

1780

NPSO

002

FL-11780

Documentos

ISSN 1516-781X
Dezembro, 2002

197

RESULTADOS DE PESQUISA DA EMBRAPA SOJA - 2001

Microbiologia de Solos

Resultados de pesquisa da
2002 FL-11780



40679-1

Embrapa



República Federativa do Brasil

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Marcus Vinicius Pratini de Moraes
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Márcio Fontes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast
José Honório Accarini
Sérgio Fausto

Urbano Campos Ribeiral
membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari

Bonifacio Hideyuki Nakasu
José Roberto Rodrigues Peres
Diretores-Executivos

Embrapa Soja

Caio Vidor
Chefe-Geral

José Renato Bouças Farias

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Alexandre José Cattelan

Chefe Adjunto de Comunicação e Negócios

Vania Beatriz Rodrigues Castiglioni

Chefe Adjunto de Administração

Exemplares desta publicação podem ser solicitadas a:

Área de Negócios Tecnológicos da Embrapa Soja

Caixa Postal 231 - Distrito de Warta

86001-970 - Londrina, PR

Telefone 43 3371-6000 Fax 43 3371-6100

As informações contidas neste documento somente poderão ser reproduzidas com a autorização expressa do Comitê de Publicações da Embrapa Soja



ISSN 1516-781X

Dezembro, 2002

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 197

RESULTADOS DE PESQUISA DA EMBRAPA SOJA - 2001

Microbiologia de Solos

Organizado por:

Clara Beatriz Hoffmann-Campo
Embrapa Soja

Odilon Ferreira Saraiva
Embrapa Soja

Londrina, PR
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Soja

Rodovia Carlos João Strass - Distrito de Warta

Caixa Postal, 231 - CEP: 86001-970

Fone: (43) 3371 6000

Fax: (43) 3371 6100

<http://www.cnpso.embrapa.br>

E-mail: sac@cnpso.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *José Renato Bouças Farias*

Secretária-Executiva: *Clara Beatriz Hoffmann Campo*

Membros: *Alvaro Manuel Rodrigues de Almeida*

Ivan Carlos Corso

José de Barros França Neto

José Francisco Ferraz de Toledo

Léo Pires Ferreira

Norman Neumaier

Odilon Ferreira Saraiva

Supervisor editorial: *Odilon Ferreira Saraiva*

Normalização bibliográfica: *Ademir B. Alves de Lima*

Editoração eletrônica: *Helvio Borini Zemuner*

1ª edição

1ª impressão (12/2002): tiragem 400 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Resultados de pesquisa da Embrapa Soja - 2001:
microbiologia de solos / organizado por Clara Beatriz
Hoffmann-Campo, Odilon Ferreira Saraiva. - Londrina:
Embrapa Soja, 2002.
42p. ; 25,5cm. - (Documentos / Embrapa Soja, ISSN
1516-781X; n.197)

1.Soja-Microbiologia do solo-Brasil.2.Microbiologia do
solo. I.Hoffmann-Campo, Clara Beatriz (Org). II. Saraiva,
Odilon Ferreira (Org). III.Título. IV.Série.

CDD 633.340981

APRESENTAÇÃO

Na publicação anual dos Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja, os pesquisadores desta instituição relatam os principais avanços obtidos em seus projetos de pesquisa e de transferência de tecnologia em soja, girassol e trigo. Muitos desses resultados não são conclusivos e não têm como objetivo a recomendação de tecnologias, mas registrar nossa memória técnica e informar pesquisadores, professores e assistência técnica, sobre o andamento das pesquisas, durante apenas uma safra. Sendo assim, a utilização das informações, contidas nesta publicação, por parte da assistência técnica, deve ser feita com cuidado. As tecnologias prontas para serem utilizadas no campo são discutidas em reuniões específicas e repassadas para a assistência técnica e produtores rurais, como Sistemas de Produção ou outras publicações da Série Documentos ou Circular Técnica. As de caráter emergencial, são divulgadas na forma de Comunicado Técnico, enquanto os resultados de interesse para a comunidade científica são publicados em revistas periódicas especializadas, de alcance nacional ou internacional.

Para facilitar o manuseio, a publicação foi dividida em nove volumes, contemplando os resultados dos projetos de uma área específica de conhecimento ou áreas correlatas. O presente volume apresenta os resultados obtidos em 2001, pela equipe de Microbiologia de Solos.

José Renato Bouças Farias
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Soja

SUMÁRIO

1. ASSOCIAÇÕES MICROBIANAS NA NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE SOJA	07
1.1. Interação entre espécies vegetais e microrganismos do solo em sistemas de rotação e sucessão de culturas em semeadura direta ou preparo convencional do solo (04.0.94.322-05)	09
1.1.1. Efeito de diferentes sistemas de preparo do solo e sistemas de cultivo na microbiota do solo	09
1.1.2. A fauna do solo no sistema de semeadura direta: comunidades e função no sistema edáfico	11
1.2. Diversidade microbiana e de <i>Rhizobium</i> e <i>bradyrhizobium</i> em solos cultivados com feijoeiro e soja sob os sistemas de plantio direto e plantio convencional (02.2001.327.03)	13
1.3. Identificação de estirpes de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (B. elkanii) mais eficientes e competitivas para a cultura da soja e avaliação de respostas à inoculação (02.2001.338.01)	16
1.4. Microrganismos associativos promotores do crescimento de soja (04.2001.338.03)	21
2. MAXIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO N ₂ (FBN) EM SOJA, PELO AUMENTO DA COMPETIÇÃO E EFICÁCIA DA BACTÉRIA INOCULADA EM RELAÇÃO A NATURALIZADA NO SOLO	29
2.1. Avaliação de estirpes <i>Bradyrhizobium</i> , inoculantes microbianos e métodos de inoculação, em diferentes regiões do Brasil (04.2001.340-01)	30
2.2. Compatibilidade de aplicação de inoculantes com defensivos agrícolas e micronutrientes (04.20010.340-02)	36

ASSOCIAÇÕES MICROBIANAS NA NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE SOJA

1

No. do Projeto: 04.2001.338

Líder: Mariangela Hungria

No. de subprojetos que compõem o projeto: 05

Unidades/Instituições participantes: Embrapa Soja, Embrapa Trigo, Embrapa Agrobiologia.

A soja pode suprir suas necessidades de N pelo processo de fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N_2), FBN, realizado pela simbiose com bactérias pertencentes às espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*. Com a expansão da cultura da soja no Brasil, foi constatada a ausência, em solos brasileiros, de estirpes capazes de estabelecer uma simbiose efetiva com essa leguminosa, conseqüentemente, foram trazidos, do exterior, inoculantes contendo estirpes de *Bradyrhizobium*. Concomitantemente, porém, iniciaram-se trabalhos de pesquisa para identificar estirpes adaptadas aos solos e cultivares brasileiras e, hoje, está amplamente constatado que as bactérias carregadas nos inoculantes comerciais atuais satisfazem plenamente as necessidades da soja pelo nutriente N, não sendo necessária nenhuma complementação com fertilizantes nitrogenados. Contudo, com os novos patamares de produtividade atingidos pela cultura no Brasil e com o estabelecimento, no solo, de uma população de estirpes que não são as mais eficientes de que se dispõe hoje, mas que foram introduzidas por inoculações anteriores, torna-se necessário desenvolver diversas linhas de pesquisa para incrementar os níveis de FBN encontrados atualmente. Nesse contexto, este subprojeto tem dois objetivos principais: 1) Identificar estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*/*B. elkanii* com maior capacidade de fixação do N_2 e competitividade para a cultura da soja; e 2) Avaliar as respostas à reinoculação em áreas com populações distintas de *Bradyrhizobium*. Para identificar estirpes superiores, serão utilizadas duas metodologias: 1) Isolamento de estirpes de *Bradyrhizobium*, a partir de nódulos de soja, de solos com população estabelecida por inoculações anteriores, na Região Sul e na Região dos Cerrados. Nessa população de isolados, serão realizados testes para identificar estirpes mais eficientes e competitivas; e 2) Isolar subestirpes, em condições de laboratório, a partir de estirpes elite de *Bradyrhizobium*, que serão testadas quanto à capacidade de FBN e competitividade, na busca por estirpes mais eficientes e competitivas. Para avaliar as respostas à reinoculação, inicialmente será caracterizada a diversidade da população de *Bradyrhizobium* capaz de nodular a soja de dois solos do Paraná, dois do Rio Grande do Sul, um de Planaltina e um de Goiás, inclusive detectando a presença de *Bradyrhizobium* não-simbiótico. Será verificada, então, a resposta à reinoculação nesses solos com populações distintas de *Bradyrhizobium*. Os estudos conduzidos permitirão obter estirpes capazes de fornecer teores mais elevados de N para a cultura da soja, bem como determinar, com maior precisão, as respostas à reinoculação. A importância de também estudar a planta hospedeira foi eviden-

ciada recentemente, quando constatou-se grande variabilidade, entre as cultivares atuais, no desempenho simbiótico, bem como que alguns lançamentos recentes apresentavam reduzida capacidade de FBN, em relação aos seus respectivos parentais. Assim, para otimizar o desempenho do macrossimbionte, este projeto propõe estudar quatro objetivos: 1) Avaliar o desempenho de 160 cultivares de soja, em condições monoxênicas, com a estirpe de *B. japonicum* SEMIA 5080 (= CPAC 7), recomendada para o uso em inoculantes comerciais. A demanda desse estudo surgiu porque os inoculantes comerciais poderão passar a carregar uma única estirpe e o desempenho das cultivares com as outras três estirpes recomendadas comercialmente já foi estudado; 2) Avaliar o desempenho simbiótico de materiais transgênicos quando inoculados com as quatro estirpes recomendadas comercialmente para a cultura da soja; 3) Buscar marcadores moleculares ligados à nodulação e FBN no cruzamento EMBRAPA 20 X EMBRAPA 133. Em um estudo com 12 dialelos completos, entre materiais contrastantes para a FBN, a análise quantitativa identificou que esse cruzamento seria o mais adequado para o estudo dos QTLs (Quantitative Trait Loci, locos controladores de característica quantitativa), que será feito pelo uso de microsatélites; e 4) Desenvolver germoplasma de soja com características superiores de FBN, a partir do cruzamento EMBRAPA 20 X EMBRAPA 133. Finalmente, para otimizar a contribuição de microrganismos para a nutrição e crescimento da soja serão identificados e estudados microrganismos promotores do crescimento de plantas (MPCP), buscando-se constatar se os benefícios estão relacionados à proteção das plantas contra microrganismos patogênicos (podridão vermelha da raiz de soja, causada por *Fusarium solani* f.sp. *glycines*, no Paraná e podridão parda da haste, causada por *Phialophora gregata*, no Rio Grande do Sul), à solubilização de nutrientes do solo, à produção de hormônios vegetais ou por apresentar efeito sinérgico com a fixação simbiótica do nitrogênio, no caso das leguminosas. Os efeitos da co-inoculação desses microrganismos com *Bradyrhizobium* será investigada em casa de vegetação e a campo. Os subprojetos deste projeto serão conduzidos pela Embrapa Soja e Embrapa Trigo, com a estreita colaboração da Embrapa Cerrados, da UFPR-Depto. de Bioquímica e da UFRGS. As informações científicas serão divulgadas em Congressos/Simpósios/Reuniões nacionais e internacionais e publicadas em Boletins/Circulares/Comunicados da Embrapa e revistas nacionais ou internacionais com corpo editorial. As informações de cunho extensionista serão divulgadas em palestras, em dias de campo, feiras agropecuárias e outros instrumentos apropriados.

1.1. Interação entre Espécies Vegetais e Microrganismos do Solo em Sistemas de Rotação e Sucessão de Culturas em Semeadura Direta ou Preparo Convencional do Solo (04.0.94.322.05)

Julio Cezar Franchini¹, Eleno Torres¹,
Rosinei A. de Souza², Carla C. Crispino³,
Luciano J. Souza³, Mariangela Hungria¹

1.1.1. Efeito de diferentes sistemas de preparo do solo e sistemas de cultivo na microbiota do solo

Os diferentes manejos do solo e das culturas afetam o equilíbrio existente entre o solo e os organismos que nele habitam e práticas conservacionistas, como as que permitem a cobertura do solo, podem resultar em produtividade associada com qualidade e sustentabilidade. Devido à importância dos sistemas simbióticos no fornecimento de nitrogênio às plantas e na conservação do meio ambiente, este subprojeto tem, como um de seus objetivos, avaliar quantitativamente e qualitativamente a biomassa microbiana do solo em solos sob diferentes manejos.

