

# 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.

## 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).

<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.

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 excluam 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 óptica 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.

### 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 contro-

ladas, 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.

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

Cultivares	Nome fantasia	Genealogia	Maturação (dias)
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

Continua..

TABELA 1. Continuação.

Cultivares	Nome fantasia	Genealogia	Maturação (dias)
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	Inaé	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	Jáú	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

Continua...

TABELA 1. Continuação.

Cultivares	Nome fantasia	Genealogia	Maturação (dias)
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 Louisiana)	114
Ivai		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		Ivai 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 Viçoja	138
UFV-5		Mineira X UFV-1	152

Continua..

TABELA 1. Continuação.

Cultivares	Nome fantasia	Genealogia	Maturação (dias) <sup>1</sup>
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.

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>2</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 cfg
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	1,37 abcdef	285 abc	52 abcdefg	Numbaíra	58 ab	1,42 abcdef	239 abc	58 abcdefg

Continua...

TABELA 2. Continuação.

Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA	Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA
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-Guaíra	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 bodef	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-Florcarin	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 abcdef	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 abcdefg
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 bodef	102 abc	22 bodef
MS BR-17	52 ab	1,33 abcdef	242 abc	47 abcdefg	UFV/TM 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	Vijója	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 ( $P \leq 0,05$ ).

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.

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 'Ivai' 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 forma-

