valores médios de três épocas, cada época com três repetições.

A - Feijão em associação

S - Feijão solteiro

CV = 28,2%

D.M.S. 5% (Tukey) = 11,49 (para variedades dentro de tratamentos)

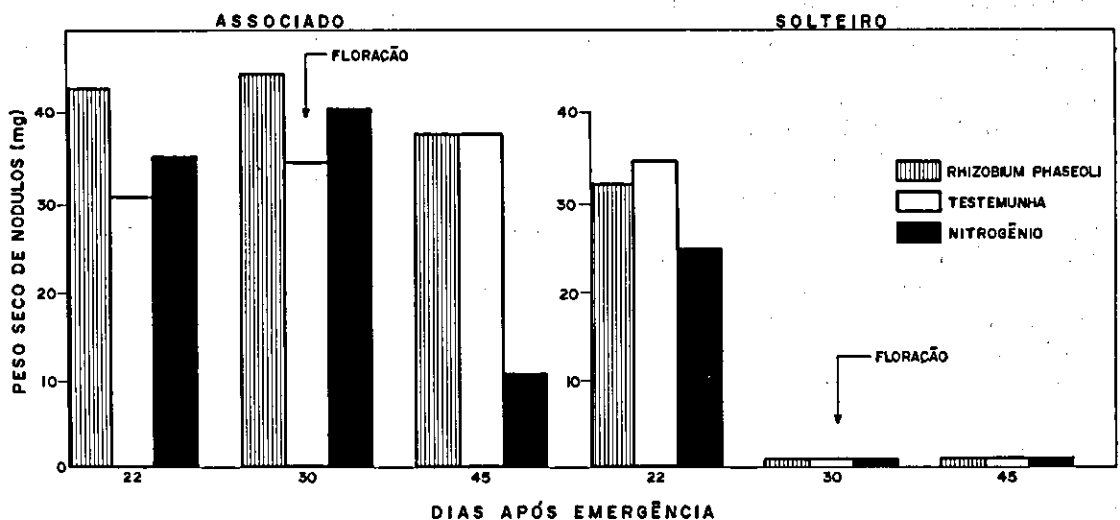


FIG. 1. Peso dos nódulos secos em feijoeiro plantado em monocultivo ou em associação com milho (plantio de substituição) em três diferentes épocas de amostragem.

dados obtidos por Graham & Rosas (1978) com feijão trepador de hábito indeterminado — não mostraram diferenças na massa nodular dos dois sistemas quando o feijão e o milho foram plantados simultaneamente. Um fato interessante, que poderia justificar, em parte, essa queda precoce de nódulos, foi que a temperatura do solo alcançou 25,6 e 30°C, a 10 cm de profundidade, nos sistemas associado e solteiro, respectivamente, nos dias mais quentes (Tabela 2).

A adubação nitrogenada inibiu a nodulação nos dois sistemas, apesar de a queda da nodulação ter sido maior no sistema solteiro (Tabela 1). Esse fato pode dever-se à presença de matéria seca do milho no solo, imobilizando parte do N proveniente da adubação. A adição de matéria orgânica ao solo pode imobilizar os íons NO₃ por um período considerável, dependendo do regime de chuvas da região (Norris et al. 1970).

A produção de grãos foi maior em todos os tratamentos, no sistema solteiro (apesar da maior massa nodular no sistema associado). Todavia, em condições de déficits hídricos, tem-se observado uma tendência de maiores produtividades de feijoeiros plantados entre as fileiras do milho (Aidar et al. 1982). Apesar da baixa resposta da produção ao inoculante usado, no tratamento em que foi feita a inoculação com *Rhizobium phaseoli*, observase uma tendência de maior produção de grãos, em todas as variedades no sistema associado. Entretanto, as diferenças em relação à testemunha não foram significativas (Tabela 3). Provavelmente as

TABELA 3. Produção de grãos das cinco cultivares de feijão no sistema associado com milho e solteiro (kg/ha).