Foram feitas avaliações da biomassa microbiana do solo em um latossolo roxo da Estação Experimental da Embrapa Soja, Londrina, PR, sob o sistema de semeadura direta (SD), ou semeadura convencional com arado de disco (AD) há quatro anos, com diferentes rotações de

culturas. Em relação à biomassa microbiana de carbono, pode-se constatar que não houve diferença estatística em relação à última cultura no campo, uma leguminosa, tremoço (*Lupinus angustifolius*), ou uma gramínea, trigo (*Triticum aestivum*). Contudo, o tratamento SD permitiu maior acúmulo de biomassa do que o AD (Fig. 1.1), confirmando que, a longo prazo, a maior biomassa microbiana conduzirá a teores mais elevados de C orgânico e C total no sistema SD. A metodologia de avaliação da atividade microbiana pela emissão de CO₂ foi desenvolvida, com avaliações quinzenais no campo. Pode-se constatar que esse parâmetro é muito sensível a alterações de manejo do solo e das culturas, com possibilidade de uso futuro como bioindicador no monitoramento de efeito de práticas agrícolas. Quando a média de todas as avaliações foi considerada, constatou-se que, em relação às rotações, a emissão do CO₂ foi superior quando a última cultura foi o tremoço, pois os teores de N mais elevados na leguminosa contribuem para a atividade microbiana e conseqüente decomposição dos resíduos (Fig. 1.2). Em relação ao preparo de solo, o uso do arado de disco estimula a decomposição dos resíduos vegetais, desse modo, constatou-se menor emissão de CO₂ no sistema SD (Fig. 1.1), contribuindo para a decomposição mais lenta dos resíduos vegetais e, a longo prazo, para a preservação da matéria orgânica do solo. Essa decomposição pode ser acelerada pela introdução de leguminosas no sistema, mais ricos em N, desse modo, ao comparar os sistemas, evidencia-se que a maior

¹Embrapa Soja,

²Bolsista de iniciação científica do CNPq,

³PRONEX

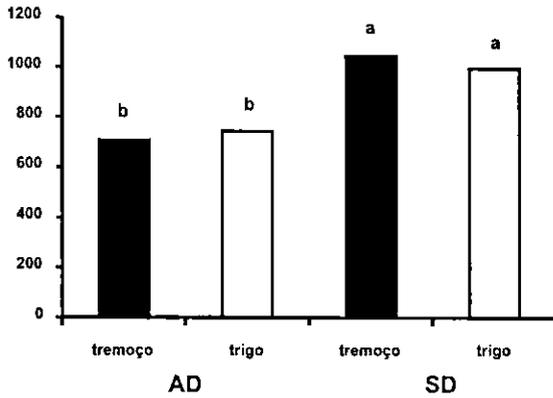


Fig. 1.1. Biomassa microbiana do carbono (mg C/kg de solo) em um latossolo roxo de Londrina, PR, sob os sistemas de semeadura convencional com arado de disco (AD) ou semeadura direta (SD) há quatro anos, com a última cultura sendo tremoço ou trigo. Valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente (Tukey, 5%).

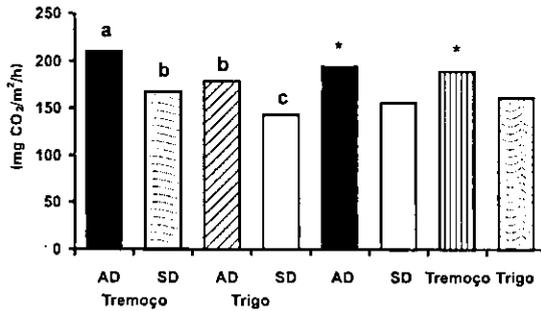


Fig. 1.2. Efeito da semeadura convencional com arado de disco (AD) ou direta (SD), com a última cultura sendo tremoço ou trigo, em um latossolo roxo de Londrina, PR, na atividade microbiana, avaliada pela emissão de CO₂. Médias de 13 coletas e valores seguidos por letras distintas (Tukey, 5%) ou asteriscos (teste F) diferem estatisticamente.

emissão de CO₂ ocorreu no sistema AD com tremoço em todas as avaliações realizadas (Fig. 1.3). O mesmo ocorreu com a SD, sempre com menor emissão de CO₂ no sistema (Fig. 1.4).

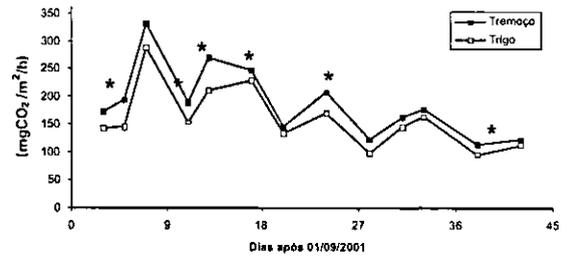


Fig. 1.3. Efeito da presença de uma leguminosa (tremoço), ou gramínea (trigo) na atividade microbiana, avaliada pela emissão de CO₂, em um latossolo roxo de Londrina, PR. Valores seguidos com asteriscos, em cada coleta, indicam diferença estatística (teste F).

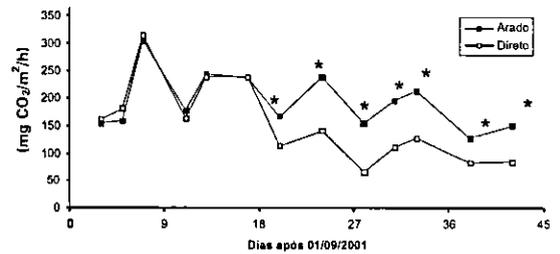


Fig. 1.4. Efeito da semeadura [convencional com arado de disco (AD) ou direta (SD)], na atividade microbiana, avaliada pela emissão de CO₂, em um latossolo roxo de Londrina. Valores seguidos com asteriscos, em cada coleta, indicam diferença estatística (teste F).

1.1.2. A fauna do solo no sistema de semeadura direta: comunidades e função no sistema edáfico

George G. Brown¹, Mariangela Hungria¹,
Eleno Torres¹, Lenita Oliveira¹,
Osvaldino Brandão Jr.², Odair Alberton³,
George P. Saridakis⁴

Conhecer as comunidades da fauna do solo é uma etapa essencial na busca por um manejo sustentável do solo que não somente conserva a biodiversidade (incluindo os organismos), mas que também preserva o papel importante desses organismos no ecossistema. O objetivo geral deste trabalho foi, portanto, o de avaliar o efeito da semeadura direta (SD), da semeadura convencional (SC) e de diferentes rotações de culturas sobre as comunidades da macrofauna edáfica, com ênfase na importância dos engenheiros do ecossistema no solo sob SD. Especificamente, este trabalho estudou a composição das comunidades da macrofauna do solo em parcelas de diferentes idades e com diferentes manejos e rotações de culturas, estabelecidas na fazenda experimental da Embrapa Soja e em vegetação nativa (mata atlântica) nas proximidades da fazenda.

Os dados amostrados na safra de verão (soja) mostraram que na SC quase não se encontram minhocas, enquanto que na SD ocorre número elevado, de até >100 indivíduos m^{-2} (Tabela 1.1). Nas amostras da SC, não se encontraram

cupins, aranhas, larvas de lepidópteros, moluscos e pseudoescorpiões, com clara tendência de maiores densidades de centopéias e milipéias, nos tratamentos com SD que na SC (Tabela 1.1). Ao contrário, na SC em sucessão, observou-se maior número de besouros adultos e, na SC em rotação, maior densidade de enquitreídeos, chegando até >1400 indivíduos m^{-2} (Tabela 1.1). A densidade total da macrofauna variou entre 860 e >2500 indivíduos m^{-2} , com tendência de menor número de organismos nos tratamentos com SD e uso de cruzador (a cada três anos).

A diversidade total e por amostra da macrofauna foi maior nos sistemas de SD (média de 16-18 grupos e 9.8-10.5 amostra⁻¹) que na SC (média de 12-13 grupos e aprox. 7 amostra⁻¹). Os índices de diversidade (Tabela 1.2) também mostraram maior diversidade, maior equitabilidade de abundância e maior número de grupos abundantes (Hill N1) e super abundantes (Hill N2) na SD, comparada com a SC. Contou-se um total de 1.249 buracos de corós (espécies ainda não identificadas) nas diferentes parcelas do experimento sistemas de preparo x rotações de culturas. Os resultados (Tabela 1.3) mostraram que os buracos eram muito mais abundantes nos sistemas de SD (8,8 a 9,6 m^{-2}) que na SC (0,7 a 1,3 m^{-2}). Conseqüentemente, o volume total dos buracos abertos pelos corós na superfície em cada m^2 foi até quase 10 vezes superior na SD do que na SC. Em relação às diferentes rotações de culturas, não se observaram diferenças significativas para os parâmetros avaliados (i.e., tratamentos Rot vs. Suc).

¹ Embrapa Soja,

² Doutorado em Engenharia Agrícola UNICAMP,

³ Mestrado em Microbiologia UEL,

⁴ Bolsista de iniciação científica do CNPq.

Tabela 1.1. Resultado da análise de variância da densidade ($N^{\circ} m^{-2}$) de alguns dos principais grupos de organismos edáficos (macrofauna) encontrados em cada tratamento do experimento sistemas de preparo x rotações de culturas (com soja). Convencional Sucessão = ConvSuc; Convencional Rotação = ConvRot; Direto Cruzador a cada três anos Sucessão = DirCruzSuc; Direto Cruzador Rotação = DirCruzRot; Direto Contínuo Sucessão = DirSuc; Direto Contínuo Rotação = DirRot.

Tratamento	Minhocas	Enquitreídeos	Milipéias	Cupins	Besouros adultos	Aranhas	Nº Total
DirRot	104a	124b	12b	1040a	56b	16a	2008ab
DirSuc	80a	36b	32b	484ab	72b	4ab	2228ab
DirCruzRot	80a	140b	72a	20b	92b	12ab	1072b
DirCruzSuc	64ab	16b	44ab	4b	52b	16a	860b
ConvRot	0b	1416a	8b	0b	88b	0b	2544a
ConvSuc	4b	464b	12b	0b	192a	0b	1256ab

Médias seguidas de letras distintas diferem significativamente ($p < 0.05$) entre si, pelo teste de Tukey com números desiguais de n.

Tabela 1.2. Índices de diversidade da macrofauna (baseados na abundância de cada grupo taxonômico) encontrada em cada tratamento do experimento sistemas de preparo x rotações de culturas. Abreviações, ver Tabela 1.1.

Parâmetro ou Índice	DirRot	DirSuc	DirCruzRot	DirCruzSuc	ConvRot	ConvSuc
<i>Diversidade Taxonômica Total</i>						
(Nº de grupos)	16	16	18	18	12	13
Índice de Shannon	1.6	1.9	2.0	2.0	1.1	1.4
Índice de Simpson	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3
Eqüitabilidade	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5
Eqüitabilidade (Hill)	1.5	1.3	1.4	1.5	1.2	1.4
N1 (Hill)	4.8	6.8	7.6	7.3	3.1	3.9
N2 (Hill)	3.1	5.4	5.3	4.8	2.5	2.9
Diversidade de grupos amostra ¹	9.8	10.3	10.5	9.8	6.5	6.8

A grande maioria dos buracos dos corós, tanto na SD como na SC, teve um diâmetro concentrado entre 15 e 20 mm. A profundidade dos buracos na SD esteve concentrada entre 10 e 20 cm, enquanto que, na SC, ficou entre 30 e 40 cm. Não obstante, os buracos maiores e

mais profundos foram encontrados na SD (até 33,5 mm de diâmetro e 117 cm de profundidade), portanto, os buracos com os maiores volumes individuais encontraram-se na SD (com até 577 cm^3). Contudo, a profundidade média e o diâmetro médio dos buracos tenderam a

ser maiores na SC que na SD, indicando que organismos maiores entravam com maior frequência e cavavam mais profundamente nos sistemas com aração. Por essa razão, o volume médio individual dos buracos na SC foram significativamente maiores que na SD. Na SD, o volume individual dos buracos esteve

concentrado na faixa dos 0-50 cm³ e, na SC, entre 50 e 100 cm³. Os buracos de corós são, portanto, muito mais abundantes no sistema de SD que na SC, contribuindo, assim, em maior medida, à porosidade do solo, à infiltração e à diminuição do escoamento superficial da água no PD.

Tabela 1.3. Número total (em quatro sub-parcelas de 8 m²) e por m² de buracos contados, e as médias do diâmetro, profundidade e o volume individual e total por m² no experimento sistemas de preparo x rotações de culturas. Abreviações, ver Tabela 1.1.