ção 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

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 abcd	1,20 abcd	137 abedef	49 abcd	Doko	37 abcd	1,17 abcd	120 bcdef	42 abcd
BABR-31	37 abcd	1,28 abcd	150 abedef	53 abcd	Dourados	45 abcd	1,16 abcd	120 bcdef	54 abcd
Bossier	70 a	1,64 ab	178 abcd	76 a	EMBRAPA1	37 abcd	1,20 abcd	149 abcd	49 abcd
BR-1	32 abcd	0,95 abcd	116 bcdef	39 abcd	EMBRAPA2	43 abcd	1,46 abcd	201 abc	59 abcd
BR-2	50 abcd	0,77 cd	109 cdef	34 cde	EMBRAPA3	44 abcd	1,08 abcd	136 abcd	41 abcd
BR-3	59 abcd	0,96 abcd	115 bcdef	42 abcd	EMBRAPA4	44 abcd	1,35 abcd	156 abcd	54 abcd
BR-4	42 abcd	1,33 abcd	153 abedef	54 abcd	EMBRAPA5	44 abcd	1,02 abcd	126 abcd	46 abcd
BR-5	38 abcd	1,41 abcd	133 abcd	50 abcd	EMBRAPA9	28 abcd	0,84 bcd	103 def	36 bcd
BR-6	35 abcd	1,38 abcd	140 abcd	55 abcd	EMGOPA301	44 abcd	1,25 abcd	149 abcd	56 abcd
BR-7	42 abcd	0,99 abcd	133 abcd	33 cde	EMGOPA302	34 abcd	0,89 bcd	103 def	32 de
BR-8	34 abcd	0,94 abcd	111 cdef	40 abcd	EMGOPA303	39 abcd	1,02 abcd	115 bcdef	41 abcd
BR-12	39 abcd	0,87 bcd	110 cdef	43 abcd	EMGOPA304	35 de	1,08 abcd	121 bcdef	44 abcd
BR-13	45 abcd	1,24 abcd	141 abcd	57 abcd	EMGOPA305	29 cde	1,08 abcd	136 abcd	43 abcd
BR-14	59 abcd	1,21 abcd	150 abcd	52 abcd	EMGOPA306	32 cde	1,23 abcd	119 bcdef	50 abcd
BR-15	38 abcd	1,29 abcd	119 bcdef	45 abcd	EMGOPA307	56 abcd	1,57 abc	171 abcd	65 abcd
BR-16	64 abcd	1,33 abcd	164 abcd	57 abcd	EMGOPA309	53 abcd	1,54 abc	157 abcd	70 abcd
BR-23	41 abcd	1,16 abcd	146 abcd	44 abcd	EMGOPA313	32 bcd	1,04 abcd	129 abcd	50 abcd
BR-24	45 abcd	1,18 abcd	152 abcd	47 abcd	FT-1	36 abcd	1,04 abcd	121 bcdef	40 abcd
BR-27	42 abcd	0,98 abcd	123 bcdef	45 abcd	FT-2	51 abcd	1,30 abcd	160 abcd	65 abcd
BR-28	44 abcd	1,17 abcd	125 abcd	41 abcd	FT-3	59 abcd	1,05 abcd	129 abcd	47 abcd
BR-29	55 abcd	1,46 abcd	161 abcd	69 abcd	FT-4	50 abcd	1,45 abcd	160 abcd	66 abcd
BR-30	41 abcd	1,21 abcd	140 abcd	47 abcd	FT-5	46 abcd	1,51 abc	144 abcd	57 abcd
BR-32	29 cde	1,14 abcd	126 abcd	46 abcd	FT-6	57 abcd	1,39 abcd	134 abcd	59 abcd
BR-35	39 abcd	1,14 abcd	135 abcd	51 abcd	FT-7	26 de	1,18 abcd	113 cdef	44 abcd
BR-36	33 abcd	1,49 abc	135 abcd	52 abcd	FT-8	60 abcd	1,30 abcd	143 abcd	51 abcd
BR-37	56 abcd	1,43 abcd	191 abcd	58 abcd	FT-9	39 abcd	1,24 abcd	137 abcd	55 abcd
BR-38	36 abcd	1,52 abc	131 abcd	70 abcd	FT-10	32 bcd	1,23 abcd	130 abcd	50 abcd
BR/EMGOPA312	42 abcd	1,21 abcd	130 abcd	47 abcd	FT-11	43 abcd	1,41 abcd	142 abcd	54 abcd
Bragg	40 abcd	1,23 abcd	133 abcd	46 abcd	FT-12	40 abcd	1,22 abcd	153 abcd	43 abcd
