

# AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA QUANTO À FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO<sup>1</sup>

TEMIS REGINA JACQUES BOHRER<sup>2</sup> e MARIANGELA HUNGRIA<sup>3</sup>

RESUMO - Este trabalho objetivou detectar cultivares de soja (*Glycine max* L. Merrill) com maior capacidade de nodulação e fixação biológica do N<sub>2</sub> (FBN) e cultivares que restringem a nodulação com as estirpes de *Bradyrhizobium* estabelecidas nos solos brasileiros. A avaliação foi feita com 152 cultivares, infectadas sob condições ambientais controladas, axênicas e na ausência de N mineral, com uma das três estirpes de *Bradyrhizobium elkanii*: SEMIA 5019 (=29w), SEMIA 587 e SEMIA 566. Das cultivares analisadas, nenhuma restringiu a nodulação, embora houvesse uma diferença de até quatro vezes no número e massa de nódulos por planta. A média geral de nitrogênio acumulado na parte aérea das cultivares infectadas foi de 50,24 mg N/planta. As cultivares que apresentaram melhor desempenho simbiótico com todas as estirpes e acumularam 30% a mais de N do que a média geral foram: Bossier, BR-29, J-200 e Ivaí. As cinco cultivares que apresentaram menores taxas de FBN foram: BR-7, EMBRAPA 9, EMGOPA-313, FT-Canarana e Paranaoiana.

Termos para indexação: *Bradyrhizobium*, inoculação, *Glycine max*, nodulação, simbiose.

## EVALUATION OF SOYBEAN CULTIVARS FOR BIOLOGICAL NITROGEN FIXATION

ABSTRACT - This work aimed at selecting cultivars for higher nodulation and biological N<sub>2</sub> fixation (BNF) as well as for nodulation restriction with *Bradyrhizobium* strains established in Brazilian soils. The evaluation was done with 152 soybean genotypes. The cultivars were inoculated under environmentally controlled and axenic conditions and in the absence of mineral N, with each one of the following *Bradyrhizobium elkanii* strains: SEMIA 5019 (=29w), SEMIA 587 and SEMIA 566. None of the cultivars tested restricted completely the nodulation, although up to four fold differences in nodule number and mass were found. General mean of total N accumulated in shoots of all cultivars with all strains was of 50.24 mg N/plant. The cultivars that showed better symbiotic performance with all strains and accumulated 30% more N than the general mean were: Bossier, BR-29, J-200, and Ivaí. The five cultivars characterized by lower BNF rates were: BR-7, EMBRAPA 9, EMGOPA-313, FT-Canarana and Paranaoiana.

Index terms: *Bradyrhizobium*, *Glycine max*, inoculation, nodulation, symbiosis.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 29 de setembro de 1997.

Extraído da Dissertação de Mestrado da primeira autora apresentada à Universidade Estadual de Londrina, PR.

<sup>2</sup> Bióloga, M.Sc., Rua Bento Gonçalves, n.252, apt. 102, CEP 95900-000 Lajeado, RS.

<sup>3</sup> Eng.<sup>a</sup>. Agr.<sup>a</sup>, Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR. Bolsista do CNPq.

## INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* [L.] Merrill) é considerada uma das mais antigas plantas cultivadas do mundo, sendo citada na literatura chinesa como uma cultura que, possivelmente, tenha sido cultivada extensivamente, na China e Manchúria, aos 2.500 anos a.C. (Morse, 1950). Há indicações de que o engenheiro agrônomo Gustavo D'utra introduziu a soja no Brasil, no Estado da Bahia, em 1882 (D'utra, 1899). Nas décadas seguintes, a cultura migrou para terras paulistas e gaúchas, mas somente nos anos 60, com a expansão da cultura do trigo, ocorreu o grande impulso na produção nacional de soja, em decorrência da sucessão ao plantio do trigo, no Rio Grande do Sul (Knight, 1971). Em 1976, o Brasil atingiu a vice-liderança mundial na produção mundial da soja e, graças ao desempenho das lavouras brasileiras, o país é hoje responsável por 16,9% da produção mundial (FAO, 1993).

A importância econômica e social da soja reside, principalmente, no elevado teor protéico dos grãos, de cerca de 40%. Como o nitrogênio é um elemento-chave na síntese de proteínas, sua demanda é elevada na cultura, que acumula cerca de 100 kg a 200 kg de N/ha, sendo 67% a 75% alocados nas sementes. Esse nitrogênio pode ser absorvido diretamente do solo ou ser fornecido pela fixação biológica do nitrogênio

(FBN), realizada por bactérias da família Rhizobiaceae. Em termos agrícolas, a relação simbiótica mais importante é com bactérias pertencentes à espécie *Bradyrhizobium japonicum*, que recentemente foi subdividida em *B. japonicum* e *B. elkanii* (Kuykendall et al., 1992). Graças ao programa de seleção e melhoramento da soja no Brasil que levou em consideração a capacidade de a planta fixar N<sub>2</sub>, a recomendação atual para o cultivo da soja é a da utilização de inoculante sem a suplementação com fertilizante nitrogenado. Calcula-se com o uso dessa técnica uma economia para o país de cerca de 1 bilhão de dólares por ano (Hungria et al., 1994).

Desde os primeiros estudos sobre a FBN, ficou evidente que a eficiência da fixação era altamente dependente do genótipo da planta (Wilson, 1940), e foi relacionada com a capacidade fotossintética, balanço hormonal, atividade das enzimas responsáveis pela assimilação do nitrogênio, entre outros fatores (Wilson, 1940; Hardy & Havelka, 1976; Neves & Hungria, 1987). No Brasil, embora os estudos pioneiros tenham citado diferenças entre cultivares de soja na eficiência da simbiose (Döbereiner & Arruda, 1967; Brose et al., 1979; Vargas et al., 1982), poucos trabalhos vêm sendo conduzidos, nos últimos anos, para avaliar a variação entre genótipos de soja brasileiros quanto à eficiência do processo. Todavia, tanto no Brasil como no exterior diversos laboratórios têm envidado esforços na obtenção de estirpes de *Bradyrhizobium* mais eficientes, seja por seleção natural, seja pelo emprego de novas técnicas de biologia molecular (Peres et al., 1984; Triplett & Sadowsky, 1992; Vargas et al., 1992). Quase sempre, porém, é impossível introduzir essas estirpes no solo via inoculação, visto que a população microbiana ali estabelecida, incluindo estirpes ineficientes de rizóbio, fungos e actinomicetos, é altamente competitiva (Triplett & Sadowsky, 1992).

Para solucionar o problema da competitividade e melhorar o desempenho simbiótico, vêm sendo empregadas estratégias que envolvem estudos com a planta e com as bactérias. Estudos com as bactérias incluem a seleção ou a construção genética de estirpes com maior eficiência de fixação do N<sub>2</sub> e capacidade competitiva, a inoculação de estirpes em concentrações elevadas e inoculações maciças por períodos prolongados (Dunigan et al., 1984; Oliveira & Vidor, 1984; Triplett & Sadowsky, 1992).

Na planta as investigações incluem, em relação à competitividade, o desenvolvimento de cultivares que excluem ou restringem a nodulação por algumas estirpes. Nos Estados Unidos, por exemplo, já foram relatados três genes dominantes responsáveis pela restrição da nodulação da soja americana aos sorogrupos das estirpes estabelecidas no solo: *Rj<sub>2</sub>* (Caldwell, 1966; Vest et al., 1973), *Rj<sub>3</sub>* (Vest et al., 1973) e *Rj<sub>4</sub>* (Vest et al., 1972, 1973; Devine, 1976; Devine et al., 1990), e um gene recessivo que determina a não-nodulação com todos os sorogrupos (Williams & Lynch, 1954). As informações sobre a incompatibilidade entre os parceiros simbióticos podem ser úteis nos programas de melhoramento, com a finalidade de excluir a nodulação com estirpes indesejáveis estabelecidas no solo.

Com o cultivo sucessivo da soja no Brasil, as estirpes utilizadas nos inoculantes se estabeleceram no solo e, hoje, de um modo similar aos Estados Unidos, poucas são as áreas sem uma população rizobiana elevada. Compilando alguns levantamentos, Hungria et al. (1994) constataram que dominam nos solos brasileiros os sorogrupos das estirpes SEMIA 566, SEMIA 5019 (=29w) e SEMIA 587, caracterizadas pela competitividade elevada. Não há estudos, porém, sobre incompatibilidade de genótipos de soja com esses sorogrupos de bactérias. O único relato de incompatibilidade se refere à cultivar IAC-2, que foi largamente empregada na Região do Cerrado e que restringia a nodulação com a estirpe SEMIA 586 (=CB 1809), proveniente da Austrália (Peres, 1979).

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar genótipos de soja quanto à eficiência da FBN e quanto à restrição da nodulação com as estirpes predominantes nos solos brasileiros.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Estirpes de *Bradyrhizobium*

Foram utilizadas três estirpes de *Bradyrhizobium elkanii*: SEMIA 566, SEMIA 587 e SEMIA 5019. As bactérias foram recebidas do banco de germoplasma de rizóbio da FEPAGRO (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Porto Alegre, RS), avaliadas quanto à pureza e mantidas em meio de extrato de levedura-manitol- -ágar a 4°C (Vincent, 1970). Determinou-se, pela contagem em placas, que o final da fase logarítmica das três bactérias ocorria após o quinto dia de crescimento, a 28°C, atingindo a concentração de 10<sup>8</sup> células/mL. A correspondência entre a contagem em placas e a densidade ótica foi calculada e, para cada plantio, as bactérias foram padronizadas para essa concentração.

## Cultivares de soja

Utilizaram-se 152 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] do banco de germoplasma da Embrapa-CNPSo (Tabela 1). Parte das cultivares avaliadas neste trabalho foi recomendada para plantio nos últimos quatro anos agrícolas, outras se achavam em fase final de avaliação, e outras foram amplamente cultivadas por ocasião do desenvolvimento dessa cultura no país.