Tratamento	Nº total de buracos	Buracos m ⁻²	Diâmetro (mm)	Profund. (cm)	Volume (cm ³)	Volume total (cm ³)
<i>ConvSuc</i>	23	0.7b	18.4ab	28.7ab	73.6ab	53b
<i>ConvRot</i>	42	1.3b	18.8a	29.1a	81.1a	107b
<i>DirCruzSuc</i>	291	9.0a	16.3b	22.7ab	51.6b	470a
<i>DirCruzRot</i>	306	9.5a	16.4b	22.2ab	49.4b	473a
<i>DirSuc</i>	283	8.8a	16.6ab	22.6ab	51.1b	450a
<i>DirRot</i>	304	9.6a	17.3ab	21.2b	52.9b	503a

Médias seguidas de letras distintas em cada coluna, são significativamente diferentes ($p < 0.05$) entre si, pelo teste de Tukey com números desiguais de n.



1.2. Diversidade microbiana e de *Rhizobium* e *bradyrhizobium* em solos cultivados com feijoeiro e soja sob os sistemas de plantio direto e plantio convencional (02.2001.327.03).

Maria de Fatima Loureiro¹, Glaciela Kaschuk²,
Odair Alberton², Rubens J. Campo³,
Mariangela Hungria³

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, pós-doutoranda na Embrapa Soja,

² Mestrado em Microbiologia da UEL

³ Embrapa Soja

1.2.1. Diferenças qualitativas na microbiota do solo relacionadas ao manejo do solo e das culturas.

Diferentes práticas agrícolas, incluindo o manejo de solo e das culturas, resultam em alterações na microbiota do solo que, por sua vez, afetará as taxas de decomposição dos resíduos vegetais e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Nesse contexto, resultados importantes foram obtidos nos últimos anos, como por exemplo, os que relatam

diferenças significativas na biomassa e na atividade microbiana entre os sistemas de semeadura direta (SD) e semeadura convencional (SC) e entre sistemas de rotação e sucessão de culturas no Paraná. Há escassez de informações, porém, sobre alterações qualitativas na microbiota do solo. Neste estudo, a população de *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*, em simbiose com a cultura da soja (*Glycine max*), foi considerada como modelo para verificar alterações na biodiversidade dos microrganismos do solo devido a manejos diferenciados.

Foram consideradas seis propriedades no Estado de Mato Grosso, variando de 70 a 950 ha e que adotavam os sistemas de SD ou SC ou, ainda, manejo orgânico, tendo-se como variável, também, a adoção, ou não, da prática da inoculação nos últimos cinco anos, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.4. Os inoculantes utilizados nessas propriedades continham a mistura de estirpes de *B. japonicum* SEMIA 5079 + SEMIA 5080. As plantas de soja foram coletadas, nessas propriedades, seguindo um plano de amostragem estatisticamente representativo de cada área. Procedeu-se ao isolamento de rizóbios de 50 nódulos, escolhidos ao acaso, de cada propriedade, utilizando-se técnicas microbiológicas padronizadas e, a seguir, ao isolamento do DNA das estirpes. Para a caracterização genética, o DNA das estirpes foi amplificado pela técnica de PCR (polymerase chain reaction, reação em cadeia da polimerase) com o oligonucleotídeo ("primer") BOX A1R (5'-CTACGGCAAGGCGACGCTGACG-3'), desenhado para amplificar regiões conservadas e repetitivas do DNA. Como padrão, foram utilizadas as estirpes que

vêm sendo utilizadas, nos últimos 25 anos, em inoculantes comerciais brasileiros: *B. japonicum* SEMIA 5080 (=CPAC 7) e SEMIA 5079 (=CPAC 15) e *B. elkanii* SEMIA 587 e SEMIA 5019 (=29w). Após a amplificação, as amostras foram submetidas à eletroforese em géis de agarose, seguida pela coloração com brometo de etídeo e visualização em transiluminador UV. Os géis foram fotografados e os perfis analisados, usando o programa Bionumerics (Applied Mathematics, Kortrijk, Bélgica), com o algoritmo UPGMA (unweighted pair-group method with arithmetic mean, método de agrupamento de médias aritméticas) e o coeficiente de Jaccard.

No Mato Grosso, a expansão da cultura ocorreu a partir da década de 1970 e, hoje, o estado é o principal produtor nacional. Como os solos brasileiros são, originalmente, isentos de estirpes de *B. japonicum* e *B. elkanii* capazes de nodular efetivamente a soja, todas as áreas cultivadas com essa leguminosa receberam inoculantes. Apesar do tempo relativamente curto de cultivo nessas áreas, foi possível detectar, neste estudo, diferenças genéticas entre as estirpes de *Bradyrhizobium*, relacionadas aos distintos manejos de solo. Considerando o número de perfis de DNA das estirpes obtidos após a amplificação com oligonucleotídeos de seqüências conservadas e repetitivas do cromossomo dessas bactérias, foram obtidos de oito a 13 perfis por propriedade investigada (Tabela 1.4). A diversidade genética observada neste estudo resulta, provavelmente, de alterações decorrentes da adaptação aos distintos manejos de solo e das culturas.

Tabela 1.4. Locais do Mato Grosso amostrados, respectivos manejos desses solos e número de perfis de DNA de *Bradyrhizobium* obtidos após a amplificação por BOX-PCR.

Município	Manejo da área	No. de perfis de DNA
Primavera do Leste	SD, 1º ano após pastagem, inoculado	09
Pedra Preta	SD, 1º ano, inoculado	09
Jaciara	SD, 3º ano, inoculado	13
Primavera do Leste	SD, 16 anos, não inoculado	11
Guiratinga	SC, 18 anos, inoculado	08
Sapezal	Cultivo orgânico, inoculado	11

A Tabela 1.4 evidencia que a SD favorece a diversidade genética de *Bradyrhizobium*, uma vez que o número de perfis de DNA aumentou de oito, em uma propriedade sob PC há 18 anos, para 13, em outra área há três anos sob SD; o cultivo orgânico também favoreceu a diversidade. A reinoculação, porém, desempenhou papel importante no aumento da diversidade, visto que o número de perfis observados, após três anos sob SD com inoculação, foi superior ao da propriedade sob SD há 16 anos, mas sem inoculação; a diversidade, nessa última propriedade, pode ser visualizada na Fig. 1.5. Há poucos resultados disponíveis sobre a diversidade genética microbiana, não estando ainda bem estabelecida a relação com a sustentabilidade agrícola. Contudo, acredita-se que a importância da diversidade reside, principalmente, no "efeito tampão" dos solos, permitindo que os processos microbiológicos de importância agrícola possam ocorrer nas mais variadas condições.

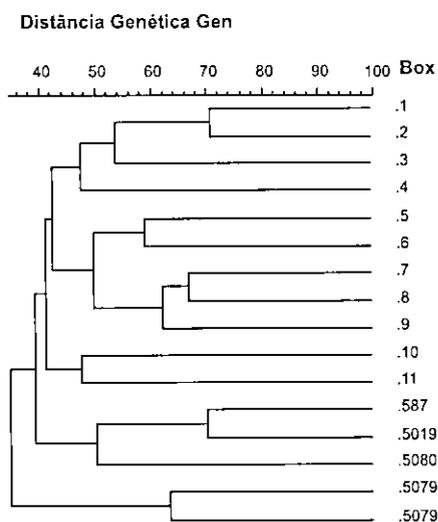


Fig. 1.5. Perfis de DNA de *bradyrhizobium* isolado de nódulos de soja de uma propriedade sob SD há 16 anos, mas que não praticou a inoculação pelos últimos cinco anos, e das quatro estirpes comerciais, obtidos por BOX-PCR.



1.3. Identificação de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*/*B. elkanii* mais eficientes e competitivas para a cultura da soja e avaliação de respostas à inoculação (04.2001.338.01)

1.3.1. Adubação nitrogenada na cultura da soja

Mariangela Hungria¹, Rubens J. Campo¹,
Carla C. Crispino², Julio Cezar Franchini¹,
Rubson N. R. Sibaldelli¹, José Zucca Moraes¹,
Eugênio N. dos Santos³,
Maria de Fátima Loureiro³

Os trabalhos de microbiologia agrícola vêm sendo desenvolvidos, no Brasil, desde a expansão comercial da cultura, nos anos 1960 e, talvez, a principal linha de pesquisa seja a da seleção contínua de estirpes para garantir o fornecimento de todo o N necessário para as cultivares cada vez mais produtivas. Em diversos ensaios conduzidos, desde então, tem-se constatado que, na presença de simbioses efetivas, não há necessidade de suprir a soja com adubos nitrogenados. Nos últimos anos, porém, têm surgido dúvidas sobre a necessidade de adubar a soja com fertilizantes nitrogenados para garantir maiores produtividades. Para tentar esclarecê-las foram conduzidos nove experimentos, na safra 2000/2001, quatro em um latossolo roxo distrófico na Estação Experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR,

quatro em um latossolo vermelho escuro no Serviço de Produção de Sementes Básicas da Embrapa, em Ponta Grossa, PR e um na Fazenda Boa Vista, no município de Jaciara, MT, em um latossolo vermelho escuro. Todas as áreas já haviam sido cultivadas com soja há mais de dez anos e apresentavam uma população elevada de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*. Em Londrina e Ponta Grossa, os experimentos foram conduzidos nos sistemas de semeadura convencional (SC) e semeadura direta (SD), com a cultivar EMBRAPA 48, de ciclo curto e outra cultivar de ciclo mais longo, a BRS 134. Em Jaciara, o experimento foi conduzido no sistema de semeadura direta, com a cultivar UFV-18. A análise da população de *Bradyrhizobium* indicou as seguintes populações, nos primeiros 20 cm de solo: 10⁵ células/g de solo em Londrina e Jaciara e 10⁴ células/g em Ponta Grossa e a correção do solo e adubação foram realizadas conforme a análise química do solo, aplicando-se, ainda, aos 50 dias após a semeadura, Mo e Co via foliar, na dose de 20 g/ha de Mo e 2 g/ha de Co. As parcelas experimentais mediram 5,0 x 3,2 m, com 0,5 m entre linhas e foram separadas por 0,8 m e pequenos terraços de 1,6 m, construídos para evitar contaminação por escorrimento superficial de solo contendo bactérias de outras parcelas. Em Jaciara as parcelas mediram 4,0 X 3,0 m, com 0,5 m entre linhas e foram separadas por 2,0 m e pequenos terraços. Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental em blocos ao acaso, com seis repetições. Os

¹Embrapa Soja,]

²PRONEX,

³UFMT-FAMEV, Cuiabá, MT.

inoculantes foram preparados na FEPAGRO (Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Porto Alegre, RS), em turfa esterilizada e contendo, individualmente, duas estirpes recomendadas comercialmente para a cultura da soja no Brasil: *B. elkanii* SEMIA 587 e *B. japonicum* SEMIA 5080 (= CPAC 7) e, na semeadura, as estirpes foram misturadas proporcionalmente, resultando na concentração final de 10^8 células/g de inoculante. Os inoculantes foram adicionados na dose de 500 g de inoculante/50 kg de sementes e, como adesivo, foi utilizada solução açucarada a 10%, na dosagem de 300 ml de solução/500 g de inoculante. A contagem do número de células nas sementes indicou uma população de 160.000 células/semente, atendendo à legislação atual. Cada experimento constou de seis tratamentos: 1) Controle não inoculado; 2) Controle não inoculado + 200 kg de N (100 kg de N no plantio e 100 kg no florescimento); 3) Inoculação padrão (IP) com as estirpes SEMIA 587 + SEMIA 5080, na dose de 500 g de inoculante turfoso (10^8 células/g)/ 50 kg de sementes; 4) IP + 30 kg de N no plantio; 5) IP + 50 kg de N no pré-florescimento; 6) IP + 50 kg de N no início do enchimento dos grãos. O N foi sempre fornecido como uréia e a lanço.

Em todos os experimentos conduzidos em Londrina e Ponta Grossa a aplicação de 100 kg de N/ha no plantio reduziu, drasticamente, a nodulação (Tabelas 1.5 a 1.8). Nessa época, mesmo a aplicação de uma dose de N

considerada baixa, 30 kg de N, também reduziu a nodulação nos oito experimentos conduzidos. Como exemplo, a aplicação de 30 kg de N no plantio reduziu a massa de nódulos em 44% em Londrina X PC X EMBRAPA 48 (Tabela 1) e em 86% em Ponta Grossa X PD X BRS 134 (Tabela 4), em relação à população naturalizada do solo. Em Jaciara, a redução na massa de nódulos formada pela aplicação de 100 kg de N no plantio foi de 20% (dados não mostrados).