CAC-1	36 abcd	1,00 abcd	109 cdef	35 bcd	FT-14	47 abcd	1,34 abcd	142 abcd	45 abcd
Campos Gerais	56 abcd	1,46 abcd	150 abcd	59 abcd	FT-16	35 abcd	0,99 abcd	124 abcd	44 abcd
CEP10	52 abcd	1,30 abcd	139 abcd	62 abcd	FT-17	70 a	1,76 a	219 a	74 ab
CEP12 - Cambará	60 abcd	1,29 abcd	150 abcd	49 abcd	FT-18	58 abcd	1,39 abcd	159 abcd	62 abcd
CEP20 - Guajuvira	41 abcd	0,92 abcd	116 bcdef	37 bcd	FT-19	47 abcd	1,34 abcd	151 abcd	58 abcd
Cobb	26 de	0,98 abcd	125 abcd	41 abcd	FT-20	54 abcd	1,29 abcd	127 abcd	58 abcd
Davis	49 abcd	1,41 abcd	154 abcd	56 abcd	FT-Abyara	42 abcd	1,14 abcd	127 abcd	45 abcd
FT-Bahia	41 abcd	1,25 abcd	135 abcd	57 abcd	MSBR-34	37 abcd	1,12 abcd	143 abcd	45 abcd
FT-Canarana	22 e	0,63 d	72 f	25 e	MSBR-39	40 abcd	1,36 abcd	140 abcd	52 abcd
FT-Cometa	42 abcd	1,22 abcd	148 abcd	49 abcd	Nova IAC-7	39 abcd	0,80 cd	103 def	33 cde
FT-Cristalina	38 abcd	1,16 abcd	122 bcdef	42 abcd	Numaíra	47 abcd	1,22 abcd	132 abcd	52 abcd
FT-Estrela	41 abcd	1,25 abcd	141 abcd	51 abcd	OCEPAR2	66 abc	1,34 abcd	152 abcd	61 abcd
FT-Eureka	59 abcd	1,48 abc	162 abcd	59 abcd	OCEPAR3	53 abcd	1,03 abcd	137 abcd	44 abcd
FT-Guaira	46 abcd	1,42 abcd	140 abcd	54 abcd	OCEPAR4	66 abc	1,51 abc	162 abcd	56 abcd
FT-Jatobá	42 abcd	1,20 abcd	138 abcd	49 abcd	OCEPAR5	44 abcd	1,21 abcd	135 abcd	54 abcd
FT-Manacá	45 abcd	0,86 bcd	121 bcdef	40 abcd	OCEPAR6	57 abcd	1,38 abcd	155 abcd	63 abcd
FT-Maracajú	54 abcd	1,40 abcd	133 abcd	58 abcd	OCEPAR7	50 abcd	1,61 abc	176 abcd	60 abcd
FT-Seriema	36 abcd	0,96 abcd	111 cdef	42 abcd	OCEPAR8	40 abcd	1,28 abcd	139 abcd	56 abcd
GOBR-25	60 abcd	1,35 abcd	142 abcd	64 abcd	OCEPAR9	34 abcd	1,37 abcd	156 abcd	51 abcd
IAC-2	40 abcd	1,06 abcd	134 abcd	40 abcd	OCEPAR10	47 abcd	1,19 abcd	141 abcd	50 abcd
IAC-4	53 abcd	1,53 abc	174 abcd	61 abcd	OCEPAR11	26 de	1,09 abcd	116 bcdef	39 abcd
IAC-5	56 abcd	1,07 abcd	140 abcd	47 abcd	OCEPAR13	50 abcd	1,11 abcd	144 abcd	53 abcd
IAC-6	39 abcd	1,25 abcd	157 abcd	50 abcd	OCEPAR14	43 abcd	1,14 abcd	137 abcd	49 abcd
IAC-7	52 abcd	1,52 abc	209 ab	61 abcd	Pétrola	34 abcd	1,09 abcd	118 bcdef	44 abcd
IAC-8	51 abcd	1,17 abcd	149 abcd	57 abcd	Paraná	50 abcd	1,42 abcd	158 abcd	56 abcd
IAC-9	30 cde	0,92 bcd	114 bcdef	38 abcd	Paranaíba	34 abcd	0,88 bcd	106 def	35 bcd
IAC-11	35 abcd	1,05 abcd	120 bcdef	34 cde	Paranaoiana	38 abcd	1,37 abcd	149 abcd	54 abcd
IAC-12	40 abcd	1,32 abcd	147 abcd	44 abcd	Planalto	36 abcd	1,35 abcd	135 abcd	50 abcd
IAC-13	43 abcd	1,18 abcd	185 abcd	52 abcd	RS 5-Esméralda	44 abcd	1,00 abcd	128 abcd	39 abcd
IAC-15	50 abcd	1,39 abcd	152 abcd	63 abcd	RS 6-Guassupi	42 abcd	1,16 abcd	124 abcd	53 abcd