**TABELA 1. Cultivares de soja utilizadas nos experimentos, genealogia e tempo de maturação em Londrina. Embrapa-CNPSo.**

Cultivares	Nome fantasia	Genealogia	Maturação (dias) <sup>1</sup>
Andrews		Desconhecida (provável seleção em Santa Rosa)	132
BA BR-31		UFV-1 X M-4-1	138
Bossier		Mutação natural em Lee	121
BR-1		Hill X L-356 (seleção de pubescência cinza)	119
BR-2		Hill X Hood	103
BR-3		Hampton X Campos Gerais	121
BR-4		Hill X Hood	116
BR-5		Hill X Hood	115
BR-6	Nova Bragg	Bragg (3) X Santa Rosa	115
BR-7		Hardee X Hill	115
BR-8	Pelotas	Benville X Hampton	123
BR-12		Benville X Hood	118
BR-13	Maravilha	Bragg (4) X Santa Rosa	114
BR-14	Modelo	Santa Rosa X Campos Gerais	118
BR-15	Mato Grosso	Santa Rosa X LoD 76-761	149
BR-16		D 69-B 10-M 58 X Davis	112
BR-23		Bossier X Paraná	118
BR-24		Davis X Paraná	110
BR-27	Cariri	BR 78-22043 X (Bragg X IAC 73-2736)	142
BR-28	Seridó	Santa Rosa X BR 78-11202	163
BR-29	Londrina	Davis X BR-5	118
BR-30		União (2) X Lo 76-1763	125
BR-32		IAS-4 X BR-1	145
BR-35	Rio Balsas	Seleção em Cristalina	112
BR-36		IAS - 4 (2) X BR 78-22043	120
BR-37		União (2) X Lo 76-1763	130
BR-38		FT-2 X União	130
BR/EMGOPA-312	Potiguar	Paranagoiana X Cristalina	nd <sup>2</sup>
Bragg		Jackson X D 49-2491	115
CAC-1		Seleção em IAC-8	123
Campos Gerais		Arksoy X Ogden	107
CEP 10		IAS 2 X 070-3185	114
CEP 12-Cambará	Cambará	Bragg X Hood	114
CEP 20-Guajuvira	Guajuvira	CTS 132 X Forrest	147
Cobb		F 57-735 X D 58-3358	129
Davis		D 49-2573 X N 45-1497	113
Doko		Seleção na população RB 72-1	141
Dourados		Seleção em Andrews	131
EMBRAPA 1	IAS 5 RC	IAS-5 (6) X Paranaíba	nd
EMBRAPA 2		PF 72393 X Paranaíba	128
EMBRAPA 3		BR-5 X BR 78-4446-3	131
EMBRAPA 4	BR-4 RC	BR-4 (6) X Paranaíba	nd
EMBRAPA 5		BRB 358	127
EMBRAPA 9	Bays	Lancer X BR 79-251-1	125
EMGOPA-301		IAC-4 X Jupiter	143
EMGOPA-302		Paraná X Mandarin	111
EMGOPA-303		IAC 73-2736-10 X IAC-6	147
EMGOPA-304	Campeira	Paraná X Mandarin	125

EMGOPA-305	Caraíba	Tropical X Cristalina	112
EMGOPA-306	Chapada	Seleção em EMGOPA-301	150
EMGOPA-307	Caiapó	GO 79-3090 X Paranagoiana	140
EMGOPA-309	Goiana	BRB 214	116
EMGOPA-313		IAC-7 X (Santa Rosa X Go 79-30681)	nd
FT-1		Seleção em Sant'Ana	nd
FT-2		Seleção em IAS-5	115
FT-3		Seleção em Flórida	115
FT-4		D 65-3076 X D 64-4636	119
FT-5	Formosa	PR 9510 X Sant'Ana	126
FT-6	Veneza	PR 9510 X Prata	114
FT-7	Tarobá	FT-8184 (=FT-4) X Davis	111
FT-8	Araucaria	Cobb X Planalto	130
FT-9	Inaê	FT-8184 (=FT-4) X Davis	113
FT-10	Princesa	PR 9510 X Sant'Ana	123
FT-11	Alvorada	UFV-1 X Campos Gerais	138
FT-12	Kissei	PR 9510 X Prata	114
FT-14	Piracema	PR 9510 X Sant'Ana	126
FT-16		FT-440 X Campos Gerais	126
FT-17	Bandeirante	Seleção em FT-2	121
FT-18	Xavante	PR 9510 X Prata	121
FT-19	Macacha	Santa Rosa X (Seleção em Cajeme X São Luiz)	151
FT-20	Jaú	FT 184 (=FT-4) X Davis	111
FT-Abyara		União X Sant'Ana	121
FT-Bahia		Seleção em Cristalina	149
FT-Canarana		Cristalina X FT-1	151
FT-Cometa		FT-420 X Williams	102
FT-Cristalina		Seleção em UFV-1	149
FT-Estrela		Linhagem M-2 X FT-1	126
FT-Eureka		Paraná X (PI 346304 X Paraná)	115
FT-Guaíra		Lancer X União	111
FT-Jatobá		PR 9510 X Sant'Ana	123
FT-Manacá		FT-907 X Lancer	113
FT-Maracajú		PR 9510 X Sant'Ana	130
FT-Seriema		Linhagem M-2 X FT-1	149
GO BR-25	Aruanã	E 77-510-3 X BR 78-11.202	129
IAC -2		La 41-1219 X Yelnanda	114
IAC -4		IAC-2 X Hardee	129
IAC -5		Seleção na população FB-59-1	126
IAC -6		Seleção na população RB 72-1	151
IAC -7		Seleção na população RB 72-1	129
IAC -8		Bragg X E 70-51	129
IAC -9		Seleção na população RB 72-1	139
IAC-11		Paraná X (Davis X IAC 73-1364)	131
IAC-12		Paraná X IAC 73-231	114
IAC-13		Paraná X IAC 73-231	114
IAC-15		IAC 77-3086 X Paraná	126
IAC-16		Bulk B-5	135
IAC -100		IAC 78-2318 X IAC-12	125
IAC -Foscarin		Seleção em Foscarin	112
IAC-PL-1		nd <sup>2</sup>	nd
IAS 4		Hood X Jackson	115
IAS 5		Hill X D 52-810	108
Invicta		Lancer X ESSEX	111
IPAGRO 20		(Santa Rosa X Asksoy) X (Majos X Kanro)	112
IPAGRO 21		(Forrest X Hood X Lousiania)	114
Ivaí		Majos X Hood	123
J-200		IAC-2 X Viçoja	128
Lancer		Paraná X Hampton 266	nd
MG BR-22	Garimpo	Bossier X Paraná	121
MS BR-17	São Gabriel	Lo 76-732 X LoD 76-736	134
MS BR-18	Guavira	Cruzamento natural em Viçoja	124

MS BR-19	Pequi	D 69-442 X (Bragg X Santa Rosa)	125
MS BR-20	Ipê	D 69-6344 X (Bragg X Santa Rosa)	124
MS BR-21	Buriti	São Luiz X Davis	128
MS BR-34	EMPAER-10	D 64-4636 X IAC-7	129
MS BR-39	Chapadão	Doko X M-4-1	119
Nova IAC-7		Seleção em IAC-7	148
Numbaíra		Davis X IAC 71-1113	138
OCEPAR 2	Iapó	Hampton 208 X Davis	116
OCEPAR 3	Primavera	(Halesoy X Volstate) X (Hood X Rhosa)	106
OCEPAR 4	Iguaçu	R 70-733 X Davis	112
OCEPAR 5	Piquiri	Coker 136 X Co 72-260	107
OCEPAR 6		(PI 230.979 X Lee 68) X [(Davis X Bragg) X (Dare X Davis)]	109
OCEPAR 7	Brilhante	Seleção em IAS 5	113
OCEPAR 8		Seleção em Paraná	112
OCEPAR 9	SS 1	Mutação natural em Paraná	121
OCEPAR 10		Paraná X União	111
OCEPAR 11		Davis X Paraná	118
OCEPAR 13		FT-2 X União	118
OCEPAR 14		Davis X União	112
Paraná		Hill X D 52-810	102
Paranagoiana		Mutação natural em Paraná	134
Paranaíba		Davis X IAC 72-2211	112
Pérola		nd	nd
Planalto		Hood X Kedelle STB n.452	111
RS 5-Esmeralda		nd	121
RS 6-Guassupi		Ivaí X Lee	147
RS 7	Jacuí	Ivoera X PI 80837	136
Santa Rosa		D 49-772 X LA 41-1219	128
Sertaneja		Paraná X Hampton 266	116
SP/BR-41		nd	nd
Stuart		nd	nd
Tiaraju		Industrial X Asomusume	131
Timbira		Seleção na população RB 72-1	162
Tropical		Hampton X E 70-51	155
UFV-1		Mutação natural em Viçosa	138
UFV-5		Mineira X UFV-1	152
UFV-8	Monte Rico	(IAC-2 X Hardee) X UFV-1	141
UFV-9	Sucupira	Seleção em UFV-1	149
UFV-10	Uberaba	Santa Rosa X UFV-1	160
UFV/ITM-1		Paraná X Viçosa	151
União		D 65-2874 X Hood	113
Viçosa		D 49-2491 (2) X Improved Pelican	nd

<sup>1</sup> Grupos de maturação: precoce (100 a 115 dias); semiprecoce (116 a 125 dias); médio (126 a 137 dias); semitardio (138 a 150 dias); tardio (>150 dias).  
Maturação para a região de Londrina, podendo variar com a época do ano.

<sup>2</sup> Informação não-disponível.

## Condução dos experimentos

A avaliação foi realizada em condições axênicas, isto é, na ausência de outros microrganismos, em casa de vegetação, na Embrapa-CNPSO, Londrina, PR. As sementes foram desinfetadas com álcool a 80% e hipoclorito de sódio a 10%, lavadas com água deionizada estéril e submetidas à inoculação, com cada uma das estirpes, com 1 mL de inoculante líquido/semente e com 10<sup>8</sup> células de rizóbio/mL. As sementes com baixa germinação foram pré-germinadas, em câmara de germinação, a 25°C, por dois dias.

Os ensaios foram conduzidos em blocos ao acaso, com três repetições. Cada um dos três blocos foi plantado separadamente, consistindo de 456 vasos (152 cultivares x três estirpes) por bloco. O intervalo de plantio entre blocos foi de dez dias.

O plantio foi realizado em vasos de Leonard modificados contendo areia e vermiculita (1/2, v/v) e solução nutritiva isenta de N, com pH ajustado a 6,8, segundo Andrade & Hamakawa (1994). Cinco sementes de cada cultivar foram plantadas por vaso e procedeu-se ao desbaste aos sete dias após o plantio, deixando-se duas plantas por vaso. As condições de crescimento foram controladas, com temperatura de 28/23°C (dia/noite) e regime de luminosidade de 12 horas/12 horas (dia/noite).