Os solos onde os experimentos do Paraná foram conduzidos haviam sido inoculados por vários anos e apresentavam uma população elevada de estirpes de *Bradyrhizobium*. Além disso, a inoculação foi realizada para atender ao mínimo exigido pela legislação atual, de 160.000 células/semente, mas a pesquisa já está recomendando, a recomendação já é de 300.000 células/g de semente. Provavelmente pela baixa concentração de células nas sementes, não foram constatadas respostas à reinoculação, ao contrário da maioria dos ensaios conduzidos em Rede Nacional nos últimos dez anos. Desse modo, não foram constatadas diferenças significativas nos parâmetros de nodulação e de N total acumulado nos tecidos das plantas entre o tratamento inoculado (IP) e o tratamento com a população naturalizada do solo (Tabelas 1.5 a 1.8). A aplicação de fertilizante nitrogenado em três épocas distintas, porém, também não resultou em quaisquer incrementos no N total dos tecidos (Tabelas 1.5 a 1.8). O rendimento da soja não foi afetado pela

reinoculação, mas a população estabelecida de *Bradyrhizobium* foi capaz de fornecer todo o N necessário ao desenvolvimento da soja, não se constatando benefícios pela aplicação de fertilizante nitrogenado em nenhum dos estágios estudados (Tabelas 1.5 a 1.8).

Têm surgido dúvidas se, sob o sistema de PD, a maior imobilização do N do solo pelos resíduos vegetais implicaria na necessidade de complementação inicial com fertilizante nitrogenado, a "dose de arranque", para evitar sintomas iniciais de deficiência de N. Contudo, a dose inicial de 30 kg de N/ha não resultou em incrementos significativos no rendimento da soja em PD, tanto em Londrina como em Ponta

Grossa (Tabelas 1.5 a 1.8). Há dúvidas, também, sobre o senescimento dos nódulos após o florescimento, o que implicaria na necessidade de adubação nitrogenada nessa época. Contudo, foi constatado, nos experimentos conduzidos no Paraná, que essa observação também não procede, pois não foi constatado incremento o rendimento pela aplicação de 50 kg de N no pré-florescimento, ou no enchimento dos grãos. Surgiram dúvidas, ainda, de que uma possível senescência de nódulos após o florescimento afetaria ainda mais o fornecimento de N em cultivares de ciclo mais longo. Isso, porém, também não ficou comprovado nestes oito experimentos, uma vez que a aplicação de

Tabela 1.5. Massa de nódulos secos (MNS) e N total acumulado na parte aérea (NTPA) no pré-florescimento e rendimento de grãos de soja (RG), cv. EMBRAPA 48, em um latossolo roxo distrófico de Londrina, PR, sob plantio convencional (PC) ou plantio direto (PD), na safra 2000/2001.

Tratamento	PC			PD		
	MNS (mg/pl.)	NTPA (mgN/pl)	RG (kg/ha)	MNS (mg/pl.)	NTPA (mgN/pl)	RG (kg/ha)
Sem inoculação	41 a ¹	129 a	3.503 a	45 a	126 a	3.635 a
Sem Inoc. + 200 kg N (50% plantio, 50% florescimento)	7 c	112 a	3.407 a	14 c	156 a	3.556 a
Inoculação padrão (IP)	30 ab	112 a	3.497 a	58 a	111 a	3.517 a
IP + 30 kg N no plantio	23 b	119 a	3.333 a	36 b	125 a	3.634 a
IP + 50 kg N no pré-florescimento	24 b	75 b	3.253 a	40 a	109 a	3.681 a
IP + 50 kg N no início do enchimento grãos	23 b	104 ab	3.573 a	58 a	118 a	3.917 a
CV (%)						

¹ Os valores representam médias de seis repetições e, quando seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

N no florescimento e no enchimento de grãos não resultou em incrementos no rendimento da cultivar BRS 134 (Tabelas 1.5 a 1.8). Finalmente, é importante salientar que em todos esses experimentos os rendimentos obtidos foram elevados, em média 3.200 kg/ha no tratamento controle sem N-fertilizante, portanto, confirmando que o processo de fixação biológica do N₂ é capaz de garantir todo o N necessário ao desenvolvimento das novas cultivares de soja, mais produtivas.

No Estado do Mato Grosso, embora o solo apresentasse população estabelecida de *Bradyrhizobium*, a reinoculação não foi feita com a frequência daquelas dos solos das Estações Experimentais da

Embrapa. Além disso, as condições ambientais da região são, em geral, mais estressantes à simbiose, particularmente pelas temperaturas elevadas no solo e, como no caso dessa safra, baixa umidade na época do plantio. Desse modo, a reinoculação com a estirpe SEMIA 5079 garantiu um incremento na nodulação, particularmente na coroa principal da raiz e houve um ganho de 390 kg/ha no rendimento de grãos e não foi constatado qualquer benefício pela aplicação de fertilizante nitrogenado. Os resultados obtidos nesses nove experimentos, portanto, corroboram com aqueles obtidos em vários outros locais do Brasil, indicando que a adubação nitrogenada na cultura da soja é desnecessária.

Tabela 1.6. Massa de nódulos secos (MNS) e N total acumulado na parte aérea (NTPA) no pré-florescimento e rendimento de grãos de soja (RG), cv. BRS 134, em um latossolo roxo distrófico de Londrina, PR, sob plantio convencional (PC) ou plantio direto (PD), na safra 2000/2001.

Tratamento	PC			PD		
	MNS (mg/pl.)	NTPA (mgN/pl)	RG (kg/ha)	MNS (mg/pl.)	NTPA (mgN/pl)	RG (kg/ha)
Sem inoculação	19 a ¹	80 a	3.139 a	70 ab	87 ab	3.039 a
Sem Inoc. + 200 kg N (50% plantio, 50% florescimento)	12 a	111 a	3.179 a	21d	111 a	3.229 a
Inoculação padrão (IP)	22 a	82 a	3.214 a	72 a	76 b	2.747 a
IP + 30 kg N no plantio	14 a	84 a	3.280 a	35 cd	56 b	3.060 a
IP + 50 kg N no pré-florescimento	23 a	88 a	3.230 a	50 bc	56 b	3.039 a
IP + 50 kg N no início do enchimento grãos	18 a	76 a	3.455 a	35 cd	75 b	3.076 a
CV (%)						

¹Os valores representam médias de seis repetições e, quando seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan ($\mu 0,05$).

Tabela 1.7. Massa de nódulos secos (MNS) e N total acumulado na parte aérea (NTPA) no pré-florescimento e rendimento de grãos de soja (RG), cv. EMBRAPA 48, em um latossolo vermelho escuro de Ponta Grossa, PR, sob plantio convencional (PC) ou plantio direto (PD), na safra 2000/2001.

Tratamento	PC			PD		
	MNS (mg/pl.)	NTPA (mgN/pl)	RG (kg/ha)	MNS (mg/pl.)	NTPA (mgN/pl)	RG (kg/ha)
Sem inoculação	3 ab ¹	20 a	3.005 a	12 a	18 ab	2.975 a
Sem Inoc. + 200 kg N (50% plantio, 50% florescimento)	2 c	21 a	3.285 a	8 ab	18 ab	2.767 a
Inoculação padrão (IP)	4 ab	22 a	3.178 a	12 a	17 b	2.922 a
IP + 30 kg N no plantio	2 c	24 a	3.414 a	8 b	22 a	3.056 a
IP + 50 kg N no pré-florescimento	4 a	22a	3.052 a	15 a	19 ab	3.088 a
IP + 50 kg N no início do enchimento grãos	2 bc	19 a	2.985 a	13 a	17 b	2.738 a
CV (%)						

Tabela 1.8. Massa de nódulos secos (MNS) e N total acumulado na parte aérea (NTPA) no pré-florescimento e rendimento de grãos de soja (RG), cv. BRS 134, em um latossolo vermelho escuro de Ponta Grossa, PR, sob plantio convencional (PC) ou plantio direto (PD), na safra 2000/2001.

Tratamento	PC			PD		
	MNS (mg/pl.)	NTPA (mgN/pl)	RG (kg/ha)	MNS (mg/pl.)	NTPA (mgN/pl)	RG (kg/ha)
Sem inoculação	6 a ¹	19 ab	3.427 a	18 a	20 b	2.950 a
Sem Inoc. + 200 kg N (50% plantio, 50% florescimento)	3 b	20 a	3.258 ab	9b	25 a	3.155 a
Inoculação padrão (IP)	7 a	16 ab	3.262 ab	19 a	19 b	2.882 a
IP + 30 kg N no plantio	3 b	19 ab	3.454 a	10 b	27 a	3.154 a
IP + 50 kg N no pré-florescimento	6 a	16 b	3.205 ab	16 a	19 b	2.970 a
IP + 50 kg N no início do enchimento grãos	7 a	19 ab	2.978 b	22 a	19 b	2.892 a
CV (%)						

¹Os valores representam médias de seis repetições e, quando seguidos pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

1.4. Microrganismos associativos promotores do crescimento de soja (04.2001.338.03)

Alexandre José Cattelan¹; Anízia Fátima Ferreira Betti¹; Emerson Santos Cioffi²; Lisane Pereira Colombano³; Fernanda Elaine E. D. da Cunha⁴; Lara Munique Ferracin⁵

O custo com insumos e o impacto de estresses abióticos podem ser diminuídos através da melhor exploração dos nutrientes e da água do solo pelas plantas, assim como através de um crescimento mais rápido. Isso pode ser parcialmente alcançado através da inoculação com microrganismos promotores do crescimento de plantas, especialmente bactérias. Geralmente, o crescimento vegetal é aumentado porque esses microrganismos protegem as plantas contra microrganismos patogênicos ou deletérios, solubilizam nutrientes do solo, produzem hormônios vegetais ou apresentam efeito sinérgico com a fixação simbiótica do nitrogênio, no caso das leguminosas.

Este subprojeto visa obter isolados de bactérias que sejam benéficos à cultura da soja em pelo menos um dos seguintes aspectos: melhor utilização dos nutrientes e da água do solo, maior eficiência da fixação simbiótica do N₂, proteção contra microrganismos fitopatogênicos, crescimento mais rápido e maior

rendimento de grãos.

Para a obtenção desses isolados, primeiramente, bactérias provenientes de raízes de soja coletadas em diferentes situações serão selecionadas para características relacionadas à promoção do crescimento vegetal ou ao biocontrole de patógenos, através de uma série de testes *in vitro*. Num segundo momento, isolados que apresentarem uma ou mais dessas características desejáveis serão inoculados em plantas de soja cultivadas em casa de vegetação sob diferentes condições. Os isolados que apresentarem melhor desempenho nesses testes serão então testados em condições de campo em diferentes situações.

No primeiro ano de condução do subprojeto foram obtidos 20 isolados de bactérias relacionadas à promoção do crescimento de soja (P34 a P53). Os outros isolados/estirpes aqui estudados foram selecionados em estudos anteriores (PO1 a P33, GN1201, GN1212, GN2214, GW3205, LC3116, LN1116, LN3212 e LW2301). As estirpes AB 202, AB 219, BA 227 e BA 264 foram selecionadas para abacaxizeiros e bananeiras, respectivamente, pelo Dr. Olmar Baller Weber e equipe (Embrapa Agroindústria Tropical).

Os 20 isolados foram caracterizadas, *in vitro*, quanto à solubilização de fosfato, produção de 1-aminociclopropano-1-carboxilato deaminase (ACC Deaminase), produção de ácido indol acético (AIA), quanto ao antagonismo aos fungos patogênicos *Fusarium solani* e *Phiallophora gregata* e testados em casa

¹Embrapa Soja,

²Universidade Estadual de Londrina (UEL),

³Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento do Agronegócio (Fapeagro),

⁴Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR),

⁵Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL),

de vegetação para controle da podridão vermelha da raiz e para promoção do crescimento de plantas de soja.

Vários isolados solubilizaram fosfato quando testados *in vitro* (Tabela 1.9). Os isolados que mais se destacaram foram: P06, P07, P08, P10, P13, P16, P18, P23, P32 e P45.

No teste para produção de ACC Deaminase *in vitro*, dentre todos os 53 isolados testados, apenas os isolados P06 e P08 produziram esta enzima.

Vários isolados produziram AIA quando testados *in vitro* (Tabela 1.10). Os isolados que mais se destacaram foram: P04, P09, P14, P22, P24, P27, P28, P38, P41, P42, P45 e P49.

Vários isolados inibiram o crescimento do fungo *Fusarium solani* quando testados *in vitro* (Tabela 1.11). Os isolados que mais se destacaram foram: P07, P09, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P20, P22, P23, P26, P32, P36, P37, P38, P43, P45, P47, P49, P52, P53, AB202, AB219, BA227 e BA264. Contrariamente, poucos isolados inibiram o crescimento do fungo *Phiallophora gregata* quando testados *in vitro* (Tabela 1.12). Dentre esses, os que mais se destacaram foram: P15, P16, P17, P19, GN1201, GW3205, LN3212 e LW2301.

