

ARTIGO DE REVISÃO

A PESQUISA COM SOJA, A SELEÇÃO DE RIZÓBIO E A PRODUÇÃO DE INOCULANTES NO BRASIL

JOÃO RUI JARDIM FREIRE¹, FRANCISCO DE JESUS VERNETTI²

RESUMO – O trabalho apresenta o histórico da introdução e da pesquisa com soja, seleção de estirpes e produção de inoculantes para essa leguminosa no Brasil. A mais antiga referência data de 1882. Os primeiros trabalhos experimentais e observações foram realizados no Instituto Agrônomico de São Paulo, em Campinas, no final do século passado e início do atual. A cultura estabeleceu-se no noroeste do Rio Grande do Sul, na década de 30 e os trabalhos experimentais tiveram incremento na década de 40. Variedades americanas foram introduzidas, as quais já possuíam capacidade de resposta à fixação simbiótica. O melhoramento genético iniciou-se no Rio Grande do Sul e em São Paulo. Não havia aplicação de nitrogênio mineral nos trabalhos experimentais, mas sim inoculação das sementes. Os trabalhos em rizobiologia desenvolveram-se, principalmente, no Rio Grande do Sul e em São Paulo. No primeiro, desde 1950, os trabalhos basearam-se, especialmente, em seleção de estirpes da bactéria, pesquisa em fatores limitantes do solo e produção de inoculantes. As estirpes desenvolvidas no Rio Grande do Sul foram a base única, até 1992, da produção de inoculantes no País. Os fatores importantes para a expansão da cultura, produtividade e produção da soja no País foram: lançamento de estirpes eficientes de rizóbio, produção de inoculantes em larga escala, variedades de alta capacidade de resposta e correção dos fatores limitantes do solo.

Palavras-chave: inoculação, fixação de nitrogênio, leguminosa, microbiologia, *Glycine max* (L.) Merrill.

THE RESEARCH ON SOYBEANS, SELECTION OF RHIZOBIA AND PRODUCTION OF INOCULANTS IN BRAZIL

ABSTRACT – This paper presents the history of the introduction into Brazil of the soybean crop, the development of the research, genetic improvement and of rhizobia technology. The oldest reference dates from 1882, and the first field observations and trials were carried out in São Paulo around the turn of the century. However, the crop really became established, initially, in the northwest of the state of Rio Grande do Sul in the 1930s. Research on the soya, including genetic improvement, began in the south of Brazil, and in São Paulo. Introduced American varieties of soybean already had symbiotic capacity. There was no application of mineral nitrogen in the experimental fields, and the seeds were inoculated with rhizobia. The activities on rhizobia technology were developed mainly in the states of Rio Grande do Sul and São Paulo. In the first one, since 1950, the work was based mainly on selection of improved strains, production of inoculants and research on soil limiting factors. The strains developed and released in Rio Grande do Sul were, up to 1992, the only basis of the inoculants produced in the Country. Important factors for the expansion, productivity and production of the soybean crop were: efficient *Rhizobium* strains, large scale inoculant production, responsive plant varieties and correction of soil limiting factors.

Key words: inoculation, nitrogen fixation, legume crops, microbiology, *Glycine max* (L.) Merrill.

A PESQUISA COM SOJA

A mais antiga referência escrita sobre a espécie no Brasil data de 1882. Foi o artigo “Soja”, publicado por D’UTRA (1882), no Jornal da Agricultura do Rio de Janeiro, em que são relatadas as observações feitas numa parcela de soja semeada na Bahia.

No Relatório Anual do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo, relativo ao ano de 1892, seu primeiro Diretor, DAFFERT (1893), descreve o experimento que instalara com o fim especial de “determinar a possibilidade da cultura mista de forrageiras da família das gramíneas com a das leguminosas”. Em 1899 D’UTRA apresentou observações sobre a cultura da soja, com base nos

primeiros ensaios semeados na Fazenda Santa Elisa, em novembro do ano anterior.

Essas referências são anteriores às introduções feitas por imigrantes japoneses, que chegaram a São Paulo em 1908. Foram esses, segundo LÖBBE (1935), que de fato difundiram a cultura no País, pois, até então, a soja não ultrapassara os limites dos estabelecimentos agrônômicos oficiais.

A partir de 1921, Henrique Löbbe realizou, em São Simão, São Paulo, uma série de estudos e de observações sobre o comportamento da espécie. Inicialmente, trabalhou com variedades introduzidas da Manchúria e, a partir de 1926, introduziu dos Estados Unidos as 48 variedades que ali mais se destacavam. Os resultados de suas pesquisas, levadas a efeito durante 10 anos, foram publica-

1. Eng. Agr. L.D. – Professor do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia, UFRGS. Caixa Postal 776, 91501-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

2. Eng. Agr. M.Sc. – Embrapa Clima Temperado. Caixa Postal 403, 96001-970 Pelotas, RS.
Recebido para publicação em 10/10/1997.

dos pelo Ministério da Agricultura (LÖBBE, 1935).

