

## NOTA CIENTÍFICA / SCIENTIFIC NOTE

### FITOMASSA DE CULTIVARES DE SOJA VERDE EM SISTEMAS DE CULTIVO COM MILHO<sup>1</sup>

### BIOMASS OF GREEN SOYBEAN CULTIVARS IN CULTIVATION SYSTEM WITH CORN

Jeandson Silva VIANA<sup>2</sup>  
Riselane de Lucena Alcântara BRUNO<sup>3</sup>  
Hemmannuella Costa SANTOS<sup>4</sup>  
Ivandro de França da SILVA<sup>3</sup>  
Ademar Pereira de OLIVEIRA<sup>3</sup>  
Joel Martins BRAGA JÚNIOR<sup>4</sup>

#### RESUMO

A soja é uma importante leguminosa produtora de grãos do País, contribuindo para as características químicas do solo com a fixação de nitrogênio do ar, por meio da associação com rizobactérias e com fornecimento de fitomassa, principalmente quando em consórcio com o milho. A pesquisa foi conduzida em condições de campo, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, com o objetivo de comparar cultivares de soja colhidas em estágio verde e do consórcio com milho, com e sem inoculante, na produção de fitomassa. O experimento foi distribuído em blocos ao acaso, em parcela sub-subdividida (3 x 2 x 2), sendo três cultivares de soja (Pati, JLM 004 e Pirarara), com e sem inoculante e em sistemas de cultivo solteiro e em consórcio, com quatro repetições. As cultivares Pirarara e Pati produzem maior fitomassa da raiz em relação à JLM 004 em consórcio; o sistema de cultivo com inoculante em interação com o cultivo solteiro proporciona maior acúmulo de fitomassa da raiz e parte aérea de plantas de soja, em relação ao sem inoculante; a inoculação proporciona nódulos em maior número nas raízes das plantas de soja.

**Palavras-chave:** *Glycine max* L. Merrill.; consórcio; *Bradyrhizobium japonicum*; *B. elkanii*

#### ABSTRACT

The soybean is an important producing leguminous of grains of the Brazil, contributing for the chemical characteristics of the ground with the nitrogen setting of air, by means of the association with bacteria of soil and supply of biomass, mainly when in trust with the corn. The research was performed in field conditions at the "Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB" to evaluate the effect of cultivation systems, with or without inoculation, production of biomass of the green beans of soybean cultivars in the green stage. The experimental design was distributed in random blocks, in sub-subdivided plots (3 x 2 x 2), with three cultivars (Pati, JLM 004 and Pirarara), with and without inoculation and in intercrop and monoculture systems, with four replications. Cultivars Pirarara and Pati produce more root biomass in the intercrop; the cultivation system with inoculate in interaction with cropping provides greater accumulation of biomass of roots and shoots of soybean plants, compared with the without inoculation; the inoculation nodules provides in greater numbers in the roots of soybean plants.

**Key-words:** *Glycine max* L. Merrill.; intercrop; *Bradyrhizobium japonicum*; *B. elkanii*

<sup>1</sup> Trabalho retirado da Tese de Doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Caixa Postal 131, 55293-970, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. E-mail: jeandson@uag.ufrpe.br. Autor para correspondência.

<sup>3</sup> Engenheiro agrônomo, Dr(a), Prof(a) do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)/Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/Centro de Ciências Agrárias (CCA), Areia, Pernambuco, Brasil. E-mail: lane@cca.ufpb.br; ivandro@cca.ufpb.br; ademar@cca.ufpb.br.

<sup>4</sup> Aluno(a) do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)/Universidade Federal da Paraíba (UFPB)/Centro de Ciências Agrárias (CCA), Areia, Pernambuco, Brasil. E-mail: brancahcs3@yahoo.com.br; joel-braga@hotmail.com



O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas sub-subdividida (2 x 3 x 2), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de cultivo (consórcio e solteiro), e as subparcelas pelas cultivares de soja (Pati, JLM 004 e Pirarara), sendo as sub-subparcelas constituídas pelas sementes de soja com e sem inoculante, contabilizando 12 tratamentos. No processo de inoculação foram empregados 200 g do inoculante (*Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 587) para cada 100 kg de sementes de soja. Em condições de consórcio, empregou-se o híbrido duplo de milho AG 1051 (grão dentado).