Quinze isolados de bactérias, escolhidos entre os que mais se destacaram no teste *in vitro* para controle do *Fusarium solani*, mais os isolados GN1201, GN2214 e LN3212, foram testados em casa de vegetação. Em cada vaso contendo 3 kg de um Latossolo

Roxo, foram semeadas seis sementes de soja cv. BRS 156 inoculadas com cada um dos isolados e 18 grãos de sorgo contaminados com *F. solani* ($3,2 \times 10^5$ UFC grão sorgo⁻¹). Também foram incluídos dois tratamentos testemunha, onde as sementes foram imersas somente em solução tampão, sendo um em solo contaminado com o fungo e outro não. As plantas foram colhidas aos 30 dias após a semeadura. A presença do fungo no solo reduziu, em média, a massa da parte aérea e das raízes em 16,5 e 17,8 %, respectivamente, na ausência das bactérias. Alguns isolados protegeram a planta dos sintomas da doença, fazendo com que as plantas tivessem desenvolvimento semelhante ao do tratamento testemunha sem o fungo, com destaque para o isolado BA 227 (Tabela 1.13).

Entre os isolados que apresentaram melhor desempenho nos testes *in vitro*, relativamente à promoção do crescimento vegetal, foram escolhidos 18 para testar o efeito da inoculação sobre o desenvolvimento de plantas de soja. Em cada vaso contendo 3 kg de um Latossolo Roxo, foram semeadas seis sementes de soja cv. BRS 133 inoculadas com cada um dos isolados. Também foi incluído um tratamento testemunha, sem inoculação com bactéria. As plantas foram colhidas aos 30 dias após a semeadura. Vários dos isolados testados aumentaram pelo menos um dos parâmetros de planta avaliados (Tabela 1.14). Os isolados que mais se destacaram no aumento de cada parâmetro e a percentagem desse aumento em relação à testemunha foram:

altura de plantas, P21 (26%); número de nódulos, AB219 (77%); massa de nódulos, AB219 (69%); massa das raízes, P53 (24%) e massa da parte aérea, P53 (12%).

Tabela 1.9. Solubilização (formação de halo) de fosfato (CaHPO_4) em placas de Petri por colônias das bactérias isoladas, após sete dias de incubação, a 28 °C. Média de três repetições.

Isolado	Halo Solubilização (mm)	Isolado	Halo Solubilização (mm)
P01	1,0	P28	1,7
P02	1,0	P29	1,0
P03	1,0	P30	0,0
P04	1,7	P31	1,0
P05	1,0	P32	0,3
P06	3,0	P33	0,0
P07	3,0	P34	1,0
P08	4,0	P35	1,0
P09	1,0	P36	1,0
P10	4,0	P37	1,0
P11	2,0	P38	1,7
P12	0,0	P39	1,0
P13	0,3	P40	1,3
P14	0,0	P41	2,3
P15	0,0	P42	1,0
P16	0,3	P43	1,0
P17	0,0	P44	1,0
P18	0,3	P45	3,3
P19	0,0	P46	0,7
P20	0,0	P47	1,0
P21	2,7	P48	0,0
P22	1,0	P49	1,0
P23	4,0	P50	0,7
P24	1,0	P51	1,0
P25	0,0	P52	0,5
P26	0,0	P53	1,3
P27	0,0		

Tabela 1.10. Produção de Ácido Indol Acético (AIA) em placas de Petri por colônias das bactérias isoladas, após 24h de incubação, a 28 °C. Média de três repetições.

Isolado	Produção de AIA	Isolado	Produção de AIA
P01	- ^ε	P28	++
P02	-	P29	+
P03	-	P30	+
P04	+++	P31	-
P05	-	P32	-
P06	-	P33	-
P07	-	P34	-
P08	-	P35	-
P09	+++	P36	-
P10	-	P37	+
P11	-	P38	++
P12	-	P39	-
P13	+	P40	+
P14	++	P41	++
P15	-	P42	++
P16	-	P43	+
P17	-	P44	-
P18	-	P45	+++
P19	-	P46	-
P20	-	P47	-
P21	-	P48	-
P22	+++	P49	++
P23	^ε	P50	-
P24	++	P51	+
P25	+	P52	-
P26	+	P53	-
P27	++		

^εIntensidade da reação relativa à produção de AIA: Sem produção; + Reação fraca; ++ Reação média; +++ Reação forte.

Tabela 1.11. Inibição do crescimento micelial de *Fusarium solani*, em placas de Petri, por colônias das bactérias isoladas, semeadas em círculos de 50 mm de Ø ao redor do fungo, após 20 dias de incubação, a 28 °C. Médias do crescimento radial, em quatro direções, em três repetições.

Isolado	Crescimento Micelial (mm)	Isolado	Crescimento Micelial (mm)
P01	32	P30	37
P02	40	P31	22
P03	29	P32	15
P04	40	P33	30
P05	30	P34	38
P06	35	P35	32
P07	8	P36	16
P08	40	P37	15
P09	8	P38	17
P10	36	P39	29
P11	35	P40	38
P12	13	P41	30
P13	18	P42	34
P14	14	P43	11
P15	21	P44	28
P16	11	P45	12
P17	17	P46	38
P18	40	P47	20
P19	24	P48	36
P20	14	P49	18
P21	35	P50	41
P22	11	P51	40
P23	16	P52	13
P24	40	P53	15
P25	30	AB202	17
P26	12	AB219	12
P27	28	BA227	15
P28	35	BA264	13
P29	35	Testemunha	45

Tabela 1.12. Inibição do crescimento micelial de *Phiallophora gregata*, em placas de Petri, por colônias das bactérias isoladas, semeadas em círculos de 50 mm de Ø ao redor do fungo, após 28 dias de incubação (13 dias sem a presença das bactérias e 15 dias com a presença das mesmas), a 25 °C. Médias do crescimento radial, em quatro direções, em três repetições.

Isolado	Crescimento Micelial (mm)	Isolado	Crescimento Micelial (mm)
P01	17	P32	20
P02	21	P33	17
P03	20	P34	20
P04	20	P35	20
P05	19	P36	20
P06	20	P37	21
P07	20	P38	20
P08	20	P39	20
P09	22	P40	21
P10	20	P41	20
P11	20	P42	20
P12	22	P43	21
P13	22	P44	19
P14	19	P45	21
P15	15	P46	20
P16	15	P47	20
P17	14	P48	20
P18	20	P49	20
P19	15	P50	20
P20	19	P51	20
P21	20	P52	19
P22	20	P53	20
P23	18	GN1201	11
P24	19	GN1212	19
P25	21	GW3205	13
P26	22	LN3212	15
P27	22	LC3116	20
P28	20	LW2301	12
P29	22	GN2214	20
P30	20	Testemunha	20
P31	20		

Tabela 1.13. Efeito da inoculação de sementes de soja cv. BRS 156 com bactérias antagonistas ao *Fusarium solani* sobre o desenvolvimento das plantas e severidade dos sintomas, em vasos com solo contaminado com o fungo, 30 dias após a semeadura. Resultados expressos por duas plantas, médias de sete repetições.

Isolados	Altura de Plantas	Número de Nódulos	Massa da Parte Aérea Seca	Massa das Raízes Secas	Severidade dos Sintomas
	cm	No. plantas ⁻¹	mg plantas ⁻¹	mg plantas ⁻¹	ε
P 7	10,1	38 ^{NS}	963 ^{NS}	976	2,1
P9	13,1*	28	744	755	2,9
P12	12,7*	36	911	871	2,1
P16	13,4*	37	947	834	2,6
P21	11,6	33	1.019	894	2,4
P22	14,6*	33	974	906	2,4
P26	13,6*	34	940	899	1,9
P43	12,3*	35	988	963	2,0
P45	11,2	32	875	833	2,0
P52	10,8	24	858	839	2,6
P53	11,7	39	941	878	2,1
GN 1201	10,3	28	757	739	2,1
GN 2214	13,4*	39	991	864	2,3
LN 3212	12,9*	39	825	766	2,7
AB 202	11,5	36	912	871	2,4
AB 219	10,2	31	668	846	3,0
BA227	10,7	31	1.071	1.100*	1,7
BA264	10,9	35	825	1.086	2,1
Testemunha Com Fungo	10,0	33	853	857	2,6
Testemunha Sem Fungo	10,2	34	1.022	1.042	1,0

^{NS} Nenhuma média de tratamento é significativamente superior à média do tratamento Testemunha Com Fungo, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

* Médias de tratamentos significativamente superiores à média do tratamento Testemunha Com Fungo, pelo teste de Duncan, ao nível de 5%.

^ε Índice de severidade dos sintomas: 1) Planta sem sintomas; 2) Planta com clorose; 3) Folhas com necrose nas bordas; 4) Folhas com necrose internervural.; 5) Plantas mortas.

Tabela 1.14. Efeito da inoculação de sementes de soja cv. BRS 133 com bactérias com possível potencial de promoção do crescimento sobre o desenvolvimento dessas plantas, em casa de vegetação, 30 dias após a semeadura . Resultados expressos por duas plantas, médias de sete repetições.

Isolados	Altura Média das Plantas	Número de Nódulos	Massa dos Nódulos Secos	Massa das Raízes Secas	Massa da Parte Aérea Seca
	cm	No. plantas ⁻¹	mg plantas ⁻¹	mg plantas ⁻¹	mg plantas ⁻¹
P21	25,0	28	16	303	679
P22	22,4	26	17	272	595
P23	22,6	27	19	273	635
P33	22,3	28	17	303	676
P35	23,1	29	21	259	652
P44	22,7	25	12	248	639
P45	21,9	27	12	296	579
P52	22,6	29	16	313	660
P53	21,6	29	18	336	687
GN 1201	24,1	32	17	279	673
GW3205	22,1	31	16	278	633
LN1116	23,6	29	14	269	629
LN 3212	24,1	30	16	285	652
LW2301	22,4	29	12	235	641
AB 202	24,7	24	11	223	673
AB 219	22,1	39	22	289	666
BA227	22,2	23	13	276	635
BA264	22,6	23	12	283	631
Testemunha	19,8	22	13	271	613

MAXIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO N₂ (FBN) EM SOJA, PELO AUMENTO DA COMPETIÇÃO E EFICÁCIA DA BACTÉRIA INOCULADA EM RELAÇÃO A NATURALIZADA NO SOLO

2

Nº do Projeto: 04.2001.340

Líder: Rubens J. Campo

Nº de subprojetos que compõem o projeto: 05

Unidades/Instituições participantes: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste.

A soja é uma das leguminosas mais eficientes no processo de fixação do N₂. No Brasil, as taxas de fixação biológica têm sido estimadas entre 70% a 85% do N acumulado pelas plantas, representando uma fixação de 109 a 250 kg de N/ha. A eficiência do processo de fixação biológica do N₂ (FBN) depende de vários fatores inerentes à soja e à bactéria. Fatores físicos do solo, temperatura, umidade e luz solar, assim como os fatores genéticos e nutricionais ligados à planta, à eficiência e à capacidade das estirpes de competir e formar nódulos ou, ainda, quaisquer fatores que possam reduzir a população da bactéria na semente afetam negativamente a fixação do N. Os trabalhos de pesquisa de soja, no Brasil, têm desenvolvido novas tecnologias de cultivo de soja, com aumentos sucessivos de rendimento, implicando em necessidades crescentes de nitrogênio (N). Níveis de rendimento de soja de 5000 kg/ha (83 sacos/ha) têm sido obtidos, com bastante frequência, em trabalhos de pesquisa, comprovando a capacidade produtiva das cultivares ora disponíveis. Entretanto, em lavouras comerciais, raramente a soja produz mais que 4000 kg (66 sacos/ha). Sistemáticamente, tem-se observado que baixos rendimentos de soja estão relacionadas com baixos teores de N nos grãos, agravando o problema do baixo teor de proteína dos grãos destinados à indústria de farelo. Assim, torna-se indispensável a busca de novas linhas de pesquisa para aumentar a nodulação, a eficiência da FBN, o rendimento de grãos e os teores de proteína nos grãos. Nesse contexto, este projeto, constituído de cinco subprojetos, tem os seguintes objetivos: 1) Avaliar e selecionar estirpes de *Bradyrhizobium* mais eficientes para a FBN, em diversas regiões produtoras de soja; 2) Determinar a competitividade das estirpes na infectividade e ocupação dos nódulos da soja por método sorológico e PCR; 3) Identificar e avaliar métodos e técnicas alternativos de inoculação que possibilitem a maximização do fornecimento de N pelo processo de FBN; 4) Desenvolver e avaliar inoculantes comerciais que favoreçam uma maior população e sobrevivência da bactéria sementes, aumentando a nodulação e a eficiência da FBN; 5) Avaliar, entre os inoculantes comerciais existentes no mercado, quais são os mais compatíveis com os defensivos agrícolas e micronutrientes recomendados para a soja, em aplicação conjunta na

semente; 6) Identificar e avaliar métodos alternativos de aplicar micronutrientes nas sementes que não reduzam a nodulação e a eficiência da FBN, aumentando os teores de proteína e o rendimento de grãos.