Feijão solteiro			
Variedades	<i>R. phaseoli</i>	Testemunha	Nitrogênio
Negro Argel	1249 a ¹	1128 b	1463 a
Carioca	868 b	857 a	1186 b
Rico 23	1330 a	1137 b	1435 a
Ricobaio	1312 a	1316 c	1412 a
CNF 5	747 b	759 a	1065 b
Média	1101	1039	1312

D.M.S. 5% (Tukey) = 135

cv = 13,5%

Feijão associado			
Variedades	<i>R. phaseoli</i>	Testemunha	Nitrogênio
Negro Argel	626 b ¹	605 c	958 a
Carioca	503 b	457 a	904 b
Rico 23	534 b	443 ab	777 ab
Ricobaio	580 b	570 b	763 a
CNF 5	522 b	378 a	652 a
Média	553	490	810

D.M.S. 5% (Tukey) = 131,7

cv = 19,12%

¹ Letras diferentes significam variedades estatisticamente diferentes dentro de cada tratamento.

TABELA 2. Temperatura do solo à profundidade de 10 cm, dentro das parcelas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em associação ou solteiro (°C)¹.

Estádio	Condições climáticas	Horário	Associação Solteiro	
			Associação	Solteiro
Floração	Sol	14 H	24,5	28,4
		16 H	25,3	30,0
Ench. vagens	Sol	14 H	24,5	25,8
		16 H	25,6	26,7

¹ Temperaturas médias ocorridas durante todo o ciclo da cultura.

estirpes de *Rhizobium phaseoli* presentes no solo eram pouco eficientes, embora fossem competitivas, por sítios de infecção nodular, como já observado em outras culturas. Johnson et al. (1965) observaram que apenas 5% dos nódulos da soja eram formados pelas estirpes introduzidas pela inoculação em solos com população estabelecida de *Rhizobium japonicum*.

Entretanto, existe algum outro fator ou fatores limitantes à produção do feijão no sistema associado, além do nitrogênio, pois a média de produção do tratamento nitrogenado, no sistema solteiro, foi 38% maior que no sistema consorciado (Tabela 2).

CONCLUSÃO

O feijoeiro, no sistema associado, apresentou uma maior massa nodular e não mostrou queda precoce dos nódulos. Entretanto, posteriormente, precisam ser feitos estudos com estirpes mais competitivas e/ou variedades mais adaptadas e responsivas à inoculação, para, pelo menos parcialmente, eliminar a adubação nitrogenada nesse sistema de cultivo.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, H.; CASTRO, T. de A.P. e; YOKOYAMA, M. & SILVEIRA, P.M. da. Temperatura e umidade do solo e população de empoasca no cultivo de feijão após a maturação fisiológica do milho. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1., Goiânia, GO, 1982. Anais... Goiânia, EMBRAPA-CNPAF, 1982. p.265-7. (EMBRAPA-CNPAF, Documentos, 1).
- ALVIM, R. & ALVIM, P. de T. Efeito da densidade de plantio no aproveitamento da energia luminosa pelo milho (*Zea mays*) e pelo feijão (*Phaseolus vulgaris*) em culturas exclusivas e consorciadas. Turrialba, 19(3):389-93, 1969.
- GRAHAM, P.H. & ROSAS, J.C. Plant and nodule development and nitrogen fixation in climbing cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. grown in monoculture or associated with *Zea mays* L. J. Agric. Sci. Camb., 90:311-7, 1978.
- GUTIERREZ, U.; INFANTE, M. & PINCHINAT, A. Situación del cultivo de frijol en América Latina. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1975. (CIAT, Series ES-9).
- JOHNSON, H.W.; MEANS, V.M. & WEBER, C.R. Competition for nodule sites between strains of *Rhizobium japonicum* applied as inoculum and strains in the soil. Agron. J., 57:179-85, 1965.
- KURTZ, T.; MESTED, S.W. & BRAY, R.H. The importance of water in reducing competition between intercrops and corn. Agron. J., 44:13-7, 1952.
- NORRIS, D.O.; LOPES, E.S. & WEBER, D.F. Incorporação de matéria orgânica ("mulching") e aplicação de peletes de calcário ("pelleting") para testar estirpes de *Rhizobium* em experimentos de campo sob condições tropicais. Pesq. agropec. bras., 5:129-46, 1970.
- PLENDLETON, J.W.; BOLEN, C.D. & SEIF, E.D. Alternating strips of corn and soybean versus solid plantings. Agron. J., 55:293-5, 1963.
- VIEIRA, C. Plantio de feijão na cultura do milho. Inf. agropec., 6(72):45-8, 1980.