

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.4, n.4, p.426-429, out.-dez., 2009

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 579 - 11/05/2009 • Aprovado em 20/08/2009

Jardel O. Santos^{1,3}

Ademir S. F. Araújo^{1,4}

Regina L. F. Gomes¹

Ângela C. A. Lopes¹

Márcia V. B. Figueiredo^{2,4}

Ontogenia da nodulação em feijão-fava (*Phaseolus lunatus*)

RESUMO

O feijão-fava, *Phaseolus lunatus* L., é a segunda leguminosa de maior importância do gênero *Phaseolus*, possuindo a capacidade de, em simbiose com rizóbios, nodular e fixar N₂. O objetivo do trabalho foi avaliar a ontogenia da nodulação em genótipos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus*) cultivados em dois tipos de solos da região meio norte. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando-se os genótipos "UFPI-491" e "UFPI-468" cultivados em dois tipos de solo. As avaliações foram realizadas aos 30, 45, 60 e 75 dias após emergência das plantas, sendo determinados o número, a massa seca e o tamanho dos nódulos. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para épocas de avaliação sobre todas as variáveis avaliadas. Os genótipos e os solos apresentaram comportamento semelhante em relação à nodulação. O período de maior nodulação em feijão-fava ocorre no período de floração entre 45 e 60 dias após a emergência das plantas.

Palavras-chave: fixação de N₂, leguminosa, microbiologia

Ontogeny of nodulation in lima-bean (*Phaseolus lunatus*)

ABSTRACT

The lima-bean, *Phaseolus lunatus* L., is the second most important legumes plant of *Phaseolus* genus, having the capacity of, symbiotically with rhizobia, to nodule and fix N₂. The aim of this paper was to determine ontogeny of nodulation in lima-bean (*Phaseolus lunatus*) cultivated in two soil types of mid north region. The experiment was conducted in a greenhouse using genotypes "UFPI-491" and "UFPI-468" cultivated in two soil types. The evaluations were made to the 30, 45, 60 and 75 days after plants emergence, being measured nodule number, dry mass and size. There was significant effect ($P < 0.05$) to periods of evaluations on all variables. The genotypes and soils showed similar behavior related to nodulation. The period of higher nodulation in lima-bean occurs in flowering stage between 45 and 60 days after plants emergence.

Key words: N₂ fixation, legumes, microbiology

¹ Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Campus da Socopo, CEP 64000-000, Teresina, PI. Fone: (86) 3215-5745. Fax: (86) 3215-5740. E-mail: jrdl_2@yahoo.com.br; asfaruaj@yahoo.com.br; rlfgomes@ufpi.edu.br; acalopes@ufpi.edu.br.

² Instituto Agronômico de Pernambuco, Av. San Martin, 1371, Bonji, CEP 50761-000, Recife, PE. Fone: (81) 3184-7200. E-mail: marcia@ipa.br.

³ Bolsista CAPES

⁴ Bolsista de Produtividade de Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

Dentre os sistemas biológicos envolvendo plantas e microrganismos, a simbiose rizóbio-leguminosa é a de maior expressão econômica (Franco et al., 2002), trazendo benefícios para a sustentabilidade agrícola, devido ao processo de fixação biológica do N₂ (Xavier et al., 2006). Durante a fixação biológica de nitrogênio (FBN), as bactérias, conhecidas por rizóbios, quebram a tripla ligação do N₂ atmosférico, através da nitrogenase (Hungria & Boher, 2000), liberando NH₃ para assimilação pela planta. Em troca, a planta fornece fotossintatos para a bactéria, mantendo-se um equilíbrio biológico. Embora a FBN apresente gastos energéticos para a planta, em comparação com o uso de adubos nitrogenados o processo apresenta vantagens tanto para a planta e o ambiente quanto para o produtor.

Dentre as leguminosas cultivadas no mundo, as espécies do gênero *Phaseolus* (*P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus*, *P. accutifolius*, *P. polianthus*) se destacam por sua importância econômica. Entretanto, os estudos relacionados a este gênero enfocam principalmente o *P. vulgaris*, conhecido popularmente por feijão comum.

O feijão-fava, *Phaseolus lunatus* L., é a segunda leguminosa de maior importância do gênero *Phaseolus* e, devido ao conteúdo protéico, é usado como fonte alternativa de alimento e renda pela população, principalmente por pequenos produtores. Segundo o IBGE (2006), no Brasil foram produzidas 14.951 toneladas de grãos secos do feijão-fava, numa área plantada de 37.521 ha. A cultura possui a capacidade de, em simbiose com rizóbios, realizar o processo de FBN que, segundo Franco et al. (2002), é uma das formas de aumentar a produtividade de plantas leguminosas e substituir os adubos químicos nitrogenados.

Nos estudos relacionados à nodulação, FBN e desenvolvimento das plantas são efetuadas coleta de nódulos e plantas, geralmente quando a planta atinge a floração. O conhecimento do período de maior nodulação é importante para determinar a melhor época para a avaliação da FBN. No Brasil, alguns trabalhos foram desenvolvidos para determinar o período de maior nodulação em soja (Hungria & Boher, 2000), feijão comum (Hungria & Neves, 1986) e feijão-caupi (Xavier et al., 2007). Entretanto, não há conhecimento sobre a nodulação e, conseqüentemente, a FBN, em feijão-fava.