2.1. Avaliação de estirpes de *Bradyrhizobium*, inoculantes microbianos e métodos de inoculação, em diferentes regiões do Brasil (04.2001.340 - 01)

Rubens J. Campo¹, Mariangela Hungria¹,
Leny M. Miura¹, José Z. Moraes¹,
Rubson N. R. Sibaldelle¹ e
César de M. Mesquita¹.

A reinoculação da soja favorece uma melhor nodulação da soja na coroa do sistema radicular, favorecendo uma melhor fixação biológica do nitrogênio (FBN) do ar do solo e o rendimento da soja. Os solos cultivados com a soja apresentam alta população de *Bradyrhizobium* que irá competir por sítios de infecção e formação nodular com a bactéria introduzida nos inoculantes. Uma alternativa para se aumentar a competição da bactéria introduzida com a naturalizada é favorecer a nodulação primária com a bactéria inoculada, através do aumento da população da bactéria introduzida nas sementes. O aumento do número de células nas sementes pode ser conseguido pela inoculação com estirpes mais eficientes, pelo uso de inoculante de melhor qualida-

de, ou pelo uso de técnicas de inoculação que garantam uma maior população e sobrevivência das células nas sementes. Assim, o objetivo do presente trabalho consiste de se: (a) avaliar e selecionar a melhor estirpe de *Bradyrhizobium* para compor os inoculantes comerciais, (b) avaliar os inoculantes comerciais, e (c) identificar e avaliar técnicas alternativas de inoculação que possam promover um maior número de células nas sementes, melhor nodulação e FBN e maiores rendimentos de soja. Os experimentos necessários para atender esses objetivos foram realizados em condições de campo, em blocos ao acaso e em seis repetições. Os parâmetros avaliados foram a eficiência de nodulação e de FBN das estirpes de *Bradyrhizobium* e o rendimento de grãos. Visando atender o primeiro objetivo, as estirpes de *Bradyrhizobium* recomendadas para os inoculantes (SEMIA 587, SEMIA 5019, SEMIA 5079 e SEMIA 5080) foram comparadas individualmente com as testemunhas sem inoculação e com N mineral e com os dois pares de estirpes (SEMIA 587 + SEMIA 5019 e SEMIA 5079 + SEMIA 5080) mais usadas atualmente. O trabalho foi realizado em solos de áreas de população estabelecida de *Bradyrhizobium*, em Londrina e Ponta Grossa.

Em Londrina, (Tabela 2.1), os resulta-

¹ Embrapa Soja

dos mostram que a aplicação de 200 kg de N (3.752 kg/ha) favoreceu um aumento de rendimento em relação à testemunha sem inoculação (3.481 kg/ha) de 7,8%, indicando a necessidade adicional de N para essas condições. Quando se compara a testemunha sem inoculação com os tratamentos inoculados verifica-se que o melhor resultado entre as combinações de estirpes estudadas foi com a SEMIA 587 + SEMIA 5019 (3.704 kg/ha), aumentando o rendimento em 6,4%. A mesma comparação feita

com a inoculação com a estirpe individual SEMIA 5079 (3.864 kg/ha) que aumentou o rendimento em 11%, demonstrando, assim, um melhor desempenho da estirpe individual. Os resultados para os demais parâmetros avaliados estão na Tabela 2.1. Em Ponta Grossa, não se constataram diferenças significativas entre os tratamentos inoculados em relação às testemunhas sem inoculação e aplicação de 200 kg de N/ha, evidenciando, desta forma, a ocorrência de algum outro fator que tenha afetado mais os tratamentos estudados do que a deman-

Tabela 2.1. Efeito da reinoculação da soja, cv. BRS 133, com estirpes de *Bradyrhizobium* na nodulação, N na massa seca da parte aérea da planta, N total nos grãos e rendimento de grãos. Experimento conduzido em Londrina, PR, safra 2000/01, em solo LRd com população estabelecida de *Bradyrhizobium* ($2,4 \times 10^5$ células/g solo). Média de seis repetições. Embrapa Soja, 2000.

Tratamentos	NN pl.	MSN Mg.pl ⁻¹	N MSPA mg.pl ⁻¹	N grãos kg.ha ⁻¹	Rend ³ . kg.ha ⁻¹
1- Test. sem Inoculação	13,2 ²	28	78	203	3481
2- 200 kg N/ha	6,8	7	99	209	3752
3- Semia 587	13,0	26	110	219	3681
4- Semia 5019	16,3	43	97	206	3502
5- Semia 5079	13,2	44	91	220	3864
6- Semia 5080	16,3	45	88	206	3512
7- Semia 587 + 5019	13,0	40	117	215	3704
8- Semia 5079 + 5080	11,7	33	89	207	3596
9- Semia 587 + 5080	11,2	27	75	195	3398
CV(%)	16,5	22,3	27,8	6,5	6,1
DMS(5%) ³	1,7	6,0	21,5	11,2	182,0

¹ N aplicado 50% no plantio e 50% 35 após a emergência, fonte uréia;

² diferença entre médias de dois tratamentos, cujo valor é superior a esses valores, para cada coluna, indica que os dois tratamentos são diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t";

³ rendimento corrigido para 13% de umidade.

da de N pela planta.

Para avaliar os inoculantes comerciais, estudos de laboratório, casa de vegetação e campo foram realizados. Em condições de laboratório, se avaliaram as populações de células em meio ágar manitol e seletivo, e a ocorrência de contaminantes em meios BDA e ágar nutritivo. Em casa de vegetação se avaliaram as populações de células pelo método de diluição em plantas e, a campo, se avaliaram as eficiências agronômicas desses inoculantes. Os inoculantes avaliados, bem como os resultados da sua qualidade em laboratório ou em casa de vegetação, estão na Tabela 2.2. De modo geral verifica-se que,

à exceção dos inoculantes Emerge PM, Noctin líquido e Gelfix líquido, todos os demais inoculantes apresentaram população de células em meio ágar manitol, meio seletivo e por diluição em plantas dentro dos padrões mínimos de qualidade. Por outro lado, somente os inoculantes líquidos Rizoliq, Rizopack, Cell Tech e TSI apresentaram níveis de contaminantes dentro dos padrões mínimos de qualidade, demonstrando que os processos de esterilização de turfas ainda precisam ser melhorados. A avaliação da eficiência agronômica a campo foi realizada em solo com população estabelecida de *Bradyrhizobium* de Londrina, PR, e em

Tabela 2.2. Número de células de *Bradyrhizobium* por g ou ml de inoculante obtidos em diferentes meios de cultura e em plantas. Embrapa Soja, 2001.

Inoculantes ¹	Ágar manitol	Meio seletivo	BDA	Ágar Nutritivo	NMP em plantas
587 + 5019 (T)	1,7x10 ⁸	3,1x10 ⁸	6,7x10 ⁷	2,2x10 ⁹	-
5079 + 5080 (T)	4,0x10 ⁸	2,6x10 ⁸	4,8x10 ⁷	2,5x10 ⁹	-
Biomax (T)	2,4x10 ⁹	2,4x10 ⁹	3,5x10 ⁸	2,4x10 ⁸	2,3x10 ⁹
Nitral (T)	1,8x10 ⁸	5,8x10 ⁸	>1,0x10 ⁹	>1,0x10 ⁹	-
Biagro (T)	2,3x10 ⁹	6,6x10 ⁸	6,7x10 ⁶	5,5x10 ⁷	-
Emerge (PM)	0,0x10 ⁵	0,0x10 ⁵	0,0x10 ⁵	0,0x10 ⁵	0,0x10 ⁵
Urolec (L)	2,7x10 ⁹	3,5x10 ⁹	2,5x10 ⁷	8,2x10 ⁸	2,4x10 ⁹
Rizoliq (L)	1,1x10 ⁸	9,9x10 ⁸	0,0x10 ⁵	0,0x10 ⁵	7,8x10 ⁸
Rizopack (L)	1,9x10 ⁹	1,2x10 ⁹	0,0x10 ⁵	0,0x10 ⁵	1,1x10 ⁹
Rhizomax A (L)	2,4x10 ⁹	2,3x10 ⁹	3,5x10 ⁸	2,4x10 ⁸	2,3x10 ⁹
Rhizomax B (L)	1,4x10 ⁹	1,2x10 ⁹	4,0x10 ⁷	5,8x10 ⁷	1,2x10 ⁹
Biomax (L)	1,4x10 ⁹	1,4x10 ⁹	4,0x10 ⁷	5,8x10 ⁷	1,2x10 ⁹
Noctin (L)	2,6x10 ⁷	1,4x10 ⁷	3,3x10 ⁶	0,0x10 ⁵	4,3x10 ⁵
Cell Tech (L)	2,6x10 ⁹	9,4x10 ⁸	0,0x10 ⁵	0,0x10 ⁵	2,3x10 ⁹
Gelfix (L)	6,5x10 ⁶	1,6x10 ⁷	3,5x10 ⁷	1,8x10 ⁷	-
TSI (L)	4,1x10 ⁸	6,6x10 ⁸	0,0x10 ⁵	0,0x10 ⁵	2,9x10 ⁸

¹ Inoculantes testados, sendo que alguns são comerciais e outros que estão em testes de eficiência agronômica para registro junto ao MAPA.

Onde: (T) Turfoso, (L) líquido e (PM) pó molhavel.

solo sem população estabelecida de *Bradyrhizobium* de Luziânia e Cristalina, GO. Em condições de solo com população estabelecida os inoculantes não diferiram das testemunhas inoculação padrão e sem inoculação, mas em solo sem população estabelecida foi possível diferenciar esses inoculantes (Tabela 2.3). Dos inoculantes líquidos testados somente o Urulec e Cell Tech apresentaram nodulação igual à testemunha inoculação padrão, que não diferiu dos inoculantes turfosos Biomax, Rhizofix e Biagro. Os inoculantes Emerge PM, Noctin líquido e Gelfix líquido não apresentaram eficiência agrônômica a campo igual ao padrão turfoso com 160.000 células por semente.

Para avaliação do terceiro objetivo do projeto, dois tipos de estudos foram realizados. O primeiro consistiu de se comparar o método atual de inoculação, aplicação de inoculante turfoso na dose de 160.000/semente, com diversas populações de células de *Bradyrhizobium*, variando-se quantidades e tipos de inoculantes. Esse experimento foi realizado em solos sem população estabelecida de Luziânia e Cristalina. Em ambos locais verifica-se que populações de células/semente acima de 1.200.000, não aumentaram o número de nódulos e que 160.000 células/semente não são suficientes para obtenção de uma nodulação máxima. Por isso, a recomendação técnica passou para 300.000 células/semente. Estudos adicionais tornam-se necessários para definição do número ideal de células a aplicar por semente. O segundo estudo consiste de comparar o método atual de inoculação, aplicação de inoculante turfoso nas sementes com e sem fungici-

das e micronutrientes, com a aplicação de doses de inoculante líquido no sulco de semeadura. Os Experimentos foram instalados em Londrina, PR, Avaré, SP e Luziânia, GO. Em Avaré e Londrina, as aplicações do inoculante líquido e a semeadura foram feitas com máquinas adaptadas e, em Luziânia, a aplicação do inoculante líquido foi feita por pulverizador costal e a semeadura foi feita manual. Em solo com população estabelecida de *Bradyrhizobium* de Londrina ($2,2 \times 10^4$ células/g solo) as doses de inoculante aplicadas por aspersão no sulco de semeadura de 600, 1.200 e 2.400 ml de inoculante, com o uso de sementes tratadas com fungicidas e micronutrientes, apresentaram resultados similares à testemunha inoculação padrão com 500 g de inoculante. Em solo sem população estabelecida de *Bradyrhizobium* de Avaré, SP, (população inferior a $0,0 \times 10^2$ células/g solo) as maiores doses de inoculante aplicadas por aspersão (1200 ml e 2400 ml) apresentaram nodulação, produção de massa seca, N na massa seca, teores de N nos grãos, N total nos grãos e rendimentos de grãos iguais ou superiores ao padrão turfoso de 500 g de inoculante por 50/kg de semente. No solo sem população estabelecida de Luziânia, GO, (população inferior a $0,0 \times 10^2$ células/g solo), a nodulação com o inoculante turfoso padrão foi equivalente à nodulação com a aplicação de 2400 ml de inoculante líquido no sulco de semeadura com as sementes tratadas com fungicidas e micronutrientes (Tabela 2.4). Os demais parâmetros avaliados, N total nos grãos e rendimento de grãos não diferiram entre si. Esses resultados indicam ser possível substituir a aplicação tradicional de inoculantes nas

Tabela 2.3. Efeito da inoculação da soja, cv. Vitória, com diferentes inoculantes no número de nódulos obtidos em solos de primeiro ano de cultivo de Cristalina e Luziânia, GO, safra 2000/01. Resultados médios de seis repetições. Embrapa Soja, 2001.