As plantas foram coletadas cinco semanas após o plantio, um a dois dias antes do florescimento. Com isso, pretendeu-se uniformizar o período de avaliação, pois, embora as cultivares pertencessem a grupos de maturação diferentes, a coleta antes do florescimento permitiu a avaliação da capacidade de nodulação e fixação do N<sub>2</sub> no estágio crítico do pré-florescimento, quando a simbiose se estabelece com massa nodular máxima, sem que ainda tenha iniciado o processo de senescência dos nódulos. Procurou-se evitar, ainda, qualquer efeito hormonal ligado ao florescimento e que afete a fixação do N<sub>2</sub>. As plantas foram separadas em parte aérea, raiz e nódulos. Avaliaram-se o número, distribuição e massa de nódulos nas raízes principal e laterais e a massa da parte aérea e raízes secas. Para a determinação da massa, o material foi seco a 65°C até atingir massa constante. O N na parte aérea foi avaliado pelo método espectrofotométrico do azul de indofenol (Feije & Anger, 1972).

Os experimentos foram analisados pelo delineamento de blocos ao acaso, com o programa SANEST (PC) (Zonta et al., 1982), utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade e o JUMP-IN (SAS para Macintosh) para os gráficos e correlações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros número de nódulos (NN), massa da parte aérea seca (MPAS), massa dos nódulos secos (MNS) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA) estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4. Como hoje já se tem, na maioria das áreas cultivadas com a soja, um mapeamento dos sorogrupos dominantes, os resultados são expostos por estirpe com o objetivo de fornecer informações sobre o desempenho com cada estirpe. Ao utilizar uma análise do desempenho de todas as cultivares com todas as estirpes constatou-se, também, o efeito da estirpe e da interação cultivar x estirpe; a Tabela 5 mostra os dados relativos às fontes de variação e aos quadrados médios. Os resultados relativos ao efeito de estirpes não são discutidos, pois não era o objetivo deste trabalho. Quanto ao efeito da interação, constatou-se que as interações causaram modificações pequenas. Por exemplo: uma cultivar classificada no segundo quartil com uma estirpe poderia passar para o terceiro quartil com outra estirpe, mas em nenhum caso, do primeiro quartil para o último, ou vice-versa. Conseqüentemente, os resultados da interação cultivar x estirpe também não são discutidos. Para fornecer mais informações sobre as cultivares com cada estirpe, são apresentados e discutidos os resultados de cada uma delas.

**TABELA 2. Efeito da inoculação de 152 cultivares de soja com a estirpe de *B. elkanii* SEMIA 5019 (=29w). Os parâmetros analisados foram: número de nódulos (NN, nód./pl.), massa da parte aérea seca (MPAS, g/pl.), massa de nódulos secos (MNS, mg/pl.) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA, mgN/pl.). Experimento conduzido em condições axênicas de casa de vegetação. Média de três repetições. As plantas foram coletadas cinco semanas após o plantio<sup>1</sup>.**

Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA	Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA
Andrews	54 ab	1,79 abcdef	280 abc	71 abcdef	Doko	40 ab	1,01 abcdef	149 abc	31 abcdefg
BA BR-31	52 ab	1,82 abcdef	284 abc	67 abcdefg	Dourados	49 ab	1,61 abcdef	252 abc	53 abcdefg
Bossier	53 ab	1,90 abcd	274 abc	68 abcdef	EMBRAPA 1	35 ab	1,90 abcdef	255 abc	68 abcdefg
BR-1	53 ab	1,34 abcdef	219 abc	49 abcdefg	EMBRAPA 2	43 ab	1,67 abcdef	220 abc	63 abcdefg
BR-2	48 ab	1,32 abcdef	184 abc	46 abcdefg	EMBRAPA 3	44 ab	1,63 abcdef	197 abc	59 abcdefg
BR-3	84 a	1,55 abcdef	205 abc	45 abcdefg	EMBRAPA 4	64 ab	1,81 abcdef	304 ab	65 abcdefg
BR-4	53 ab	1,37 abcdef	194 abc	39 abcdefg	EMBRAPA 5	38 ab	1,31 abcdef	187 abc	47 abcdefg
BR-5	43 ab	1,44 abcdef	187 abc	41 abcdefg	EMBRAPA 9	36 ab	0,59 cdeff	70 c	13 fg
BR-6	52 ab	1,22 abcdef	202 abc	43 abcdefg	EMGOPA301	43 ab	1,37 abcdef	262 abc	44 abcdefg
BR-7	41 ab	0,56 def	94 abc	17 defg	EMGOPA302	61 ab	1,68 abcdef	252 abc	43 abcdefg
BR-8	43 ab	1,36 abcdef	182 abc	51 abcdefg	EMGOPA303	55 ab	1,38 abcdef	260 abc	37 abcdefg
BR-12	35 ab	1,14 abcdef	225 abc	39 abcdefg	EMGOPA304	45 ab	1,75 abcdef	205 abc	56 abcdefg
BR-13	54 ab	1,25 abcdef	237 abc	44 abcdefg	EMGOPA305	56 ab	1,74 abcdef	190 abc	60 abcdefg
BR-14	62 ab	1,57 abcdef	274 abc	53 abcdefg	EMGOPA306	47 ab	1,31 abcdef	214 abc	39 abcdefg
BR-15	39 ab	1,08 abcdef	157 abc	29 abcdefg	EMGOPA307	41 ab	1,37 abcdef	204 abc	48 abcdefg
BR-16	42 ab	1,07 abcdef	175 abc	40 abcdefg	EMGOPA309	55 ab	0,50 ef	100 abc	17 efg
BR-23	50 ab	1,14 abcdef	180 abc	44 abcdefg	EMGOPA313	47 ab	0,77 bcdef	152 abc	23 abcdefg
BR-24	36 ab	1,49 abcdef	202 abc	52 abcdefg	FT-1	69 ab	1,44 abcdef	244 abc	42 abcdefg
BR-27	48 ab	1,77 abcdef	240 abc	57 abcdefg	FT-2	38 ab	1,24 abcdef	220 abc	34 abcdefg
BR-28	48 ab	0,68 bcdef	155 abc	14 fg	FT-3	47 ab	1,64 abcdef	280 abc	58 abcdefg
BR-29	45 ab	1,75 abcdef	240 abc	65 abcdefg	FT-4	43 ab	1,56 abcdef	230 abc	54 abcdefg
BR-30	61 ab	1,37 abcdef	275 abc	50 abcdefg	FT-5	46 ab	1,51 abcdef	209 abc	43 abcdefg
BR-32	36 ab	0,78 bcdef	159 abc	18 defg	FT-6	60 ab	2,05 ab	280 abc	74 abcde
BR-35	22 b	0,58 cdef	95 abc	18 cdefg	FT-7	44 ab	1,22 abcdef	197 abc	41 abcdefg
BR-36	43 ab	1,61 abcdef	214 abc	48 abcdefg	FT-8	63 ab	1,63 abcdef	274 abc	47 abcdefg
BR-37	76 ab	1,38 abcdef	230 abc	50 abcdefg	FT-9	38 ab	1,35 abcdef	187 abc	53 abcdefg
BR-38	32 ab	1,14 abcdef	144 abc	35 abcdefg	FT-10	42 ab	1,41 abcdef	204 abc	53 abcdefg