Continua..

TABELA 3. Continuação.

Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA	Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA
IAC-16	28 cde	0,83 bed	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 abed	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
Ivaí	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 abc	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/TM-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	Vigôja	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 ( $P \leq 0,05$ ).

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.

**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 abede	144 abcd	59 a
BA BR-31	47 abcd	1.30 abede	150 abcd	52 a	Dourados	32 abcd	0.95 abede	141 abcd	43 a
Bossier	45 abcd	1.67 abc	230 a	74 a	EMBRAPA 1	36 abcd	1.16 abede	157 abcd	42 a
BR-1	35 abcd	1.02 abede	156 abcd	49 a	EMBRAPA 2	23 cd	0.99 abede	132 abcd	37 a
BR-2	33 abcd	1.08 abede	142 abcd	57 a	EMBRAPA 3	31 abcd	0.75 bcde	105 abcd	30 a
BR-3	48 abcd	0.92 abede	112 abcd	32 a	EMBRAPA 4	29 bcd	1.13 abede	147 abcd	41 a
BR-4	32 abcd	1.15 abede	132 abcd	43 a	EMBRAPA 5	28 bcd	1.64 abede	210 abcd	67 a
BR-5	32 abcd	1.17 abede	146 abcd	46 a	EMBRAPA 9	31 abcd	0.77 abede	141 abcd	41 a
BR-6	33 abcd	1.23 abede	180 abcd	54 a	EMGOPA301	35 abcd	0.76 bcde	117 abcd	36 a
BR-7	36 abcd	1.20 abede	175 abcd	51 a	EMGOPA302	38 abcd	1.24 abede	148 abcd	49 a
BR-8	32 abcd	1.07 abede	160 abcd	51 a	EMGOPA303	36 abcd	0.80 abede	140 abcd	38 a
BR-12	22 cd	0.87 abede	119 abcd	44 a	EMGOPA304	43 abcd	0.92 abede	129 abcd	36 a
BR-13	36 abcd	1.67 abcd	217 abc	67 a	EMGOPA305	26 bcd	1.09 abede	152 abcd	44 a
BR-14	42 abcd	1.26 abede	184 abcd	51 a	EMGOPA306	42 abcd	1.29 abede	141 abcd	41 a
BR-15	45 abcd	1.31 abede	157 abcd	47 a	EMGOPA307	27 bcd	1.11 abede	123 abcd	35 a
BR-16	26 bcd	0.85 abede	96 cd	40 a	EMGOPA309	42 abcd	1.15 abede	134 abcd	30 a
BR-23	33 abcd	1.22 abede	178 abcd	55 a	EMGOPA313	26 bcd	0.71 cde	102 bcd	29 a
BR-24	33 abcd	1.43 abede	176 abcd	62 a	FT-1	33 abcd	1.40 abede	185 abcd	58 a
BR-27	32 abcd	1.37 abede	191 abcd	61 a	FT-2	44 abcd	1.16 abede	171 abcd	57 a
BR-28	37 abcd	1.18 abede	176 abcd	57 a	FT-3	29 bcd	0.97 abede	124 abcd	48 a
BR-29	34 abcd	1.79 ab	171 abcd	66 a	FT-4	31 abcd	1.18 abede	149 abcd	51 a
BR-30	52 abcd	1.19 abede	140 abcd	48 a	FT-5	36 abcd	1.01 abede	139 abcd	38 a
BR-32	29 bcd	0.88 abede	126 abcd	47 a	FT-6	38 abcd	1.25 abede	179 abcd	60 a
BR-35	35 abcd	1.33 abede	184 abcd	59 a	FT-7	44 abcd	1.41 abede	147 abcd	52 a
BR-36	25 cd	1.38 abede	175 abcd	56 a	FT-8	55 abc	0.91 abede	119 abcd	26 a
BR-37	36 abcd	0.90 abede	130 abcd	46 a	FT-9	40 abcd	1.50 abede	180 abcd	73 a
BR-38	34 abcd	1.46 abede	164 abcd	63 a	FT-10	30 bcd	1.37 abede	177 abcd	58 a
BR/EMGOPA312	28 bcd	1.01 abede	135 abcd	48 a	FT-11	39 abcd	1.47 abede	176 abcd	64 a
Bragg	42 abcd	1.38 abede	218 abc	56 a	FT-12	45 abcd	1.39 abede	188 abcd	57 a
CAC-1	43 abcd	1.25 abede	184 abcd	58 a	FT-14	36 abcd	1.10 abede	142 abcd	51 a
Campos Gerais	41 abcd	1.34 abede	179 abcd	56 a	FT-16	39 abcd	1.19 abede	188 abcd	57 a
CEP 10	27 bcd	1.35 abede	146 abcd	53 a	FT-17	32 abcd	1.45 abede	193 abcd	70 a
CEP12 - Cambaú	34 abcd	1.21 abede	163 abcd	51 a	FT-18	36 abcd	0.87 abede	112 abcd	33 a
CEP20 - Guaiuvira	34 abcd	0.90 abede	123 abcd	46 a	FT-19	40 abcd	1.18 abede	162 abcd	52 a
Cobb	29 bcd	1.13 abede	111 abcd	53 a	FT-20	43 abcd	1.19 abede	184 abcd	56 a
Davis	40 abcd	1.20 abede	171 abcd	60 a	FT-Abyara	64 a	1.50 abede	178 abcd	56 a
FT-Bahia	28 bcd	1.04 abede	108 abcd	36 a	MS BR-34	36 abcd	0.81 abede	117 abcd	30 a
FT-Canarana	33 abcd	0.90 abede	136 abcd	39 a	MS BR-39	36 abcd	1.44 abede	168 abcd	63 a
FT-Cometa	38 abcd	0.96 abede	137 abcd	45 a	Nova IAC-7	40 abcd	0.90 abede	123 abcd	39 a
FT-Cristalina	33 abcd	1.30 abede	194 abcd	59 a	Numbaira	43 abcd	1.47 abede	146 abcd	72 a
FT-Estrela	38 abcd	1.10 abede	130 abcd	45 a	OCEPAR 2	46 abcd	1.47 abede	208 abcd	68 a
FT-Eureka	33 abcd	1.48 abede	183 abcd	58 a	OCEPAR 3	33 abcd	0.61 de	114 abcd	26 a
FT-Guaira	38 abcd	1.66 abcd	188 abcd	69 a	OCEPAR 4	59 ab	1.49 abede	202 abcd	69 a
FT-Jatobá	33 abcd	1.43 abede	170 abcd	60 a	OCEPAR 5	24 cd	1.40 abede	167 abcd	56 a
FT-Manacá	32 abcd	1.41 abede	207 abcd	66 a	OCEPAR 6	34 abcd	0.94 abede	107 abcd	33 a
FT-Maracajú	36 abcd	1.33 abede	143 abcd	62 a	OCEPAR 7	40 abcd	1.38 abede	192 abcd	63 a
FT-Seriema	30 bcd	0.59 e	91 d	22 a	OCEPAR 8	38 abcd	1.20 abede	156 abcd	51 a
GO BR-25	34 abcd	0.89 abede	111 abcd	38 a	OCEPAR 9	25 cd	0.93 abede	118 abcd	41 a
IAC-2	35 abcd	1 abede	153 abcd	42 a	OCEPAR 10	31 abcd	1.07 abede	143 abcd	52 a
IAC-4	38 abcd	0.97 abede	171 abcd	43 a	OCEPAR 11	24 cd	1.16 abede	144 abcd	50 a
IAC-5	32 abcd	1.04 abede	154 abcd	48 a	OCEPAR 13	35 abcd	1.29 abede	166 abcd	53 a
IAC-6	21 d	0.68 cde	108 abcd	29 a	OCEPAR14	37 abcd	0.92 abede	138 abcd	40 a
IAC-7	34 abcd	0.81 abede	119 abcd	38 a	Pérola	24 cd	0.73 cde	99 bcd	35 a
IAC-8	42 abcd	1.27 abede	162 abcd	50 a	Paraná	42 abcd	1.50 abede	201 abcd	66 a
IAC-9	35 abcd	1.06 abede	136 abcd	51 a	Paranaíba	27 bcd	1.33 abede	150 abcd	48 a
IAC-11	29 bcd	0.93 abede	140 abcd	42 a	Paranagoiana	32 abcd	0.81 abede	108 abcd	34 a
IAC-12	24 cd	1.09 abede	151 abcd	50 a	Pianalto	35 abcd	1.02 abede	130 abcd	50 a
IAC-13	30 bcd	1.19 abede	142 abcd	49 a	RS 5-Esmeralda	36 abcd	1.03 abede	129 abcd	37 a
IAC-15	30 bcd	1.14 abede	162 abcd	49 a	RS 6-Guassupi	35 abcd	1.83 a	199 abcd	68 a