Tratamentos	Número de nódulos por planta	
	Cristalina	Luziânia
Sem inoculação	4	9
Inoculação padrão + 200 kg N/ha	4	6
Inoculação padrão (IP) ¹	14	23
IP 160 000 (587 + 5019) ²	9	14
IP 160 000 (5079 + 5080) ³	7	12
I com Urulec (líquido)	19	14
I com Rizoliq (líquido)	6	11
I com Rizopack (líquido)	7	13
I com Rhizomax A (líquido)	6	10
I com Rhizomax B (líquido)	6	10
I com Biomax (turfoso)	22	22
I com Biomax (líquido)	12	12
I com Noctin (líquido)	5	8
I com Cell Tech (líquido)	17	21
I com Gelfix (líquido)	4	14
I com Rhizofix (turfoso)	12	18
I com Biagro (turfoso)	12	14
I com Geratec (pó molhavel)	5	9
C.V. (%)	25,2	16,3
DMS (5%)	2,0	1,7

¹ 300 ml de água açucarada (10%) mais 500g/50 kg de semente de inoculante turfoso, composto das estirpes SEMIA 5079 (população de $4,3 \times 10^8$) e SEMIA 5080 (população de $3,8 \times 10^8$);

² 300 ml de água açucarada (10%) mais de inoculante turfoso: 80 000/semente da SEMIA 587 (população de $3,0 \times 10^8$) mais 80 000 células/semente da SEMIA 5019 (população de $2,1 \times 10^8$);

³ 300 ml de água açucarada (10%) mais de inoculante turfoso: 80 000 células/semente da SEMIA 5079 (população de $4,3 \times 10^8$) mais 80 000 células/semente SEMIA 5080, (população de $3,8 \times 10^8$);

sementes pela aplicação do inoculante no sulco de semeadura com sementes que receberam fungicidas e micronutrientes. Entretanto, isso implica em aumentar a dose de inoculante de 4 a 8 vezes. Estudos adicionais são necessários para avaliar a viabilidade econômica dessa prática.

Tabela 2.4. Efeito de métodos de inoculação, no nº e massa de nódulos secos, N total nos grãos e rendimento de grão. Experimento conduzido em Luziânia, GO, safra 2000/01. Média de 6 repetições. Embrapa Soja, 2001.

Tratamentos	NN pl	MSN mg.pl ⁻¹	N grãos Kg.ha ⁻¹	Rend. ⁶ kg.ha ⁻¹
1- Sem Inoculação	6,8 ⁵	28	137	2026
2- 200 kg N/ha ¹	5,2	16	136	2124
3. Inoc. Padrão turfoso ²	24,0	134	144	2203
4- Inoc. Aspersão 1200 ml/ha ³	10,2	46	138	2118
5- Inoc. Aspersão 2400 ml/ha	26,7	87	143	2104
6- Fungicida + Micro + Trat. 3 ⁴	7,7	25	144	2199
7- Fungicida + Micro + Trat. 4	13,7	55	136	2072
8- Fungicida + Micro + Trat. 5	21,3	64	134	2059
C.V.(%)	19,6	20	8,8	9,0
DMS(5%) ⁵	2,23	9,0	10,0	154,7

¹ N aplicado 50% no plantio e 50% 35 após a emergência, fonte uréia;

² inoculação com 500 g de inoculante turfoso/50 kg semente;

³ inoculante líquido aplicado no sulco de semeadura;

⁴ fungicidas e micronutrientes aplicados nas sementes conforme recomendação técnica;

⁵ diferença entre médias de dois tratamentos, cujo valor é superior a esses valores, para cada coluna, indica que os dois tratamentos são diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t";

⁶ rendimento corrigido para 13% de umidade.



2.2. Compatibilidade de aplicação de inoculantes com defensivos agrícolas e micronutrientes (04.2001.340-02)

Rubens J. Campo¹, Mariangela Hungria¹,
Maria Sunta Zanoti², Everson Laureto³,
Leni Mieko Miura¹, José Zuca Morais¹ e
Rubson Natal R. Sibaldelli¹.

O cultivo sucessivo da soja e a sua expansão para diversas regiões do Brasil implicam em maior uso de fungicidas, inseticidas e micronutrientes nas sementes da soja junto com a inoculação. Por outro lado, sucessivos incrementos na sua produtividade, implicam também no aumento da demanda de nitrogênio (N) pela planta, que é o nutriente que ela mais necessita. A principal e mais barata fonte de N para a soja é a da fixação biológica do N atmosférico (N₂) por simbiose, conseqüentemente, torna-se importante melhorar a sua eficiência. A eficiência da fixação biológica do N₂ (FBN) atmosférico do solo depende de uma série de fatores inerentes à bactéria e à planta. Dentre esses, é sabido que ao aumentar a população de células viáveis da bactéria na semente, através da inoculação, aumenta-se a ocorrência de nódulos na coroa do sistema radicular da soja, onde os nódulos possuem maior eficiência de FBN.

O método atual de inoculação das sementes de soja consiste na aplicação do inoculante nas sementes, logo após os fungicidas, os micronutrientes Co e

Mo e os inseticidas. Isso tem causado uma redução do número de células nas sementes, que podem estar causando redução na nodulação e na FBN. Esta redução depende do tipo do inoculante, do fungicida, do inseticida e dos produtos que contêm os micronutrientes Co e Mo. Atualmente, existe no mercado uma diversidade muito grande de produtos fungicidas, inseticidas, micronutrientes e inoculantes. Entretanto, pouco se conhece dos seus efeitos tóxicos sobre a bactéria. Assim, este trabalho tem o objetivo de conhecer a intensidade dos efeitos tóxicos dos diferentes fungicidas, inseticidas e micronutrientes sobre a bactéria, quando aplicados isoladamente e em conjunto nas sementes e o de buscar alternativas de aplicação destes produtos de forma que não reduzam a população da bactéria nas sementes e, por conseqüência, a eficiência de FBN. No caso específico de micronutrientes, serão efetuados estudos com métodos alternativos de aplicação do Mo e Co via foliar e do Mo por sementes enriquecidas em Mo, bem como da validação do uso de sementes ricas em Mo em diversas lavouras de soja.

Os diferentes princípios ativos dos fungicidas, recomendados para a soja, inseticidas e as diferentes fontes de micronutrientes foram testados isoladamente e em conjunto, para compatibilizar o seu uso com os diferentes tipos de inoculantes. A aplicação dos produtos fungicidas, inseticidas e micronutrientes nas sementes foi imediatamente antes da inoculação. As sementes tratadas e inoculadas foram plantadas em solos com e sem população estabelecida, para determinação da sobrevivência da

¹ Embrapa Soja

² Universidade de Maringá

³ UNOPAR

bactéria a campo para avaliação da nodulação e da eficiência da FBN.

Micronutrientes - Em solos sem população estabelecida (Luziânia e Cristalina, GO) avaliou-se o efeito da aplicação dos produtos nas sementes sobre a nodulação e, em Londrina, PR, solo com população estabelecida, avaliou-se a eficiência da aplicação dos produtos nas sementes e por pulverização foliar (V4) sobre o rendimento de grãos. Os micronutrientes utilizados foram: CoMofix, Legumol, Ubifol, CoMol HC, Grap 48, Grap 180 JE, Nodulus, Comosol 2000, Néctar, Bionex DB, Cobamol, Rizomicro, Glycimol e Comosol BR4, todos aplicados na dose recomendada. As testemunhas utilizadas foram: NaMoO_4 na dose 20g de Mo/ha mais CoCl_2 na dose 2,5 g/ha, aplicados via semente e foliar e os tratamentos controles sem inoculação e com inoculação padrão (IP). À exceção do produto Legumol em Luziânia, todos os demais produtos reduziram o número de nódulos em no mínimo 11,5%, em relação à testemunha IP. A massa de nódulos secos foi menos afetada pelos micronutrientes e diversos produtos foram iguais à testemunha IP (Legumol, Ubifol, CoMol HC, Grap 180 JE, Nodulus, Néctar, Rizomicro e Glycimol) em Luziânia e (CoMofix, Legumol, Ubifol, Grap 180 JE, Nodulus, Comosol 2000, Bionex DB e Rizomicro) em Cristalina. Em Londrina, em área com população estabelecida, os produtos aplicados nas sementes que apresentaram rendimentos superiores ao tratamento (Co + Mo) via foliar (3511 kg/ha) foram: a testemunha (Co + Mo), Glycimol, Rizomicro, Néctar, Comosol

2000, Cobamol, Ubifol e Comosol BR4; e os produtos aplicados via foliar que apresentaram rendimentos superiores à testemunha (Co+Mo) via foliar (3499 kg/ha) foram: a testemunha (Co+Mo) via sementes, Nódulos e Legumol. Alguns produtos foram mais eficientes quando aplicados nas sementes, e outros, quando aplicados via pulverização foliar, no entanto, a aplicação dos micronutrientes nas sementes, de um modo geral, reduz a nodulação e, por consequência, o potencial de FBN.

Fungicidas Trabalhos anteriores mostraram que a aplicação conjunta de inoculante com fungicidas nas sementes reduz a nodulação e a FBN. Esses resultados mostraram que, dos fungicidas recomendadas para a cultura da soja, as combinações Carboxin + Thiram, Difenconazole + Thiram, Carbendazin + Captan, Thiabendazole + Tolyfluanid e Carbendazin + Thiram foram as menos tóxicas. Na prática os produtores de soja utilizam os fungicidas isoladamente, embora a recomendação de fungicidas seja contato + sistêmico. Por isso o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos, em conjunto e isoladamente, dos produtos acima citados na nodulação, no potencial de FBN e na emergência das plântulas a campo. Os experimentos foram realizados em três ambientes distintos. Solo com cultivos anteriores de soja, com população estabelecida de *Bradyrhizobium* (Cristalina, GO) e solos sem população estabelecida de *Bradyrhizobium* (Cristalina e Luziânia, GO). Os fungicidas foram aplicados nas sementes nas doses recomendadas, seguida da inoculação e semeadura. Em Luziânia, o único tratamento que não

reduziu a nodulação foi Carboxin + Thiram, aplicado 15 dias antes da inoculação. Este mesmo tratamento, mais Difenconazole + Thiram foram os únicos que não reduziram o N total nos grãos e o rendimento de grãos. Em Cristalina, em área sem população estabelecida de *Bradyrhizobium*, Carbendazin não reduziu o número de nódulos e Carbendazin, Thiabendazole, Thiram, Thiabendazole + Thiram e Difenconazole + Thiram não reduziram a massa de nódulos secos. Neste local, os tratamentos Carboxin, Difenconazole, Thiram, Carbendazin + Thiram reduziram o rendimento de grãos. Em Cristalina, área anteriormente cultivada com soja os tratamentos Carbendazin, Thiabendazole, Difenconazole, Carbendazin + Thiram e Carbendazin + Captan não reduziram a nodulação e os tratamentos Thiabendazole e Tolyfluanid reduziram o rendimento de grãos. Nenhum dos produtos testados apresentou emergência a campo superior à testemunha inoculação padrão, indicando que, nas condições em que a soja foi semeada, não haveria necessidade de se fazer tratamento de semente com fungicidas. Nos três locais houve resposta da soja a inoculação e em dois deles com aumento de rendimento de grãos.