BR/EMGOPA-312	59	ab	1,56	abcdef	247	abc	46	abcdefg	FT-11	67	ab	1,53	abcdef	257	abc	53	abcdefg
Bragg	46	ab	1,65	abcdef	250	abc	59	abcdefg	FT-12	44	ab	1,41	abcdef	219	abc	44	abcdefg
CAC-1	45	ab	1,05	abcdef	139	abc	24	abcdefg	FT-14	60	ab	2,00	ab	279	abc	77	abc
Campos Gerais	53	ab	1,36	abcdef	219	abc	48	abcdefg	FT-16	39	ab	1,16	abcdef	152	abc	42	abcdefg
CEP 10	48	ab	1,62	abcdef	209	abc	57	abcdefg	FT-17	47	ab	1,11	abcdef	230	abc	36	abcdefg
CEP 12 – Cambará	48	ab	1,41	abcdef	232	abc	49	abcdefg	FT-18	67	ab	0,99	abcdef	127	abc	37	abcdefg
CEP 20 – Guajuvira	46	ab	0,94	abcdef	147	abc	23	abcdefg	FT-19	58	ab	1,18	abcdef	224	abc	42	abcdefg
Cobb	42	ab	1,02	abcdef	147	abc	35	abcdefg	FT-20	51	ab	1,68	abcdef	222	abc	72	abcdef
Davis	46	ab	1,69	abcdef	244	abc	68	abcdefg	FT-Abyara	61	ab	1,54	abcdef	260	abc	55	abcdefg
FT-Bahia	71	ab	1,95	abcd	277	abc	66	abcdefg	MS BR-34	50	ab	1,07	abcdef	177	abc	37	abcdefg
FT-Canarana	48	ab	0,88	abcdef	167	abc	23	abcdefg	MS BR-39	49	ab	1,14	abcdef	174	abc	36	abcdefg
FT-Cometa	67	ab	1,22	abcdef	190	abc	48	abcdefg	Nova IAC-7	50	ab	1,49	abcdef	239	abc	63	abcdefg
FT-Cristalina	57	ab	1,57	abcdef	285	abc	52	abcdefg	Numbaira	58	ab	1,42	abcdef	239	abc	58	abcdefg
FT-Estrela	46	ab	1,59	abcdef	259	abc	54	abcdefg	OCEPAR 2	38	ab	0,98	abcdef	140	abc	35	abcdefg
FT-Eureka	46	ab	1,75	abcdef	304	ab	61	abcdefg	OCEPAR 3	60	ab	1,52	abcdef	250	abc	56	abcdefg
FT-Guaira	57	ab	1,96	abc	244	abc	66	abcdefg	OCEPAR 4	54	ab	1,60	abcdef	289	abc	62	abcdefg
FT-Jatobá	55	ab	1,48	abcdef	214	abc	47	abcdefg	OCEPAR 5	32	ab	0,95	abcdef	167	abc	26	abcdefg
FT-Manacá	60	ab	1,57	abcdef	244	abc	62	abcdefg	OCEPAR 6	50	ab	1,69	abcdef	292	abc	51	abcdefg
FT-Maracajú	35	ab	1,37	abcdef	159	abc	47	abcdefg	OCEPAR 7	42	ab	1,52	abcdef	264	abc	51	abcdefg
FT-Seriema	43	ab	1,34	abcdef	207	abc	50	abcdefg	OCEPAR 8	46	ab	1,32	abcdef	207	abc	50	abcdefg
GO BR-25	56	ab	1,71	abcdef	195	abc	66	abcdefg	OCEPAR 9	44	ab	1,24	abcdef	147	abc	43	abcdefg
IAC –2	60	ab	1,55	abcdef	227	abc	57	abcdefg	OCEPAR 10	46	ab	0,74	bcdef	95	abc	25	abcdefg
IAC –4	45	ab	1,43	abcdef	205	abc	56	abcdefg	OCEPAR 11	43	ab	1,67	abcdef	255	abc	55	abcdefg
IAC –5	42	ab	1,39	abcdef	255	abc	54	abcdefg	OCEPAR 13	52	ab	1,29	abcdef	219	abc	44	abcdefg
IAC –6	51	ab	1,22	abcdef	194	abc	44	abcdefg	OCEPAR 14	66	ab	1,16	abcdef	237	abc	40	abcdefg
IAC –7	48	ab	1,52	abcdef	234	abc	65	abcdefg	Pérola	49	ab	1,38	abcdef	222	abc	45	abcdefg
IAC –8	42	ab	1,71	abcdef	284	abc	66	abcdefg	Paraná	56	ab	1,37	abcdef	217	abc	41	abcdefg
IAC –9	43	ab	1,99	ab	282	abc	76	abcd	Paranaíba	36	ab	1,14	abcdef	195	abc	31	abcdefg
IAC-11	58	ab	1,15	abcdef	207	abc	43	abcdefg	Paranagoiana	30	ab	0,43	f	80	bc	9	g
IAC-12	50	ab	1,36	abcdef	220	abc	53	abcdefg	Planalto	40	ab	0,72	bcdef	119	abc	20	cdefg
IAC-13	58	ab	1,72	abcdef	250	abc	63	abcdefg	RS 5 Esmeralda	56	ab	1,29	abcdef	187	abc	42	abcdefg
IAC-15	56	ab	1,47	abcdef	220	abc	56	abcdefg	RS 6 Guassupi	34	ab	1,48	abcdef	234	abc	41	abcdefg
IAC-16	35	ab	0,91	abcdef	152	abc	33	abcdefg	RS 7	52	ab	1,36	abcdef	214	abc	52	abcdefg
IAC-100	36	ab	1,28	abcdef	164	abc	43	abcdefg	Santa Rosa	56	ab	1,84	abcde	310	a	68	abcdefg
IAC-Foscarin	48	ab	1,82	abcdef	289	abc	69	abcdef	Sertaneja	51	ab	1,64	abcdef	234	abc	55	abcdefg
IAC-PL-1	48	ab	1,85	abcde	274	abc	65	abcdefg	SP BR-41	50	ab	1,51	abcdef	252	abc	43	abcdefg
IAS 4	38	ab	1,33	abcdef	194	abc	49	abcdefg	Stuart	61	ab	1,92	abcd	295	abc	71	abcdef
IAS 5	39	ab	1,41	abcdef	202	abc	50	abcdefg	Tiaraju	50	ab	1,63	abcdef	230	abc	65	abcdefg
Invicta	66	ab	1,12	abcdef	224	abc	40	abcdefg	Timbira	44	ab	1,20	abcdef	175	abc	32	abcdefg
IPAGRO 20	32	ab	1,10	abcdef	165	abc	44	abcdefg	Tropical	39	ab	0,99	abcdef	134	abc	28	abcdefg
IPAGRO 21	70	ab	1,61	abcdef	252	abc	56	abcdefg	UFV-1	38	ab	1,19	abcdef	212	abc	33	abcdefg
Ivai	46	ab	2,07	ab	315	a	79	ab	UFV-5	38	ab	1,62	abcdef	242	abc	59	abcdefg
J-200	48	ab	2,19	a	299	ab	81	a	UFV-8	63	ab	1,52	abcdef	254	abc	51	abcdefg
Lancer	46	ab	1,49	abcdef	260	abc	56	abcdefg	UFV-9	34	ab	0,81	abcdef	207	abc	23	abcdefg
MG BR-22	64	ab	1,66	abcdef	272	abc	65	abcdefg	UFV-10	29	ab	0,76	bcdef	102	abc	22	bcdefg
MS BR-17	52	ab	1,33	abcdef	242	abc	47	abcdefg	UFV/ITM 1	48	ab	1,05	abcdef	184	abc	33	abcdefg
MS BR-18	42	ab	1,75	abcdef	275	abc	67	abcdefg	União	40	ab	1,16	abcdef	169	abc	35	abcdefg
MS BR-19	41	ab	1,82	abcdef	204	abc	62	abcdefg	Viçoja	41	ab	1,26	abcdef	229	abc	40	abcdefg
MS BR-20	42	ab	1,68	abcdef	212	abc	59	abcdefg	Média	49		1,39		215		48	
MS BR-21	51	ab	1,62	abcdef	254	abc	59	abcdefg	C.V.(%)	32		27		28		33	

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

**TABELA 3. Efeito da inoculação de 152 cultivares de soja com a estirpe de *B. elkanii* SEMIA 566. Os parâmetros analisados foram: número de nódulos (NN, nód./pl.), massa da parte aérea seca (MPAS, g/pl.), massa de nódulos secos (MNS, mg/pl.) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA, mgN/pl.). Experimento conduzido sob condições axênicas de casa de vegetação. Média de três repetições. As plantas foram coletadas cinco semanas após o plantio<sup>1</sup>.**

Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA	Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA								
Andrews	47	abcde	1,20	abcd	137	abcdef	49	abcde	Doko	37	abcde	1,17	abcd	120	bcdef	42	abcde
BABR-31	37	abcde	1,28	abcd	150	abcdef	53	abcde	Dourados	45	abcde	1,16	abcd	120	bcdef	54	abcde
Bossier	70	a	1,64	ab	178	abcde	76	a	EMBRAPA1	37	abcde	1,20	abcd	149	abcdef	49	abcde
BR-1	32	abcde	0,95	abcd	116	bcdef	39	abcde	EMBRAPA2	43	abcde	1,46	abcd	201	abc	59	abcde
BR-2	50	abcde	0,77	cd	109	cdef	34	cde	EMBRAPA3	44	abcde	1,08	abcd	136	abcdef	41	abcde
BR-3	59	abcde	0,96	abcd	115	bcdef	42	abcde	EMBRAPA4	44	abcde	1,35	abcd	156	abcdef	54	abcde
BR-4	42	abcde	1,33	abcd	153	abcdef	54	abcde	EMBRAPA5	44	abcde	1,02	abcd	126	abcdef	46	abcde
BR-5	38	abcde	1,41	abcd	133	abcdef	50	abcde	EMBRAPA9	28	abcde	0,84	bcd	103	def	36	bcde
BR-6	35	abcde	1,38	abcd	140	abcdef	55	abcde	EMGOPA301	44	abcde	1,25	abcd	149	abcdef	56	abcde
BR-7	42	abcde	0,99	abcd	133	abcdef	33	cde	EMGOPA302	34	abcde	0,89	bed	103	def	32	de
BR-8	34	abcde	0,94	abcd	111	cdef	40	abcde	EMGOPA303	39	abcde	1,02	abcd	115	bcdef	41	abcde
BR-12	39	abcde	0,87	bcd	110	cdef	43	abcde	EMGOPA304	35	de	1,08	abcd	121	bcdef	44	abcde
BR-13	45	abcde	1,24	abcd	141	abcdef	57	abcde	EMGOPA305	29	cde	1,08	abcd	136	abcdef	43	abcde
BR-14	59	abcde	1,21	abcd	150	abcdef	52	abcde	EMGOPA306	32	cde	1,23	abcd	119	bcdef	50	abcde