A área experimental constou de 693 m<sup>2</sup>, compreendendo 24 subparcelas (3 cultivares de soja x 2 sistemas de cultivo x 4 repetições), 48 sub-subparcelas (soja com e sem inoculação x 3 cultivares de soja x 2 sistema cultivo x 4 repetições), e espaçamento de 1 m entre blocos, sendo empregado os sistemas de cultivo solteiro e consórcio para a soja e o milho. O consórcio foi conduzido em uma faixa de quatro linhas da leguminosa (12 sementes m<sup>-1</sup> e 0,50 m entre linhas, totalizando uma população 1.728 plantas de soja ha<sup>-1</sup>), entre duas faixas de duas linhas de milho (5 sementes m<sup>-1</sup> e 1,00 m entre linhas, com população de 720 plantas de milho ha<sup>-1</sup>), com espaçamento entre culturas de 0,50 m. No sistema de cultivo solteiro, as sementes das duas culturas foram distribuídas em seis linhas cada, com o espaçamento entre linhas para o milho de 1,0 m (população de 1.080 plantas ha<sup>-1</sup>) e para soja de 0,50 m (população de 2.592 plantas ha<sup>-1</sup>).

A adubação do solo para soja, em sistema de cultivo solteiro e em consórcio com milho, e para o milho em sistema de consórcio com a soja, foi realizada baseando-se na análise de química do solo e conforme a indicação da UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (1993), sendo empregados 125, 125 e 85 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente; para o milho solteiro aplicaram-se 100, 100 e 68 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, na linha de semeadura e, em cobertura na superfície do solo (30 dias após a semeadura), 250 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio e 85 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples. Para toda a área experimental foram aplicados 15 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino curtido, distribuído nos sulcos de semeadura, 15 dias antes da adubação química e semeadura das culturas.

A colheita da soja em estágio verde foi realizada no estágio R<sub>7</sub> (um legume normal sobre a haste principal que atingiu a cor de legume maduro) (Fehr & Caviness, 1977), quando os grãos alcançaram 80% - 90% da largura dos legumes. Avaliaram-se as seguintes variáveis: **fitomassa seca da parte aérea e da raiz da soja** – amostras de 10 plantas foram separadas em partes aérea e raiz (±20 cm de profundidade) e secas em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por 72 h (Vieira & Carvalho, 1994); **número e diâmetro de nódulos** –

avaliação feita na mesma amostra de 10 raízes, por meio de contagem e de leitura em paquímetro digital (EMBRAPA, 1994). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do software SAEG 5.0 (Ribeiro Júnior, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares de soja JLM 004, Pati e Pirarara apresentaram períodos reprodutivos de 120, 150 e 180 dias, respectivamente, nas condições de Areia-PB, com a primeira de porte médio e as demais de portes altos, e massa de cem sementes, 31, 21 e 19 g, respectivamente, com hábitos de crescimento determinado. Os resultados da análise de variância para as características analisadas se encontram na Tabela 2.

Registrou-se 38,7 nódulos ativos por planta, em média (Tabela 3), nas raízes de plantas de soja inoculadas, valor superior ao observado com a soja não inoculada com produto comercial, que foi em média de 4,5 nódulos por planta. Souza et al. (2008), avaliando quantitativa e qualitativamente a microbiota do solo, constataram que o número de nódulos variou de 90 a 125, conforme a localidade de coleta (Dourados-MS e Passo Fundo-RS, respectivamente). A inoculação das sementes de soja para consumo verde é essencial à planta, já que os inóculos comerciais da bactéria desempenham maior eficiência na colonização do sistema radicular e conseqüente fixação do nitrogênio do ar, contribuindo de forma decisiva para suprir as necessidades desse elemento químico na soja, já que, segundo Hungria et al. (1994), a soja exporta cerca de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N nos grãos, o que pode ser suprida eficientemente através da simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*.

A interação entre cultivares e inoculação foi significativa para o diâmetro médio de nódulos, sendo maiores os nódulos das plantas da cultivar Pati que foram inoculadas (com inoculação), quando comparados com os nódulos da mesma cultivar sem inoculação (Tabela 3). Já nas plantas que não receberam inoculação (sem inoculação), a cultivar JLM 004 apresentou, associado às raízes das plantas, nódulos ativos com maior diâmetro, quando comparado à cultivar Pati, porém sem diferirem do diâmetro dos nódulos encontrados nas plantas da cultivar Pirarara. Na avaliação da fitomassa seca da parte aérea, verificou-se interação significativa entre os sistemas de cultivo e inoculação (Tabela 2). O cultivo solteiro, em comparação ao consórcio, proporcionou maior fitomassa da parte aérea das plantas de soja cultivada com inoculante. As plantas de soja em cultivo solteiro apresentaram maior acúmulo de fitomassa da parte aérea quando foram cultivadas com inoculação. Araújo & Hungria (1999), estudando o efeito da nodulação no rendimento de soja co-infectada, verificaram superioridade na massa da planta de soja com a aplicação de

*Bradyrhizobium* tolerante (T) e metabólitos (adicionados na concentração de 40 cm<sup>3</sup> de metabólitos por 500 g de sementes) sobre plantas não inoculadas.