Continua...

TABELA 4. Continuação.

Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA	Cultivares	NN	MPAS	MNS	NTPA
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
Lancoer	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<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	

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).

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

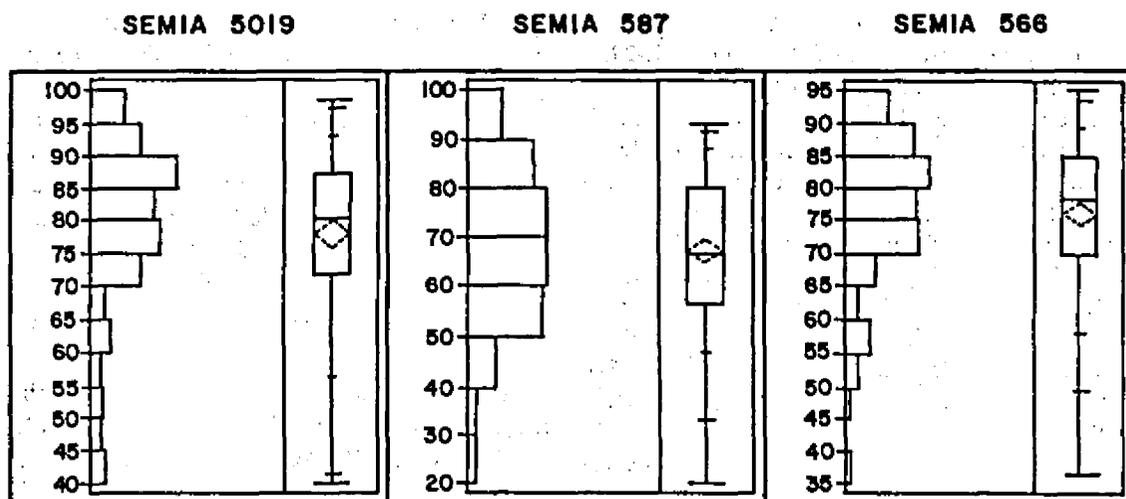


FIG. 1. Histograma relativo à porcentagem de nódulos na coroa das raízes de 152 cultivares de soja, infectadas com as estirpes de *B. elkanii* SEMIA 5019, SEMIA 587 e SEMIA 566. Ao lado direito de cada histograma está a representação estatística gráfica, onde os eixos verticais representam os valores 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.

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, Numbafra, 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 peque-

no 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  $N_2$ . Exemplos de incremento nas taxas de FBN utilizando essa estratégia já foram citados em diversas espécies, como o trevo (*Trifolium* spp.) (Mytton & Sköt, 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 ( $F_2$ ) 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  $N_2$ .

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, Lúgia 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.; BOLlich, 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 Agronômico de Campinas*, Campinas, v.10, n.9, p.582-587, 1899.
- FAO (Roma, Itália). *Quarterly Bulletin of Statistics*, Rome, v.6, p.66, 1993.
- FELJE, 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.). *Microorganismos 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 elkanti* 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. Duas 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.  $Rj_4$ -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  $N_2$  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.