Este trabalho objetivou avaliar o período de maior nodulação em genótipos de feijão-fava cultivados em solos da região meio norte, no sentido de subsidiar o conhecimento acerca da melhor época para coleta de nódulos nesta cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação nos meses de janeiro a março de 2008. Os genótipos de feijão-fava utilizados foram UFPI-491 (Boca de Moça) e UFPI-468 (Fava Miúda), oriundos do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão-Fava da Universidade Federal do Piauí (BAG de Feijão-Fava da UFPI). Esses genótipos foram selecionados por serem bastante cultivados nos Estados do Piauí e Maranhão.

Segundo os dados de procedência do BAG, o genótipo UFPI-491, originário do município de Várzea Grande, PI, apresenta sementes com tegumento branco. O genótipo UFPI-468 é originário do município de São Domingos, MA, com sementes de tegumento creme.

As amostras dos solos utilizados neste estudo foram coletadas, na profundidade de 0,0 – 0,2 m, em áreas que apresentavam histórico de mais de um ano de cultivo do feijão-fava. As áreas selecionadas localizam-se nos distritos de Nova Esperança (07°61'970"S e 93°43'538"W) e Santa Rita (07°68'229"S e 93°49'668"W), localizados na região meio norte e que apresentam Latossolo amarelo e Argissolo, respectivamente. A análise química realizada pelo Laboratório de Solos da Embrapa Meio-Norte encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química dos solos usados no experimento

Table 1. Chemical characterization of soils used in experiment

Solo	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H + Al
	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		
Nova Esperança	6,45	58,63	67,40	1,40	6,73	7,26	1,75
Santa Rita	7,20	24,98	95,90	1,80	4,61	2,91	0,89

MO: matéria orgânica

Os dois genótipos foram cultivados em sacos plásticos, contendo 5 kg de solo, provenientes dos distritos de Nova Esperança e Santa Rita, PI, obedecendo ao delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições. A adubação mineral isenta de N, foi aplicada no plantio, utilizando-se 80 e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Na semeadura, foram colocadas quatro sementes por saco e, após 15 dias da emergência, foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por saco. Não houve inoculação das sementes com estirpes recomendadas. Assim, a nodulação foi oriunda de rizóbios nativos presentes no solo. Os sacos foram irrigados diariamente, para manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo (método gravimétrico).

As avaliações foram realizadas aos 30, 45, 60 e 75 dias após emergência das plantas, referentes aos estádios vegetativos e de florescimento. As variáveis avaliadas foram o número, a massa e o tamanho dos nódulos. Em cada avaliação, as plantas foram coletadas e as raízes foram separadas da parte aérea na base do caule. Os nódulos foram destacados, contados e colocados para secar em estufa a 65°C por 72 horas, sendo, em seguida, determinada a sua massa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 2 x 4 (2 genótipos, 2 tipos de solo e 4 épocas de avaliação), em três repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA e comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que houve efeito significativo ($P < 0,05$) para épocas de avaliação sobre o número, a massa e o tamanho dos nódulos. Enquanto que, tanto para genótipo e solo, quanto para as interações genótipo x época,

Tabela 2. Nodulação em feijão-fava, avaliada aos 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência**Table 2.** Nodulation in lima-bean, evaluated at 30, 45, 60 and 75 days after plant emergence

Período	30 dias		45 dias		60 dias		75 dias	
	SR	NE	SR	NE	SR	NE	SR	NE
Materia seca dos nódulos (mg planta⁻¹)								
UFPI-491	58,1 b	59,0 b	223,3 a	215,5 a	310,2 a	354,5 a	91,1 b	73,8 b
UFPI-468	95,0 b	99,4 b	267,6 a	253,3 a	312,1 a	322,4 a	77,4 b	61,5 b
Número de nódulos (nódulos planta⁻¹)								
UFPI-491	122 b	154 b	328 a	357 a	320 a	397 a	110 b	105 b
UFPI-468	178 b	200 b	333 a	315 a	345 a	321 a	104 b	87 b
Tamanho dos nódulos (mg nódulo⁻¹)								
UFPI-491	5,1 b	4,2 b	7,1 a	6,9 a	8,2 a	8,8 a	5,2 b	4,8 b
UFPI-468	5,7 b	4,1 b	7,4 a	8,0 a	9,0 a	8,7 a	4,3 b	4,9 b

SR- Argissolo oriundo de Santa Rita; NE- Latossolo oriundo de Nova Esperança; * Na linha, as médias (três repetições) seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

genótipo x solo e solo x época os efeitos foram não-significativos, indicando que houve diferenças significativas na nodulação apenas durante o ciclo da cultura. Por outro lado, os genótipos e os solos apresentaram comportamentos iguais para essas variáveis.