TABELA 2 – Resumo da análise de variância realizada nos dados de cultivares de soja (Cult.), em sistemas de cultivo (Sist. Cult.), com e sem inoculação (Inoc.). Areia-PB, UFPB, 2006.

FV		Quadrados médios			
		NND <sup>1</sup>	DIAM	MSP	MSR
Bloco	3	160,8247	0,8544751	16,00395	0,9098683
Sist. Cult.	1	41,44086 <sup>ns</sup>	1,880207 <sup>ns</sup>	118,723**	0,072005 <sup>ns</sup>
Erro A	3	117,6636	0,8954974	23,52794	1,070847
Cult.	2	435,8509 <sup>ns</sup>	3,078225 <sup>ns</sup>	36,76907*	20,41039**
Sist. Cult. X Cult.	2	260,7908 <sup>ns</sup>	0,826308 <sup>ns</sup>	39,77685*	2,602453*
Erro B	12	238,4700	0,9574111	12,23678	0,4256688
Inoculação	1	14035,69**	30,05168**	44,29439*	14,62435**
Sist. cult. X Inoc	1	3,853325 <sup>ns</sup>	0,049408 <sup>ns</sup>	44,67949*	3,260263*
Cultivar X Inoc	2	47,73000 <sup>ns</sup>	12,24798**	5,620449 <sup>ns</sup>	0,609333 <sup>ns</sup>
Sist. Cultivo X Cultivar X Inoc	2	160,5733 <sup>ns</sup>	2,282659 <sup>ns</sup>	15,34919 <sup>ns</sup>	0,009895 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	202,8804	1,257036	9,205976	0,5893148
CV (%)		66,08	21,73	20,90	24,09

NND<sup>1</sup> = número de nódulos; DIAM = diâmetro de nódulos; MSP = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz. <sup>ns</sup> não significativo; \*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Na avaliação da fitomassa seca da parte aérea, verificou-se interação significativa entre os sistemas de cultivo e inoculação (Tabela 2). O cultivo solteiro, em comparação ao consórcio, proporcionou maior fitomassa da parte aérea das plantas de soja cultivada com inoculante. As plantas de soja em cultivo solteiro apresentaram maior acúmulo de fitomassa da parte aérea quando foram cultivadas com inoculação. Araújo & Hungria (1999), estudando o efeito da nodulação no rendimento de soja co-infectada, verificaram superioridade na massa da planta de soja com a aplicação *Bradyrhizobium* tolerante (T) e metabólitos (adicionados na concentração de 40 cm<sup>3</sup> de metabólitos por 500 g de sementes) sobre plantas não inoculadas.

A fitomassa seca da raiz por planta (Tabela 3) apresentou interação estatística significativa para os fatores sistemas de cultivo e inoculação, com menor valor médio observado no cultivo solteiro, com a ausência da inoculação. Já as melhores interações ocorreram entre os sistemas de cultivo, com a inoculação. Esses resultados confirmam a ação das bactérias fixadoras de N sobre o crescimento e desenvolvimento das raízes, e está de acordo com os resultados obtidos com o número e diâmetro de nódulos, verificados em plantas de soja inoculadas (Tabela 3).

Constatou-se interação entre cultivares e sistemas de cultivo para fitomassa seca da parte aérea (Tabela 2). A cultivar Pati teve maior fitomassa da parte aérea de soja, em relação às demais cultivares, em consórcio. Já a cultivar

Pirarara, em cultivo solteiro, apresentou maior fitomassa que as demais cultivares. Por apresentar ciclo curto (120 dias) em relação a cultivar Pirarara (180 dias), a cultivar Pati pode ter sido mais competitiva com o milho, acumulando maior fitomassa em consórcio que a Pirarara e JLM 004. Silva et al. (2000), estudando cultivares de sorgo e soja em sistemas de cultivo, concluíram que o sistema consorciado, com a combinação do híbrido de sorgo AG 2002 com a cultivar de soja UFV-16, foi o que mais se destacou para os rendimentos de matéria seca e proteína bruta total.