Inseticidas - A monocultura da soja ou a simples sucessão soja trigo, em sistema de semeadura direto, reduz o controle de insetos de solo de forma natural e aumenta a ocorrência do inseto *Sternechus subsignatus*. A larva desse inseto, para se alimentar, raspa e desfia o caule da soja. Se ela ocorrer no início do estágio vegetativo a planta é totalmente

destruída. Assim, além do controle químico e do manejo integrado com rotação de culturas para controle do inseto, o tratamento de sementes com inseticida passou a ser usado pelos agricultores com bastante sucesso, entretanto, não se conhecem os efeitos que esses produtos possam estar causando na fixação biológica do nitrogênio (FBN). Desse modo, o objetivo desse trabalho foi o de avaliar o efeito da aplicação conjunta de inseticidas com inoculantes na FBN com a cultura da soja. Os experimentos foram instalados em blocos ao acaso em seis repetições, em solos sem população estabelecida de *Bradyrhizobium* (Luziânia e Cristalina, GO, safra 2000/01). O inseticida Standak, dose de 200ml/50kg de semente, na presença ou não de micronutrientes (Co e Mo) e o inseticida Cruiser, dose de 150g/ha, foram aplicados nas sementes imediatamente antes da aplicação do inoculante. Nos dois locais foram usados as testemunhas sem inoculação, inoculação padrão (IP- 500 g de inoculante turfoso/50kg de semente) e a testemunha IP mais 200 kg N/ha. Os parâmetros avaliados foram o número e massa de nódulos secos aos 30 dias após emergência, rendimento de grãos e N total nos grãos. A deficiência hídrica limitou a expressão máxima do potencial de FBN nos dois locais. No entanto, isso não impediu que os passíveis efeitos negativos da aplicação dos inseticidas juntamente com o inoculante fossem demonstradas via avaliação da nodulação. Em Luziânia, o Standak, aplicado sozinho ou com os micronutrientes, reduziu a nodulação, número e massa de nódulos secos. Em Cristalina, o Standak reduziu a

nodulação somente quando aplicado com os micronutrientes. O Cruiser só foi testado sozinho e ele não reduziu a nodulação em ambos locais. Estudos adicionais com ambos inseticidas precisam ser efetuados para confirmar esses resultados.

Interação inoculante, micronutriente, fungicida e inseticida Logicamente que seria impossível estudar a interação entre todos esses fatores, portanto, algumas interações foram testadas, na safra 2000/01, em solos sem população estabelecida de Cristalina e Luziânia, GO (Tabela 2.4). Em Cristalina e Luziânia, a aplicação dos inoculantes (A1 e B1, veja Tabela 2.4) aumentou a nodulação. Comparando-se a aplicação dos micronutrientes foliar aos 30 DAE (B1) com a aplicação nas sementes (B2 e B3) verifica-se que os micronutrientes afetaram ligeiramente a nodulação, exceção para o inoculante líquido (A2 + B1) no solo de Luziânia. Quando, além dos micronutrientes (B2 e B3) incluiu-se os fungicidas (C) essa redução na nodulação aumentou nos dois locais, mostrando assim a não compatibilidade entre fungicidas e micronutrientes, já que quando os micronutrientes foram aplicados via foliar (A1) não ocorreu efeitos negativos dos fungicidas. A inclusão do inseticida além dos fungicidas não acentuou a redução da nodulação. Os resultados mostram que os micronutrientes não tóxicos à bactéria tornaram-se extremamente tóxicos quando eles foram aplicados junto com fungicidas. Pelos resultados observados sugere-se que não se use a aplicação de micronutriente e fungicidas nas sementes. Em tendo que se aplicar fungicida nas sementes o micro-

nutriente não deve ser usado nas sementes. Deve-se buscar a alternativa de aplicá-los via foliar.

Doses de Mo A aplicação de Mo, na fonte molibdato de sódio, foi avaliada em diversos locais. Em Londrina, as doses de 0,0, 400, 800, 1.600 g/ha, foram aplicadas em R6 e os resultados dos teores de Mo nos grãos indicaram aumentos lineares dos teores de Mo nas sementes das diversas cultivares (Tabela 2.5). Em Ponta Grossa, as doses de Mo aplicadas foram 0,0, 800, 1.200 e 1.600 g/ha, sendo 50% em R3 e 50% em R6, 15 dias após a primeira (Tabela 2.6), e na Fundação Chapadão em Rondonópolis, as doses de Mo aplicadas foram 0,0, 400, 800 e 1.200g/ha, também em duas aplicações quando obteve-se os teores de Mo nas sementes de 14, 63, 90 e 113 g de Mo/g de semente se soja. Esses resultados demonstram que se fazendo duas aplicações é possível de se reduzir a dose de Mo a aplicar. Com apenas 800 g de Mo, em duas aplicações, foi possível obter, aproximadamente o dobro do teor de Mo, obtido com uma aplicação de 1.600 g de Mo (Tabela 2.6).

Época de aplicação de Mo para enriquecimento de sementes Doses de Mo foram aplicadas nos estádios R3 e R6 e em ambos estádios, para avaliação dos teores de Mo nas sementes de três cultivares de soja. A aplicação dessas doses de Mo nessas épocas não afetou os teores de N nos grãos e os rendimentos de grãos das diferentes cultivares de soja. Só ocorreram alterações nos teores de Mo nos grãos (Tabela 2.7). Os resultados mostram um aumento linear nos teores de Mo nas sementes em função das doses de Mo. Verifica-se que não há

Tabela 2.4. Efeito da aplicação de micronutrientes, fungicidas, inseticidas e da inoculação da soja, cv conquista, na nodulação (número e massa seca), N total nos grãos e rendimento de grãos. Experimento conduzido em solos sem população estabelecida de Cristalina e Luziânia (GO), safra 2000/01. Média de seis repetições. Embrapa Soja. 2001.

Tratamentos	Cristalina		Luziânia	
	NºN/pl.	MSN (mg/pl.)	NºN/pl.	MSN (mg/pl.)
Sem inoculação	4,8	17	5,0	24
A1 + 200 kg N/ha	6,5	15	7,7	32
A1 + B1	12,3	33	12,3	44
A1 + B2	10,7	35	11,0	48
A1 + B3	9,3	27	10,3	43
A2 + B1	15,3	56	14,3	75
A2 + B2	10,7	40	18,0	81
A2 + B3	11,2	38	16,0	81
A1 + B1 + C	12,0	38	9,3	40
A1 + B2 + C	6,3	19	7,0	27
A1 + B3 + C	8,3	33	5,7	24
A1 + B1 + C + D	8,5	31	6,8	35
A1 + B2 + C + D	6,5	23	5,0	22
A1 + B3 + C + D	5,7	24	7,0	30
C.V.	25,2	29,7	18,8	21,1
DMS (5%) ¹	1,9	7,4	1,5	7,4

A1. Inoculante padrão turfoso na dose de 500 g/50 kg semente;

A2. Inoculação com Cell Tech na dose 150ml/50 kg semente;

B1. Co + Mo, aplicados foliar aos 30 DAE na dose de 2,5 g de Co, fonte $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ e 20,0 g de Mo na fonte $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

B2. Co + Mo aplicados nas sementes na mesma dose e fonte de B1;

B3. Co + Mo de uma fonte comercial, aplicados nas sementes na mesma dose de B1;

C. Fungicidas: Carboxin + Thiram, aplicados na dose recomendada nas sementes;

D. Inseticida: Standak, na dose 200 ml/50 kg semente;

¹ Diferença entre médias de dois tratamentos, cujo valor é superior a esses valores, para cada coluna,

grandes diferenças entre as doses aplicadas em R3 e em R6, para todas as doses aplicadas mas, em todas as doses, a aplicação em duas vezes foi sempre melhor do que única, nas três cultivares.

Modos e épocas de aplicação de Mo e Co - Dois experimentos foram instalados com as cultivares EMBRAPA 48 e BRS 133

para avaliar a aplicação do Co e Mo na semente com as doses de 10 e 20 g de Mo/ha aplicados aos 20 dias após a emergência, no início da floração, na semente mais foliar e semente rica mais foliar. Esses tratamentos foram comparados com os tratamentos sem aplicação de Co + Mo, sem aplicação de Co e sem aplicação de Mo. Em ambas as cultivares

houve resposta à aplicação de Mo + Co, independente da forma de aplicação. De modo geral, quando em aplicação única, 20g Mo/ha foi melhor do que 10 g de Mo/ha e as aplicações em duas vezes foram melhores do que em aplicação única.

Efeito do uso de sementes ricas em No na fixação biológica do N e rendimento da soja As cultivares de soja EMBRAPA 48 e BRS 133 enriquecidas ou não com Mo com e sem aplicação adicional de Mo (20 g Mo/ha) nas sementes ou foliar foram avaliadas à campo com os tratamentos sem adição de Mo e com aplicação de 200 kg de N/ha. O Co, dose de 2,5 g/ha, foi aplicado via foliar em todos os

tratamentos. Em ambas as cultivares houve resposta à aplicação de Mo e em todos os tratamentos que se utilizou semente ricas em Mo o rendimento de grãos e N total nos grãos foi igual ao tratamento com 200 kg de N/ha, mostrando assim a importância do Mo para a fixação biológica do N (Tabela 2.8).

Tabela 2.5. Teores de Mo nas sementes (g/g semente) de quatro cultivares de soja obtidos em Londrina, PR, em função da aplicação de doses de Mo em uma pulverização foliar no enchimento de grãos. Embrapa Soja 2001.

Mo aplicado (g/ha)	BR 16	BR 37	BRS 133	EMBRAPA 48
0	2,1	2,4	2,2	4,6
400	9,3	9,8	8,8	10,2
800	17,6	15,6	17,6	21,4
1600	28,0	31,6	27,2	31,6
Média	14,3	14,9	14,0	17,0

Tabela 2.6. Teores de Mo nas sementes (g/g semente) de quatro cultivares de soja obtidos em Ponta Grossa, PR, em função de duas aplicações de Mo em pulverizações foliares no enchimento de grãos. Londrina, 2001.

Mo aplicado (g/ha)	BRS 133	BRS 153	BRS 183	BRS 184
0	7	24	11	12
400 + 400	71	71	81	65
600 + 600	91	87	83	73
800 + 800	84	71	87	78
Média	63	63	66	57

Tabela 2.7. Efeito da dose e época de aplicação de Mo via foliar nos estádios R3 e R6 sobre os teores de Mo nos grãos de três cultivares de soja. Embrapa Soja, 2001.

Tratamento	Mo grãos em g/g semente		
	EMBRAPA 48	BRS 133	BRS 156
1- sem aplicação de Mo	3	4	4
2- aplicação de 400g Mo em R3	24	22	19
3- aplicação de 400g Mo em R6	17	18	20
4- aplicação de 400g, 50% em R3 e 50% em R6	31	35	35
5- aplicação de 800g Mo em R3	36	33	33
6- aplicação de 800 g de Mo em R6	25	26	35
7- aplicação de 800g, 50% em R3 e 50% em R6	43	50	56
8- aplicação de 1600g Mo em R3	39	50	52
9- aplicação de 1600g Mo em R6	39	39	43
10- aplicação de 1600g, 50% em R3 e 50% em R6	62	82	82
C.V.(%)	8,8	18,7	13,2
DMS(5%) ¹	3,4	8,2	6,1

¹ Diferença entre médias de dois tratamentos, cujo valor é superior a esses valores, para cada coluna, indica que os dois tratamentos são diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t",

Tabela 2.8. Efeito do uso de sementes de soja, cultivares, EMBRAPA 48 e BRS 133 com distintos teores de Mo e adição complementar de Mo via semente ou foliar no N total nos grãos (N kg.ha⁻¹) e rendimento de grãos. Londrina, PR, safra 2000/01. Média de seis repetições. Embrapa Soja 2001.

Tratamento	EMBRAPA 48		BRS 133	
	N grãos (kg.ha ⁻¹)	Rend.(kg.ha ⁻¹)	N grãos (kg.ha ⁻¹)	Rend.(kg.ha ⁻¹)
1- Semente normal + sem IP ¹	168	2988	227	3671
2- Semente normal ² + IP + 200 Kg N/ha	209	3315	242	3853
3- Semente normal + IP	173	3029	220	3493
4- Semente normal + Mo semente +IP	184	3252	237	3670
5- Semente normal + IP + Mo foliar	151	2771	221	3615
6- Semente rica ³ + IP	185	3179	241	3775
7- Semente rica + Mo semente +IP	213	3594	248	3846
8- Semente rica + IP + Mo Foliar	214	3506	241	3915
CV(%)	10,0	8,3	11,4	11,5
DMS(5%) ⁴	16,0	219	22,2	356

¹ Inoculação com 500 g de inoculante turfoso/50 kg semente;

² Cultivares de soja EMBRAPA 48 e BRS 133 com, respectivamente, 4,6 e 2,2 g Mo/g de semente;

³ Cultivares de soja EMBRAPA 48 e BRS 133 com, respectivamente, 31,6 e 27,2 g Mo/g de semente

⁴ Diferença entre médias de dois tratamentos, cujo valor é superior a esses valores, para cada coluna, indica que os dois tratamentos são diferentes entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste "t".



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Soja

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Caixa Postal, 231 - CEP: 86001-970 - Londrina - Paraná
Telefone: (43) 3371 6000 - Fax: (43) 3371 6100
<http://www.cnpso.embrapa.br> - E-mail: sac@cnpso.embrapa.br