O número, a massa seca e o tamanho dos nódulos são indicadores usuais de nodulação (Souza et al., 2008). Na tabela 2, estão apresentados os dados de nodulação durante o período de avaliação. Na primeira avaliação, aos 30 dias após a emergência, verificou-se a presença de nódulos nas raízes, indicando que a nodulação iniciou-se antes desse período. O número de nódulos aumentou significativamente aos 45 e 60 dias que corresponde ao período de início do florescimento em feijão-fava (Santos et al., 2008), conforme observado em outras leguminosas (Hungria & Bohrer, 2000; Xavier et al., 2007). Aos 45 e 60 dias, o genótipo “UFPI-491” apresentou 328 e 320 nódulos no solo de Santa Rita e 357 e 397 nódulos no solo de Nova Esperança, respectivamente. O genótipo “UFPI-468” apresentou 333 e 345 nódulos no solo de Santa Rita e 315 e 321 nódulos no solo de Nova Esperança, respectivamente.

Houve aumento significativo na MSN e no tamanho dos nódulos (Tabela 2) durante o período de avaliação. Aos 45 e 60 dias, o genótipo “UFPI-491” apresentou MSN de 223,3 e 310,2 mg no solo de Santa Rita e 215,5 e 354,5 mg no solo de Nova Esperança, respectivamente. O genótipo “UFPI-468” apresentou MSN de 267,6 e 312,1 mg no solo de Santa Rita e 253,3 e 322,4 mg no solo de Nova Esperança, respectivamente. Os dados indicam que, uma vez formados, os nódulos aumentaram a sua massa e, conseqüentemente, a eficiência da fixação de N₂. Embora neste trabalho não tenha sido quantificada a fixação de N₂, esta observação é importante, pois, de acordo com Döbereiner (1966) há uma correlação positiva entre a MSN e a quantidade de N acumulado em leguminosas, sugerindo que plantas com maior MSN fixam mais N.

Além disso, o tamanho dos nódulos é uma variável importante, pois indicam maior eficiência relativa (Xavier et al., 2007). Neste sentido, os resultados mostraram que houve maiores nódulos entre os períodos de 45 e 60 dias (Tabela 2). Aos 45 e 60 dias, o genótipo “UFPI-491” apresentou nódulos com 7,1 e 8,2 mg no solo de Santa Rita e 6,9 e 8,8 mg no solo de Nova Esperança, respectivamente. O genótipo “UFPI-468” apresentou nódulos com 7,4 e 9,0 mg no solo de Santa

Rita e 8,0 e 8,7 mg no solo de Nova Esperança, respectivamente.

CONCLUSÕES

Os nódulos em feijão-fava nos genótipos estudados são formados durante o primeiro mês após a emergência das plantas.

O período de maior nodulação em feijão-fava nos genótipos estudados ocorre na floração entre 45 e 60 dias após a emergência das plantas.

A nodulação nos diferentes genótipos foi devida às estirpes nativas presentes nos solos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor e auxílio às pesquisas com *Phaseolus lunatus*. Ademir S. F. Araújo e Márcia V. B. Figueiredo agradecem ao CNPq pela bolsa de produtividade de pesquisa.

LITERATURA CITADA

- Döbereiner, J. Evaluation of nitrogen fixation in legumes by the regression of total plant nitrogen with nodule weight. *Nature*, v.210, n.7, p.850-852, 1966.
- Franco, M.C.; Cassini, S.T.A.; Oliveira, V.R.; Vieira, C.; Tsai, S.M. Nodulação em cultivares de feijão dos conjuntos gênicos andino e meso-americano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.8, p.1145-1150, 2002.
- Hungria, M.; Bohrer, T.R.J. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. *Biology and Fertility of Soils*, v.31, n.1, p.45-52, 2000.
- Hungria, M.; Neves, M.C.P. Ontogenia da fixação biológica do nitrogênio em *Phaseolus vulgaris*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.21, n.5, p.715-730, 1986.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Banco de dados agregados: pesquisa: produção agrícola municipal. Rio de Janeiro, 2006. <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=p&o=20&i=P>. 20 Maio 2008.

- Santos, J.O. Araújo, A.S.F.; Gomes, R.L.F.; Lopes, A.C.A.; Figueiredo, M.V.B.; Rhizobia - *Phaseolus lunatus* symbiosis: Importance and diversity in tropical soils - A review. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, v. 2, n.2, p. 56-60, 2008.
- Souza, R.A.; Hungria, M.; Franchini, J.C.; Maciel, C.D.; Campo, R.J.; Zaia, D.A.M. Conjunto mínimo de parâmetros para avaliação da microbiota do solo e da fixação biológica do nitrogênio pela soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.1, p. 83-91, 2008.
- Xavier, G.R.; Martins, L.M.V.; Ribeiro, J.R.A.; Runjanek, N.G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de caupi de diferentes nacionalidades. *Caatinga*, v.19, n.1. p.25-33, 2006.
- Xavier, T.F.; Araújo, A.S.F.; Santos, V.B.; Campos, F.L. Ontogenia da nodulação em duas cultivares de feijão-caupi. *Ciência Rural*, v. 37, n.2, p. 572-575, 2007.