O estudo da interação entre sistemas de cultivo e cultivares de soja revelou maior fitomassa seca da raiz para as cultivares Pati e Pirarara, em relação à JLM 004, independente do sistema de cultivo (Tabela 3). Apesar da competição com o milho e apresentando menor ciclo, a cultivar Pati apresentou maior crescimento das raízes, juntamente ao observado com a cultivar Pirarara, em ambos os sistemas de cultivo.

### CONCLUSÕES

1) As cultivares Pirarara e Pati produzem maior fitomassa da raiz em relação à JLM 004 em consórcio.

2) O sistema de cultivo com inoculante em interação com o cultivo solteiro proporciona maior acúmulo de fitomassa da raiz e parte aérea de plantas de soja, em relação ao sem inoculante.

3) A inoculação proporciona nódulos em maior número nas raízes das plantas de soja.

TABELA 3 – Número e diâmetro de nódulos e massa seca da parte aérea de plantas de cultivares de soja, obtida de sistemas de cultivo. Areia-PB, UFPB, 2006.

	Com inoculação	Sem inoculação
	Número de nódulos ----- (número planta <sup>-1</sup> ) -----	
	38,7 A	4,5 B
DMS	26,7	
	Com inoculação	Sem inoculação
	Diâmetro médio de nódulos ----- (mm) -----	
Pati	7,2 aA	3,6 bB
JLM 004	5,6 aA	5,2 aA
Pirarara	5,0 aA	4,3 abA
DMS coluna	1,3	
DMS linha	2,5	
	Com inoculação	Sem inoculação
	Fitomassa seca da parte aérea ----- (g planta <sup>-1</sup> ) -----	
Sistema		
Consórcio	131,9 bA	126,1 aA
Solteiro	173,5 aA	138,3 aB
DMS coluna	33,6	
DMS linha	24,5	
	Com inoculação	Sem inoculação
	Fitomassa seca da raiz ----- (g planta <sup>-1</sup> ) -----	
Sistema		
Consórcio	37,2 aA	29,3 aB
Solteiro	39,6 aA	23,3 bB
DMS coluna	3,5	
DMS linha	8,2	
	Consórcio	Solteiro
	Fitomassa seca da parte aérea ----- (g planta <sup>-1</sup> ) -----	
Sistema		
Pati	143,5 aA	138,0 bA
JLM 004	120,9 bB	142,8 bA
Pirarara	122,6 bB	186,8 aA
DMS coluna	18,3	
DMS linha	18,7	
	Consórcio	Solteiro
	Fitomassa seca da raiz ----- (g planta <sup>-1</sup> ) -----	
Sistema		
Pati	44,4 aA	34,9 aB
JLM 004	15,7 bA	22,1 bA
Pirarara	40,4 aA	37,5 aA
DMS coluna	23,0	
DMS linha	8,0	

Médias seguidas de letras iguais, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. DMS= Diferença mínima significativa

## REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, F. F.; HUNGRIA, M. Nodulação e rendimento de soja co-infectada com *Bacillus subtilis* e *Bradyrhizobium japonicum/Bradyrhizobium elkanii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1633-1643, 1999.
2. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa – CNPS, 1997. 212 p. (Documentos,1).
3. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos em estudos de microbiologia agrícola**. Goiânia :EMBRAPA-CNPAFL,1994. 542 p. (Documentos, 46).
4. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.
5. FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames :Iowa State University,1977.12 p. (Special Report, 80)
6. HUNGRIA, M. et al.Fixação biológica de nitrogênio em soja. In: ARAÚJO, R. S., HUNGRIA, M. (Ed.). **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 9-89.
7. PEREIRA FILHO, I. A.; RAMALHO, M. A. P; CRUZ, J. C. **Consórcio milho-feijão**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 28 p. (Circular Técnica, 22).
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO (POTAFOS). **Fenologia da soja**. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 16 p. (Informações Agronômicas, 82).
9. REZENDE, P. M. et al. Consórcio sorgo-soja. V. Comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 369-374, 2001.
10. RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.
11. SILVA, A. G. et al. Consórcio sorgo-soja. I. Produção de forragem de cultivares de soja e híbridos de sorgo, consorciadas na linha, em dois sistemas de corte. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 933-939, 2000.
12. SILVA, A. C. et al. Caracteres morfológicos de soja e braquiária consorciadas sob subdoses de fluzafop-p-butil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 277-283, 2005.
13. SOUZA, R. A. et al. 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.
14. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1993. 247 p.
15. VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 194 p.

Recebido em 14/02/2008

Aceito em 13/05/2009