BR-15	38	abcd	1,29	abcd	119	bcdef	45	abcde	EMGOPA307	56	abcde	1,57	abc	171	abcde	65	abcd
BR-16	64	abcd	1,33	abcd	164	abcdef	57	abcde	EMGOPA309	53	abcde	1,54	abc	157	abcdef	70	abcd
BR-23	41	abcde	1,16	abcd	146	abcdef	44	abcde	EMGOPA313	32	bcde	1,04	abcd	129	abcdef	50	abcde
BR-24	45	abcde	1,18	abcd	152	abcdef	47	abcde	FT-1	36	abcde	1,04	abcd	121	bcdef	40	abcde
BR-27	42	abcde	0,98	abcd	123	bcdef	45	abcde	FT-2	51	abcde	1,30	abcd	160	abcdef	65	abcd
BR-28	44	abcde	1,17	abcd	125	abcdef	41	abcde	FT-3	59	abcde	1,05	abcd	129	abcdef	47	abcde
BR-29	55	abcde	1,46	abcd	161	abcdef	69	abcd	FT-4	50	abcde	1,45	abcd	160	abcdef	66	abcd
BR-30	41	abcde	1,21	abcd	140	abcdef	47	abcde	FT-5	46	abcde	1,51	abc	144	abcdef	57	abcde
BR-32	29	cde	1,14	abcd	126	abcdef	46	abcde	FT-6	57	abcde	1,39	abcd	134	abcdef	59	abcde
BR-35	39	abcde	1,14	abcd	135	abcdef	51	abcde	FT-7	26	de	1,18	abcd	113	cdef	44	abcde
BR-36	33	abcde	1,49	abc	135	abcdef	52	abcde	FT-8	60	abcde	1,30	abcd	143	abcdef	51	abcde
BR-37	56	abcde	1,43	abcd	191	abcd	58	abcde	FT-9	39	abcde	1,24	abcd	137	abcdef	55	abcde
BR-38	36	abcde	1,52	abc	131	abcdef	70	abcd	FT-10	32	bcde	1,23	abcd	130	abcdef	50	abcde
BR/EMGOPA312	42	abcde	1,21	abcd	130	abcdef	47	abcde	FT-11	43	abcde	1,41	abcd	142	abcdef	54	abcde
Bragg	40	abcde	1,23	abcd	133	abcdef	46	abcde	FT-12	40	abcde	1,22	abcd	153	abcdef	43	abcde
CAC-1	36	abcde	1,00	abcd	109	cdef	35	bcde	FT-14	47	abcde	1,34	abcd	142	abcdef	45	abcde
Campos Gerais	56	abcde	1,46	abcd	150	abcdef	59	abcde	FT-16	35	abcde	0,99	abcd	124	abcdef	44	abcde
CEP10	52	abcde	1,30	abcd	139	abcdef	62	abcde	FT-17	70	a	1,76	a	219	a	74	ab
CEP12 - Cambará	60	abcde	1,29	abcd	150	abcdef	49	abcde	FT-18	58	abcde	1,39	abcd	159	abcdef	62	abcde
CEP20 - Guajuvira	41	abcde	0,92	abcd	116	bcdef	37	bcde	FT-19	47	abcde	1,34	abcd	151	abcdef	58	abcde
Cobb	26	de	0,98	abcd	125	abcdef	41	abcde	FT-20	54	abcde	1,29	abcd	127	abcdef	58	abcde
Davis	49	abcde	1,41	abcd	154	abcdef	56	abcde	FT-Abyara	42	abcde	1,14	abcd	127	abcdef	45	abcde
FT-Bahia	41	abcde	1,25	abcd	135	abcdef	57	abcde	MSBR-34	37	abcde	1,12	abcd	143	abcdef	45	abcde
FT-Canarana	22	e	0,63	d	72	f	25	e	MSBR-39	40	abcde	1,36	abcd	140	abcdef	52	abcde
FT-Cometa	42	abcde	1,22	abcd	148	abcdef	49	abcde	Nova IAC-7	39	abcde	0,80	cd	103	def	33	cde
FT-Cristalina	38	abcde	1,16	abcd	122	bcdef	42	abcde	Numbaira	47	abcde	1,22	abcd	132	abcdef	52	abcde
FT-Estrela	41	abcde	1,25	abcd	141	abcdef	51	abcde	OCEPAR2	66	abc	1,34	abcd	152	abcdef	61	abcde
FT-Eureka	59	abcde	1,48	abc	162	abcdef	59	abcde	OCEPAR3	53	abcde	1,03	abcd	137	abcdef	44	abcde
FT-Guaira	46	abcde	1,42	abcd	140	abcdef	54	abcde	OCEPAR4	66	abc	1,51	abc	162	abcdef	56	abcde
FT-Jatobá	42	abcde	1,20	abcd	138	abcdef	49	abcde	OCEPAR5	44	abcde	1,21	abcd	135	abcdef	54	abcde
FT-Manacá	45	abcde	0,86	bcd	121	bcdef	40	abcde	OCEPAR6	57	abcde	1,38	abcd	155	abcdef	63	abcd
FT-Maracajú	54	abcde	1,40	abcd	133	abcdef	58	abcde	OCEPAR7	50	abcde	1,61	abc	176	abcde	60	abcde
FT-Seriema	36	abcde	0,96	abcd	111	cdef	42	abcde	OCEPAR8	40	abcde	1,28	abcd	139	abcdef	56	abcde
GOBR-25	60	abcde	1,35	abcd	142	abcdef	64	abcd	OCEPAR9	34	abcde	1,37	abcd	156	abcdef	51	abcde
IAC-2	40	abcde	1,06	abcd	134	abcdef	40	abcde	OCEPAR10	47	abcde	1,19	abcd	141	abcdef	50	abcde
IAC-4	53	abcde	1,53	abc	174	abcde	61	abcde	OCEPAR11	26	de	1,09	abcd	116	bcdef	39	abcde
IAC-5	56	abcde	1,07	abcd	140	abcdef	47	abcde	OCEPAR13	50	abcde	1,11	abcd	144	abcdef	53	abcde
IAC-6	39	abcde	1,25	abcd	157	abcdef	50	abcde	OCEPAR14	43	abcde	1,14	abcd	137	abcdef	49	abcde
IAC-7	52	abcde	1,52	abc	209	ab	61	abcde	Pérola	34	abcde	1,09	abcd	118	bcdef	44	abcde
IAC-8	51	abcde	1,17	abcd	149	abcdef	57	abcde	Paraná	50	abcde	1,42	abcd	158	abcdef	56	abcde
IAC-9	30	cde	0,92	bcd	114	bcdef	38	abcde	Paranaíba	34	abcde	0,88	bcd	106	def	35	bcde
IAC-11	35	abcde	1,05	abcd	120	bcdef	34	cde	Paranaoiana	38	abcde	1,37	abcd	149	abcdef	54	abcde
IAC-12	40	abcde	1,32	abcd	147	abcdef	44	abcde	Planalto	36	abcde	1,35	abcd	135	abcdef	50	abcde
IAC-13	43	abcde	1,18	abcd	185	abcde	52	abcde	RS 5-Esmeralda	44	abcde	1,00	abcd	128	abcdef	39	abcde
IAC-15	50	abcde	1,39	abcd	152	abcdef	63	abcde	RS 6-Guassupi	42	abcde	1,16	abcd	124	abcdef	53	abcde
IAC-16	28	cde	0,83	bcd	95	ef	34	cde	RS7	44	abcde	1,11	abcd	132	abcdef	50	abcde
IAC-100	38	abcde	1,25	abcd	147	abcdef	43	abcde	Santa Rosa	60	abcde	1,39	abcd	145	abcdef	61	abcde
IAC-Foscarin	62	abcd	1,21	abcd	162	abcdef	48	abcde	Sertaneja	42	abcde	1,16	abcd	122	bcdef	48	abcde
IAC-PL-1	38	abcde	1,32	abcd	163	abcdef	56	abcde	SPBR-41	48	abcde	1,04	abcd	125	abcdef	45	abcde
IAS4	40	abcde	1,06	abcd	125	abcdef	50	abcde	Stuart	62	abcd	1,49	abc	185	abcde	69	abcd
IAS5	44	abcde	1,10	abcd	131	abcdef	52	abcde	Tiaraju	46	abcde	1,29	abcd	147	abcdef	53	abcde
Invicta	46	abcde	0,99	abcd	117	bcdef	42	abcde	Timbira	35	abcde	1,15	abcd	137	abcdef	48	abcde
IPAGRO 20	56	abcde	1,24	abcd	160	abcdef	56	abcde	Tropical	50	abcde	1,47	abcd	165	abcdef	63	abcde
IPAGRO 21	63	abcd	1,00	abcd	144	abcdef	43	abcde	UFV-1	34	abcde	1,27	abcd	127	abcdef	53	abcde
Ivai	50	abcde	1,41	abcd	150	abcdef	56	abcde	UFV-5	44	abcde	1,15	abcd	121	bcdef	50	abcde
J-200	45	abcde	1,66	ab	177	abcde	71	abcde	UFV-8	52	abcde	1,30	abcd	158	abcdef	58	abcde
Lancer	53	abcde	1,46	abcd	190	abcde	51	abcde	UFV-9	54	abcde	1,18	abcd	134	abcdef	45	abcde
MGBR-22	52	abcde	1,28	abcd	155	abcdef	51	abcde	UFV-10	38	abcde	1,33	abcd	155	abcdef	53	abcde
MSBR-17	40	abcde	0,99	abcd	112	cdef	40	abcde	UFV/ITM-1	52	abcde	1,23	abcd	177	abcde	51	abcde
MSBR-18	51	abcde	1,51	abc	176	abcde	64	abcd	União	42	abcde	1,10	abcd	132	abcdef	49	abcde
MSBR-19	40	abcde	1,14	abcd	147	abcdef	44	abcde	Viçoja	42	abcde	1,34	abcd	140	abcdef	54	abcde
MSBR-20	30	cde	1,33	abcd	134	abcdef	52	abcde	Média	44		1,22		140		51	
MSBR-21	36	abcde	1,11	abcd	131	abcdef	40	abcde	C.V.(%)	23		18		18		20	

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra, não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

**TABELA 4. Efeito da inoculação de 152 cultivares de soja com a estirpe de *B. elkanii* SEMIA 587. Os parâmetros analisados foram: número de nódulos (NN, nód./pl.), massa da parte aérea seca (MPAS, g/pl.), massa de nódulos secos (MNS, mg/pl.) e nitrogênio total da parte aérea (NTPA, mg N/pl.). Experimento conduzido sob condições axênicas de casa de vegetação. Média de três repetições. As plantas foram coletadas cinco semanas após o plantio<sup>1</sup>.**

Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA	Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA								
Andrews	40	abcd	1,67	abc	224	ab	71	a	Doko	34	abcd	1,18	abcde	144	abcd	59	a
BA BR-31	47	abcd	1,30	abcde	150	abcd	52	a	Dourados	32	abcd	0,95	abcde	141	abcd	43	a
Bossier	45	abcd	1,67	abc	230	a	74	a	EMBRAPA 1	36	abcd	1,16	abcde	157	abcd	42	a

BR-1	35	abcd	1,02	abcde	156	abcd	49	a	EMBRAPA 2	23	cd	0,99	abcde	132	abcd	37	a
BR-2	33	abcd	1,08	abcde	142	abcd	57	a	EMBRAPA 3	31	abcd	0,75	bcde	105	abcd	30	a
BR-3	48	abcd	0,92	abcde	112	abcd	32	a	EMBRAPA 4	29	bcd	1,13	abcde	147	abcd	41	a
BR-4	32	abcd	1,15	abcde	132	abcd	43	a	EMBRAPA 5	28	bcd	1,64	abcde	210	abcd	67	a
BR-5	32	abcd	1,17	abcde	146	abcd	46	a	EMBRAPA 9	31	abcd	0,77	abcde	141	abcd	41	a
BR-6	33	abcd	1,23	abcde	180	abcd	54	a	EMGOPA301	35	abcd	0,76	bcde	117	abcd	36	a
BR-7	36	abcd	1,20	abcde	175	abcd	51	a	EMGOPA302	38	abcd	1,24	abcde	148	abcd	49	a
BR-8	32	abcd	1,07	abcde	160	abcd	51	a	EMGOPA303	36	abcd	0,80	abcde	140	abcd	38	a
BR-12	22	cd	0,87	abcde	119	abcd	44	a	EMGOPA304	43	abcd	0,92	abcde	129	abcd	36	a
BR-13	36	abcd	1,67	abcd	217	abc	67	a	EMGOPA305	26	bcd	1,09	abcde	152	abcd	44	a
BR-14	42	abcd	1,26	abcde	184	abcd	51	a	EMGOPA306	42	abcd	1,29	abcde	141	abcd	41	a
BR-15	45	abcd	1,31	abcde	157	abcd	47	a	EMGOPA307	27	bcd	1,11	abcde	123	abcd	35	a
BR-16	26	bcd	0,85	abcde	96	cd	40	a	EMGOPA309	42	abcd	1,15	abcde	134	abcd	30	a
BR-23	33	abcd	1,22	abcde	178	abcd	55	a	EMGOPA313	26	bcd	0,71	cde	102	bcd	29	a
BR-24	33	abcd	1,43	abcde	176	abcd	62	a	FT-1	33	abcd	1,40	abcde	185	abcd	58	a
BR-27	32	abcd	1,37	abcde	191	abcd	61	a	FT-2	44	abcd	1,16	abcde	171	abcd	57	a
BR-28	37	abcd	1,18	abcde	176	abcd	57	a	FT-3	29	bcd	0,97	abcde	124	abcd	48	a
BR-29	34	abcd	1,79	ab	171	abcd	66	a	FT-4	31	abcd	1,18	abcde	149	abcd	51	a
BR-30	52	abcd	1,19	abcde	140	abcd	48	a	FT-5	36	abcd	1,01	abcde	139	abcd	38	a
BR-32	29	bcd	0,88	abcde	126	abcd	47	a	FT-6	38	abcd	1,25	abcde	179	abcd	60	a
BR-35	35	abcd	1,33	abcde	184	abcd	59	a	FT-7	44	abcd	1,41	abcde	147	abcd	52	a
BR-36	25	cd	1,38	abcde	175	abcd	56	a	FT-8	55	abc	0,91	abcde	119	abcd	26	a
BR-37	36	abcd	0,90	abcde	130	abcd	46	a	FT-9	40	abcd	1,50	abcde	180	abcd	73	a
BR-38	34	abcd	1,46	abcde	164	abcd	63	a	FT-10	30	bcd	1,37	abcde	177	abcd	58	a
BR/EMGOPA312	28	bcd	1,01	abcde	135	abcd	48	a	FT-11	39	abcd	1,47	abcde	176	abcd	64	a
Bragg	42	abcd	1,38	abcde	218	abc	56	a	FT-12	45	abcd	1,39	abcde	188	abcd	57	a
CAC-1	43	abcd	1,25	abcde	184	abcd	58	a	FT-14	36	abcd	1,10	abcde	142	abcd	51	a
Campos Gerais	41	abcd	1,34	abcde	179	abcd	56	a	FT-16	39	abcd	1,19	abcde	188	abcd	57	a
CEP 10	27	bcd	1,35	abcde	146	abcd	53	a	FT-17	32	abcd	1,45	abcde	193	abcd	70	a
CEP12 - Cambará	34	abcd	1,21	abcde	163	abcd	51	a	FT-18	36	abcd	0,87	abcde	112	abcd	33	a
CEP20 - Guajuvira	34	abcd	0,90	abcde	123	abcd	46	a	FT-19	40	abcd	1,18	abcde	162	abcd	52	a
Cobb	29	bcd	1,13	abcde	111	abcd	53	a	FT-20	43	abcd	1,19	abcde	184	abcd	56	a
Davis	40	abcd	1,20	abcde	171	abcd	60	a	FT-Abyara	64	a	1,50	abcde	178	abcd	56	a
FT-Bahia	28	bcd	1,04	abcde	108	abcd	36	a	MS BR-34	36	abcd	0,81	abcde	117	abcd	30	a
FT-Canarana	33	abcd	0,90	abcde	136	abcd	39	a	MS BR-39	36	abcd	1,44	abcde	168	abcd	63	a
FT-Cometa	38	abcd	0,96	abcde	137	abcd	45	a	Nova IAC-7	40	abcd	0,90	abcde	123	abcd	39	a
FT-Cristalina	33	abcd	1,30	abcde	194	abcd	59	a	Numbaira	43	abcd	1,47	abcde	146	abcd	72	a
FT-Estrela	38	abcd	1,10	abcde	130	abcd	45	a	OCEPAR 2	46	abcd	1,47	abcde	208	abcd	68	a
FT-Eureka	33	abcd	1,48	abcde	183	abcd	58	a	OCEPAR 3	33	abcd	0,61	de	114	abcd	26	a
FT-Guairá	38	abcd	1,66	abcd	188	abcd	69	a	OCEPAR 4	59	ab	1,49	abcde	202	abcd	69	a
FT-Jatobá	33	abcd	1,43	abcde	170	abcd	60	a	OCEPAR 5	24	cd	1,40	abcde	167	abcd	56	a
FT-Manacá	32	abcd	1,41	abcde	207	abcd	66	a	OCEPAR 6	34	abcd	0,94	abcde	107	abcd	33	a
FT-Maracajú	36	abcd	1,33	abcde	143	abcd	62	a	OCEPAR 7	40	abcd	1,38	abcde	192	abcd	63	a
FT-Seriema	30	bcd	0,59	e	91	d	22	a	OCEPAR 8	38	abcd	1,20	abcde	156	abcd	51	a
GO BR-25	34	abcd	0,89	abcde	111	abcd	38	a	OCEPAR 9	25	cd	0,93	abcde	118	abcd	41	a
IAC -2	35	abcd	1	abcde	153	abcd	42	a	OCEPAR 10	31	abcd	1,07	abcde	143	abcd	52	a
IAC -4	38	abcd	0,97	abcde	171	abcd	43	a	OCEPAR 11	24	cd	1,16	abcde	144	abcd	50	a
IAC -5	32	abcd	1,04	abcde	154	abcd	48	a	OCEPAR 13	35	abcd	1,29	abcde	166	abcd	53	a
IAC -6	21	d	0,68	cde	108	abcd	29	a	OCEPAR14	37	abcd	0,92	abcde	138	abcd	40	a
IAC -7	34	abcd	0,81	abcde	119	abcd	38	a	Pérola	24	cd	0,73	cde	99	bcd	35	a
IAC -8	42	abcd	1,27	abcde	162	abcd	50	a	Paraná	42	abcd	1,50	abcde	201	abcd	66	a
IAC -9	35	abcd	1,06	abcde	136	abcd	51	a	Paranaíba	27	bcd	1,33	abcde	150	abcd	48	a
IAC-11	29	bcd	0,93	abcde	140	abcd	42	a	Paranagoiana	32	abcd	0,81	abcde	108	abcd	34	a
IAC-12	24	cd	1,09	abcde	151	abcd	50	a	Planalto	35	abcd	1,02	abcde	130	abcd	50	a
IAC-13	30	bcd	1,19	abcde	142	abcd	49	a	RS 5-Esmeralda	36	abcd	1,03	abcde	129	abcd	37	a
IAC-15	30	bcd	1,14	abcde	162	abcd	49	a	RS 6-Guassupi	35	abcd	1,83	a	199	abcd	68	a
IAC-16	24	cd	1,43	abcde	173	abcd	63	a	RS 7	32	abcd	1,16	abcde	149	abcd	53	a
IAC -100	20	d	0,82	abcd	104	bcd	32	a	Santa Rosa	33	abcd	1,16	abcde	151	abcd	55	a
IAC-Foscarin	30	bcd	0,92	abcde	121	abcd	38	a	Sertaneja	32	abcd	1,53	abcde	197	abcd	69	a
IAC-PL-1	26	bcd	1,06	abcde	159	abcd	47	a	SP BR-41	38	abcd	1,47	abcde	160	abcd	56	a
IAS 4	30	bcd	1,50	abcde	176	abcd	62	a	Stuart	33	abcd	1,32	abcde	154	abcd	54	a
IAS 5	25	cd	0,92	abcde	106	abcd	39	a	Tiaraju	38	abcd	1,04	abcde	136	abcd	48	a
Invicta	49	abcd	1,40	abcde	192	abcd	66	a	Timbira	38	abcd	1,68	abc	184	abcd	67	a
IPAGRO 20	40	abcd	1,13	abcde	156	abcd	52	a	Tropical	45	abcd	1,29	abcde	175	abcd	48	a
IPAGRO 21	48	abcd	1,65	abcde	201	abcd	65	a	UFV-1	26	bcd	1,31	abcde	178	abcd	58	a
Ivai	42	abcd	1,59	abcde	212	abcd	66	a	UFV-5	24	cd	0,93	abcde	158	abcd	45	a
J-200	50	abcd	1,47	abcde	222	ab	67	a	UFV-8	44	abcd	1,23	abcde	163	abcd	43	a
Lancer	36	abcd	1,46	abcde	199	abcd	67	a	UFV-9	42	abcd	1,26	abcde	195	abcd	64	a
MGBR-22	42	abcd	1,43	abcde	181	abcd	64	a	UFV-10	27	bcd	1,08	abcde	137	abcd	47	a
MS BR-17	54	abc	1,28	abcde	201	abcd	68	a	UFV/ITM-1	38	abcd	1,21	abcde	171	abcd	56	a
MS BR-18	34	abcd	1,26	abcde	160	abcd	55	a	União	40	abcd	1,18	abcde	168	abcd	54	a
MS BR-19	25	cd	0,93	abcde	143	abcd	45	a	Viçosa	30	bcd	1,26	abcde	179	abcd	49	a
MS BR-20	34	abcd	1,31	abcde	147	abcd	49	a	Média	35		1,18		156		51	
MSBR-21	33	abcd	1,12	abcde	155	abcd	46	a	C.V.(%)	25		24		21		27	

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

**TABELA 5. Quadro de análise de variância e coeficiente de variação para as variáveis de número de nódulos (NN), massa de parte aérea (MPAS) e dos nódulos (MNS) secos e N total acumulado na parte aérea (NTPA).**

Fonte de variação	GL	NN		MPAS		MNS		NTPA	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	2	15.260,109	26,02	33,626083	70,53	0,0502558	6,60	223.881,84	222,62
Estirpe	2	83.596,575	142,52	22,334093	46,84	2,7927307	366,94	4.534,80	4,51
Cultivar	152	1.897,69	3,24	1,376042	2,89	0,0260975	3,43	2.624,01	2,61
Cultivar x estirpe	303	716,91	1,22	0,714019	1,50	0,0137240	1,80	1.456,97	1,45
Resíduo	114	586,55		0,476789		0,0076107		1.005,64	
C.V. (%)		28,44		27,39		25,64		31,69	

Na presença da estirpe SEMIA 5019, o maior e menor número de nódulos foram obtidos com as cultivares BR-3 (84 nód./pl.) e BR-35 (22 nód./pl.), respectivamente. A cultivar EMBRAPA 9 apresentou o pior desempenho quanto à MNS, com 70 mg/pl., enquanto a 'Ivaí' obteve a maior massa nodular, com 315 mg/pl. Foram, portanto, detectadas diferenças marcantes entre as cultivares quanto à nodulação, com uma diferença de quase quatro vezes no NN e de quatro vezes e meia na MNS, mas nenhuma delas restringiu completamente a formação dos nódulos pela SEMIA 5019. A cultivar J-200 mostrou os melhores resultados referentes ao NTPA, com 81,32 mg N/pl., enquanto o pior desempenho simbiótico foi constatado com a Paranagoiana (9,76 mg N/pl.) (Tabela 2).

A cultivar Bossier apresentou o maior NN, 70 nód./pl., quando inoculada com a estirpe SEMIA 566, e o melhor resultado quanto ao NTPA, com 76,33 mg/pl. (Tabela 3). Já a cultivar FT-Canarana teve o pior desempenho quanto ao NN, 22 nód./pl., MPAS, com 0,63 g/pl., MNS, com 72,70 mg/pl., e NTPA, com 25,07 mg/pl. (Tabela 3). A cultivar Bossier também apresentou boa nodulação com a estirpe SEMIA 587, acumulando 230,70 mg de nódulos/pl., que contribuíram com um acúmulo de 322,67 mg N/pl. Quanto ao NN com a estirpe SEMIA 587, destacou-se a FT-Abyara, com 64 nód./pl. e baixas nodulações foram constatadas com as cultivares IAC-6 (21 nód./pl.) e IAC-100 (20 nód./pl.) (Tabela 4).

Conseqüentemente, embora tenham sido detectadas diferenças na nodulação da ordem de quatro vezes, todas as cultivares foram capazes de apresentar, no mínimo, 20 nód./pl. com qualquer uma das três estirpes (Tabelas 2, 3 e 4). Os perfis de distribuição desses nódulos na raiz mostraram que a nodulação esteve, quase sempre, restrita à região da coroa da raiz, que compreende, aproximadamente, 3,5 cm de comprimento e 2,5 cm de largura. Um pequeno deslocamento da nodulação para as raízes secundárias ocorreu somente pela inoculação da SEMIA 587 (Fig. 1). Algumas cultivares apresentaram um deslocamento maior para as raízes laterais com todas as estirpes, como, por exemplo, a cultivar FT-Abyara e BR-27 mostrando, portanto, potencial para utilização em programas de melhoramento.

A média geral do NTPA com as três estirpes foi de 50,24 mg N/pl. Trinta e sete cultivares acumularam teores de N superiores a 55,26 mg N/pl. Dessas, 17 cultivares apresentaram teores superiores a 60,28 mg N/pl.: Andrews, Bossier, BR-29, Davis, FT-Guaíra, FT-6, FT-9, FT-17, FT-20, Ivaí, J-200, MGBR-22, MSBR-18, Numbaira, OCEPAR 4, Santa Rosa e Stuart, das quais 15 acumularam teores de NTPA superiores à média com as três estirpes. As exceções foram apenas a cultivar Andrews, que apresentou resultado inferior à média quando infectada pela estirpe SEMIA 566, e a cultivar FT-17, que foi inferior quando infectada pela SEMIA 5019. As cultivares Bossier (73,32 mg N/pl.), BR-29 (67,25 mg N/pl.), J-200 (73,42 mg N/pl.), e Ivaí (67,38 mg N/pl.) acumularam 30% a mais de NTPA do que a média geral. A cultivar Stuart esteve próxima desse grupo, apresentando 65,26 mg N/pl.

Em relação às plantas com desempenho simbiótico inferior, 37 cultivares acumularam 10% a menos de NTPA do que a média geral com todas as estirpes, ou seja, um acúmulo inferior a 45,21 mg N/pl., e 18 dessas cultivares acumularam 20% a menos, 40,19 mg N/pl. Finalmente, cinco cultivares acumularam valores inferiores a 35,16 mg N/pl., correspondentes a 30% menos do que a média geral do experimento. As cinco cultivares que apresentaram pior desempenho foram a BR-7 (34,49 mg N/pl.), EMBRAPA 9 (30,75 mg N/pl.), EMGOPA-313 (34,60 mg N/pl.), FT-Canarana (29,24 mg N/pl.) e Paranagoiana (32,75 mg N/pl.). Dessas, a BR-7 apresentou um desempenho superior ao da média geral com a SEMIA 587 e a EMGOPA-313 e a Paranagoiana apresentaram bom desempenho com a SEMIA 566.

Os parâmetros de NN, MNS, MPAS e NTPA foram analisados estatisticamente para a obtenção das matrizes de correlação. As correlações entre o NN e o NTPA, embora significativas a 1% devido ao grande número de pontos da correlação, foram baixas,  $r=0,34$ ,  $r=0,58$  e  $r=0,31$ , respectivamente com as estirpes SEMIA 5019, SEMIA 566 e SEMIA 587. Valores de  $r$  mais elevados foram obtidos entre a MNS e o NTPA,  $r=0,80$  (SEMIA 5019),  $r=0,74$  (SEMIA 566) e  $r=0,86$  (SEMIA 587), também significativos a 1%. As correlações mais elevadas e significativas a 1% foram verificadas entre os parâmetros MPAS e NTPA, com todas as estirpes: SEMIA 5019 (0,94), SEMIA 566 (0,87) e SEMIA 587 (0,88).

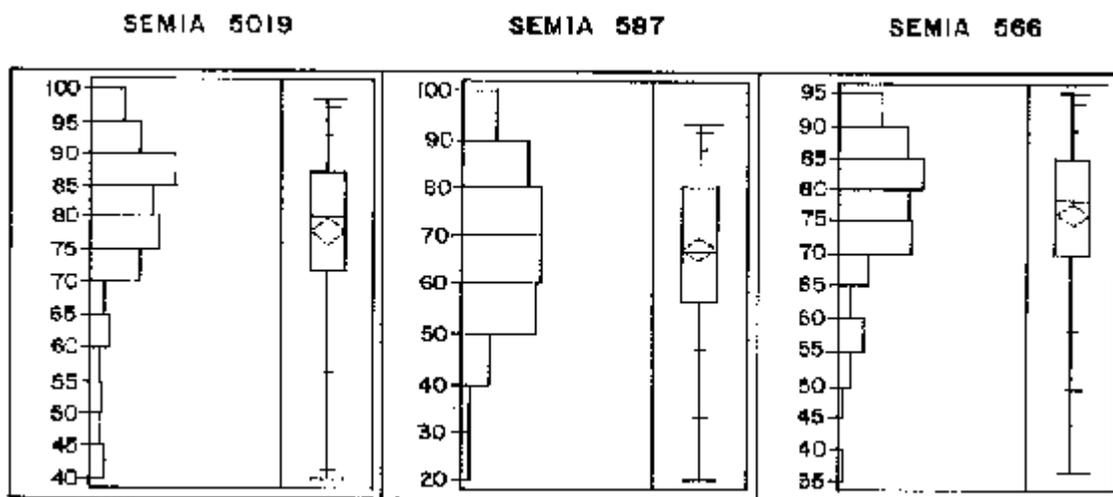


FIG. 1. Histograma relativo à porcentagem de nódulos na coroa das raízes de 152 cultivares de soja, infectadas com as estirpes de *B. elkanii* SEMIA 5019, SEMIA 587 e SEMIA 566. Ao lado direito de cada histograma está a representação estatística gráfica, onde os eixos verticais representam os valores mínimos e máximos nas extremidades e 10% e 90% nas proximidades do retângulo. As extremidades do retângulo indicam 25% e 75% dos valores. A linha imaginária que corta o losango ao meio indica o valor médio, e as suas extremidades, o intervalo de confiança dessa média a 95%. Médias de três repetições. As plantas foram coletadas cinco semanas após o plantio.

A importância do genótipo da soja para o bom desempenho do processo da fixação biológica do  $N_2$  já havia sido ressaltada desde os primeiros ensaios conduzidos no Brasil (Döbereiner & Arruda, 1967), mas, nos últimos anos, apenas alguns poucos estudos, como o conduzido por Galli (1987), investigaram o desempenho de novas cultivares quanto à capacidade simbiótica. Na ausência de uma avaliação contínua das características relacionadas à fixação do  $N_2$  nos programas de melhoramento, podem ocorrer perdas genéticas em relação à capacidade simbiótica. Neste trabalho ficou evidenciado que, nos últimos anos, o programa de melhoramento da soja no Brasil não tem, muitas vezes, considerado a capacidade da soja de fixar  $N_2$ . Como exemplo, pode-se citar as cultivares Bossier e Davis com melhor desempenho do que as cultivares BR-16, BR-23, BR-24, FT-7, FT-9, IAC-11, MG BR-22, MS BR-21, Numbaira, OCEPAR 2, OCEPAR 6, OCEPAR 11, OCEPAR 14 e Paranaíba, que resultaram de cruzamentos com aquelas cultivares.

Foram constatadas grandes diferenças entre as cultivares, em número e massa nodular, mas nenhum dos genótipos foi capaz de restringir a nodulação com nenhum dos três sorogrupos estabelecidos nos solos brasileiros. Essa informação auxiliaria a introdução de novas estirpes promissoras (como a CPAC 7) em áreas com populações elevadas, como é o caso da Região Sul com a SEMIA 587 (Freire, 1977), e da Região do Cerrado com a SEMIA 566 (Vargas et al., 1993). A restrição à nodulação com as estirpes estabelecidas nos solos brasileiros, portanto, deve continuar a ser procurada na coleção de germoplasma da soja.

De um modo geral, houve uma concentração maior de nódulos na coroa da raiz, com um pequeno deslocamento para as raízes laterais pela inoculação com a SEMIA 587. A nodulação na coroa da raiz é essencial para o bom desenvolvimento da soja, visto que esses nódulos garantem o suprimento adequado de N para a planta desde o estágio inicial de seu desenvolvimento, mas a importância da nodulação nas raízes laterais, em relação à nodulação na coroa, ainda não está estabelecida. No feijoeiro, a nodulação nas raízes laterais pode incrementar o período ativo de fixação, resultando em maior acúmulo de N nos tecidos (Wolyn

et al., 1989; Hardarson et al., 1993). Mas, a nodulação é um processo auto-regulado pela planta e a formação de nódulos na raiz primária inibe a nodulação posterior (Pierce & Bauer, 1983). Desse modo, uma grande concentração de nódulos na coroa pode inibir a nodulação nas raízes secundárias. Torna-se importante, portanto, investigar os benefícios que a nodulação secundária pode trazer à nutrição nitrogenada da soja. A herdabilidade da nodulação em raízes secundárias de soja também poderá ser estudada, pela utilização daqueles genótipos que apresentaram essa característica com todas as estirpes como, por exemplo, a FT-Abyara e a BR-27.

As informações obtidas neste trabalho podem ser úteis em programas de melhoramento, pela identificação de parentais com maior capacidade de nodulação e fixação do N<sub>2</sub>. Exemplos de incremento nas taxas de FBN utilizando essa estratégia já foram citados em diversas espécies, como o trevo (*Trifolium* spp.) (Mytton & Skøt, 1993), e o feijão (*Phaseolus vulgaris*) (Buttery et al., 1992). No caso da soja, há relatos de seleção considerando o N das sementes proveniente da FBN (Ronis et al., 1985) e a possibilidade de seleção em gerações precoces (F<sub>2</sub>) pelo número e massa nodular e pela redução do acetileno (Burias & Planchon, 1990). Alguns valores de herdabilidade citados em programas para a soja incluem o teor de N das sementes (0,28-0,37) e o N acumulado nas sementes proveniente da fixação (0,53-0,60) (Ronis et al., 1985). Foi citado ainda que pode haver seleção e melhoramento para aumento da massa nodular da soja com a população de rizóbio já estabelecida no solo (Greder et al., 1986). A resistência a doenças é outro fator relevante que deve ser considerado nos programas de melhoramento.

O número de nódulos não apresentou uma boa correlação com o N total acumulado na parte aérea (NTPA), também relatado em outros trabalhos (Nutman, 1981; Neves et al., 1985). Já a massa nodular apresentou melhor correlação com o NTPA, confirmando observações realizadas em estudos pioneiros conduzidos no Brasil (Döbereiner, 1966). Correlações elevadas e altamente significativas foram constatadas entre a MPAS e o NTPA das cultivares com as três estirpes analisadas. Deste modo, os resultados deste trabalho confirmam os obtidos por Haydock et al. (1980), de que, nos ensaios preliminares para seleção de linhagens promissoras para a FBN, sob condições axênicas e na ausência de N mineral, o parâmetro N acumulado nos tecidos apresenta correlação com a massa acumulada pelas plantas.

## CONCLUSÕES

1. As 152 cultivares de soja, infectadas pelas estirpes SEMIA 566, SEMIA 5019 e SEMIA 587 não mostram restrição à nodulação por essas estirpes.
2. Verificam-se diferenças marcantes entre as cultivares quanto ao potencial de nodulação e fixação do N<sub>2</sub>.
3. A determinação do parâmetro de massa da parte aérea seca é suficiente para a seleção das simbioses mais promissoras com a soja, em casa de vegetação e na ausência de N mineral, não sendo necessário avaliar o N total dos tecidos.

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Leones Almeida (CNPSo), pela colaboração em todas as etapas deste trabalho, ao Dr. Milton A. T. Vargas (CPAC), pelas sugestões dadas, e aos pesquisadores Maria Cristina Neves de Oliveira e José Erivaldo Pereira, pelo auxílio nas análises estatísticas; aos funcionários do Laboratório de Microbiologia do Solo, Lígia Maria de O. Chueire e Rinaldo B. Conceição, pelo auxílio técnico imprescindível na condução dos experimentos; ao CNPq (520017/94-3), pelo financiamento parcial do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D.S.; HAMAKAWA, R.J. Estimativa do número de células viáveis de rizóbio no solo e em inoculantes por infecção em plantas. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. (Eds.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p.63-94.
- BROSE, E.; FREIRE, J.R.J.; MÜLLER, L. Relações entre genótipos de soja (*Glycine max* [L.] Merrill), fixação simbiótica do nitrogênio e rendimento de grãos. **Agronomia Sulriograndense**, Santa Maria, v.15, p.179-198, 1979.
- BURIAS, N.; PLANCHON, C. Increasing soybean productivity through selection for nitrogen fixation. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, p.1031-1034, 1990.

- BUTTERY, B.R.; PARK, S.J.; HUME, D.J. Potential for increasing nitrogen fixation in grain legumes. **Canadian Journal of Plant Sciences**, Ottawa, v.72, p.323-349, 1992.
- CALDWELL, B.E. Inheritance of a strain-specific ineffective nodulation in soybean. **Crop Science**, Madison, v.6, p.427-428, 1966.
- DEVINE, T.E. Genetic studies of soybean host cultivar interactions with *Rhizobium* strains. **Soybean Genetic Newsletter**, Ames, v.3, p.19-20, 1976.
- DEVINE, T.E.; KUYKENDALL, L.D.; O'NEILL, J.J. The *Rj4* allele in soybean represses nodulation by chlorosis-inducing bradyrhizobia classified as DNA homology group II by antibiotic resistance profiles. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v.80, p.33-37, 1990.
- DÖBEREINER, J. Evaluation of nitrogen fixation in legumes by the regression of total plant nitrogen with nodule weight. **Nature**, London, v.210, p.850-852, 1966.
- DÖBEREINER, J.; ARRUDA, N.B. Interrelações entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.2, p.475-487, 1967.
- DUNIGAN, E.P.; BOLLIICH, P.K.; HUTCHINSON, R.L.; HICKS, P.M.; ZAUNBRECHER, F.C.; SCOTT, S.G.; MOWERS, R.P. Introduction and survival of an inoculant strain of *Rhizobium japonicum* in soil. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.463-466, 1984.
- D'UTRA, G. Nova cultura experimental da soja. **Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas**, Campinas, v.10, n.9, p.582-587, 1899.
- FAO (Roma, Itália). **Quarterly Bulletin of Statistics**, Rome, v.6, p.66, 1993.
- FEIJE, F.; ANGER, V. Spot tests in inorganic analyses. **Analytical Chemistry Acta**, Netherlands, v.149, p.363-367, 1972.
- FREIRE, J.R. Inoculation of soybeans. In: VINCENT, J.M.; WHITNEY, A.S.; BOSE, J. (Eds.). **Exploiting the legume-Rhizobium symbiosis in tropical agriculture**. Maui: Niftal, 1977. p.335-379. (College of Tropical Agriculture Miscellaneous Publication, 145).
- GALLI, L.V. **Avaliação de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* para a eficiência simbiótica**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1987. 137p. Dissertação de Mestrado.
- GREDER, R.R.; ORF, J.H.; LAMBERT, J.W. Heritabilities and associations of nodule mass and recovery of *Bradyrhizobium japonicum* serogroup USDA 110 in soybean. **Crop Science**, Madison, v.26, p.33-37, 1986.
- HARDARSON, G.; BLISS, F.A.; GIGALES-RIVERO, M.R.; HENSON, R.A.; KIPE-NOLT, J.A.; LONGERI, L.; MANRIQUE, A.; PEÑA- CABRIALES, J.J.; PEREIRA, P.A.A.; SANABRIA, C.A.; TSAI, S.M. Genotypic variation in biological nitrogen fixation by common bean. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.159, p.59-70, 1993.
- HARDY, R.W.F.; HAVELKA, U.D. Photosynthate as a major factor limiting nitrogen fixation by field grown legumes with emphasis on soybeans. In: NUTMAN, P.S. (Ed.). **Symbiotic nitrogen fixation in plants**. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1976. p.421-439.
- HAYDOCK, K.P.; NORRIS, D.O.; TMANNETJE, L. The relation between nitrogen percent and dry weight of inoculated legumes *Rhizobium* effectiveness. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.57, p.353-362, 1980.
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. Fixação biológica do nitrogênio na soja. In: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Eds.). **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p.9-89.
- KNIGHT, P.T. **Brazilian agricultural technology and trade: a study of five commodities**. New York: Praeger Publishers Inc., 1971. 224p.
- KUYKENDALL, L.D.; SAXENA, B.; DEVINE, T.E.; UDELL, S.E. Genetic diversity in *Bradyrhizobium japonicum* Jordan 1982 and a proposal for *Bradyrhizobium elkanii* sp. nov. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.38, p.501-505, 1992.
- MORSE, W.J. History of soybean production. In: MARKLEY, K.L. (Ed.). **Soybeans and soybean products**. New York: Interscience Publ. Inc., 1950. v.1, p.3-59.
- MYTTON, L.; SKØT, L. Breeding for improved symbiotic nitrogen. In: HAYWARD, M.D.; BOSEMARK, N.O.; ROMAGOSA, I. (Eds.). **Plant breeding: principles and prospects**. London: Chapman & Hall, 1993. p.451-472.

- NEVES, M.C.P.; HUNGRIA, M. The physiology of nitrogen fixation in tropical grain legumes. **CRC Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.6, p.267-321, 1987.
- NEVES, M.C.P.; DIDONET, A.D.; DUQUE, F.F.; DÖBEREINER, J. *Rhizobium* strain effects on nitrogen transport and distribution in soybeans. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.36, n.169, p.1179-1192, 1985.
- NUTMAN, P.S. Hereditary host factors affecting nodulation and nitrogen fixation. In: GIBSON, A.H.; NEWTON, W.E. (Eds.). **Current perspectives in nitrogen fixation**. Camberra: Australian Academy of Science, 1981. p.194-204.
- OLIVEIRA, L.A.; VIDOR, C. Capacidade competitiva de estirpes de *Rhizobium japonicum* em solos com alta população deste *Rhizobium*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.49-55, 1984.
- PERES, J.R.R. **Seleção de estirpes de *Rhizobium japonicum* e competitividade por sítios de infecção nodular em cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill**. Porto Alegre: UFRGS-FA, 1979. 81p. Dissertação de Mestrado.
- PERES, J.R.R.; VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R. Variabilidade de eficiência em fixar nitrogênio entre isolados de uma mesma estirpe de *Rhizobium japonicum*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.193-196, 1984.
- PIERCE, M.; BAUER, W.D. A rapid regulatory response governing nodulation in soybean. **Plant Physiology**, Rockville, v.90, p.1347-1352, 1983.
- RONIS, D.H.; SAMMONS, D.J.; KENWORTHY, W.J.; MEISINGER, J.J. Heritability of total and fixed nitrogen content of the seed in two soybeans populations. **Crop Science**, Madison, v.25, p.1-4, 1985.
- TRIPLETT, E.W.; SADOWSKY, M.J. Genetics of competition for nodulation of legumes. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v.46, p.399-428, 1992.
- VARGAS, M.A.T.; MENDES, I. de C.; SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. **Dois novas estirpes de rizóbio para a inoculação da soja**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1992. 3p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado técnico 62).
- VARGAS, M.A.T.; MENDES, I. de C.; SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. Serological distribution of *Bradyrhizobium japonicum* from Brazilian - "Cerrados" areas under soybean cultivation. **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.24, n.4, p.239-243, 1993.
- VARGAS, M.A.T.; PERES, J.R.R.; SUHET, A.R. Fixação de nitrogênio atmosférico pela soja em solos de cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, p.20-23, 1982.
- VEST, G.; GRANT, C.; CALDWELL, B.E. *Rj<sub>4</sub>*-A gene conditioning ineffective nodulation in soybeans. **Crop Science**, Madison, v.12, p.692-694, 1972.
- VEST, G.; WEBER, D.F.; SLOGER, C. Nodulation and nitrogen fixation. In: CALDWELL, B.E. (Ed.). **Soybeans: improvement, production, and uses**. Madison: ASA, 1973. p.353-390.
- VINCENT, J.M. **Manual for the practical study of root nodule bacteria**. Oxford: Blackwell, 1970. 164p. (IBP Handbook, 15).
- WILSON, P.W. **The biochemistry of symbiotic nitrogen fixation**. Madison: University of Wisconsin Press, 1940. 130p.
- WILLIAMS, L.F.; LYNCH, D.L. Inheritance of a non-nodulating character in the soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.46, p.28-29, 1954.
- WOLYN, O.J.; ATTEWEL, J.; LUDDEN, P.W.; BLISS, F.A. Indirect measures of N<sub>2</sub> fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under field conditions: the role of lateral root nodules. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.113, p.181-187, 1989.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. **Sistema de Análise Estatística - SANEST**. Registro SEI Nº 066060. Pelotas: UFPEL, 1982. 161p.