Trabalhos de pesquisa com soja foram realizados pelo Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, desde 1926 até os nossos dias (SILVA, 1948, 1949; MIYASAKA, 1958). Nos relatórios da sua Seção de Agronomia, (INSTITUTO, 1926/27-1929/30) são mencionadas três variedades, que eram cultivadas na Fazenda Santa Elisa, com produções superiores a 4.000 kg por alqueire. De 1930 a 1935, a mesma Seção instalou ensaios comparativos de variedades, cujos resultados revelam elevados rendimentos. A partir de 1936, a Seção de Cereais e Leguminosas daquela instituição de pesquisa divulgou os resultados dos experimentos instalados por Neme Abdo Neme, uma das glórias da agronomia brasileira no setor de leguminosas. Neme relatou os resultados dos experimentos realizados até o ano agrícola 1951/52 e as variedades indicadas para S. Paulo (NEME, 1950/52, 1952, 1957).

Segundo MINSSEN (1901), a soja foi semeada em 1901, com sucesso, na fazenda de A. Wellhausen, localizada em Dom Pedrito, RS. Entretanto, segundo REIS (1956), a introdução teria ocorrido apenas em 1914. Nessa data, o norte-americano E.C. Craig, então Professor de Agricultura da Escola Superior de Agronomia e Veterinária da Universidade Técnica do Rio Grande do Sul, realizava experimentos, cujos resultados foram satisfatórios. Porém, não teria conseguido interessar autoridades ou agricultores na introdução da cultura. Em 1924, entretanto, a cultura estabeleceu-se no município de Santa Rosa, na região fisiográfica denominada Alto Uruguai (ASSIS BRASIL e SILVA, 1967; VERNETTI, 1975, 1983). Dali expandiu-se para a região das Missões, onde ficou circunscrita durante muitos anos.

Nada se sabe quanto à origem da semente então usada. Supõe-se que foi introduzida por imigrantes poloneses que se fixaram naquela região e cujos hábitos alimentares incluíam o consumo de subprodutos obtidos a partir do grão de soja. Em 1931, quatro colonos de nacionalidade polonesa adquiriram, no exterior, 30 kg de sementes e iniciaram a propagação da cultura. No ano seguinte, BIEZANKO (1958), de nacionalidade polonesa, introduziu, na região de Santa Rosa, sementes de diversas variedades (SILVA, 1959). A década de 30 marcou o início da fase de adoção pelos agricultores (ASSIS BRASIL e SILVA, 1967; SILVA, 1959) e em 1941 a soja figurava, pela primeira vez, nas estatísticas oficiais, com a área cultivada de 702 hectares (VERNETTI, 1975, 1983).

Introduzida na Estação Experimental Fitotécnica das Colônias, em Veranópolis, em 1930, somente em 1941 foi a soja objeto de pesquisa mais detalhada, pela primeira vez em solo gaúcho, tendo

sido instalado um experimento comparando diversos espaçamentos (ELIAS, 1959). Dessa Estação a pesquisa foi estendida a outros estabelecimentos daquela Secretaria de Estado, em Júlio de Castilhos, Encruzilhada do Sul e Osório (VERNETTI, 1975, 1983) e a Estação Experimental de Arroz, em Gravataí, que procurava encontrar uma leguminosa que pudesse ser utilizada em rotação com arroz. Para tanto, a EEA introduzira, dos Estados Unidos da América, numerosa coleção de variedades.

O Melhoramento Genético

No Rio Grande do Sul, o melhoramento genético da soja foi iniciado em 1948 na Estação Experimental de Veranópolis, da Divisão de Pesquisas Agrícolas da Secretaria da Agricultura (GASPERI, 1960). O Ministério da Agricultura, através do Instituto Agronômico do Sul (IAS), depois denominado Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul (IPEAS) e hoje parte integrante da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), também iniciou, em 1948, um programa de melhoramento genético da soja. A Federação das Cooperativas Brasileiras de Trigo e Soja (FECOTRIGO), por sua vez, passou a se dedicar ao melhoramento genético da soja em 1972, em seu Centro de Experimentação e Pesquisa, localizado em Cruz Alta, RS.

No IAS, os trabalhos foram iniciados em 1948, na Estação Experimental de Pelotas. Fazia-se, então, a semeadura de cultivares introduzidas e sua avaliação, quanto à produção de massa verde e de grãos. Em 1952 foi realizado o primeiro experimento de cultivares de soja, na sede do IAS em Pelotas, RS. Era ele constituído de genótipos introduzidos do Instituto Agronômico de Campinas, através de José Gomes da Silva e Shiro Miyasaka. Juntamente com as sementes, veio um inoculante americano que foi usado na semeadura (VERNETTI, 1956, 1961). Deve ser ressaltado, também, que, em todas as pesquisas coordenadas pelo IPEAS, não era utilizada adubação nitrogenada, mas sim a inoculação das sementes (VERNETTI e KALKMANN, 1961). Os cruzamentos eram feitos em Pelotas e Passo Fundo. As populações e as linhagens introduzidas eram selecionadas, primeiramente em Pelotas e, a partir do segundo ano, também em Passo Fundo (RS), Caçador ou Chapecó (SC), Ponta Grossa (PR), e, em menor escala, em Maringá (PR) (VERNETTI, 1981).

O material genético proveniente do sul dos Estados Unidos foi sempre o que melhor se adaptou às condições ecológicas do sul do Brasil e era, ainda, o que apresentava melhores características agrônomicas e de resistência às moléstias. Assim, enquanto o trabalho de hibridação e de seleção de

novas cultivares tinha andamento, os agricultores gaúchos usavam as melhores cultivares introduzidas, como a Hill, Hood, Majos, Bragg, Davis, Jew 45, Hamptom, Hardee, Bienville, para substituírem, pelo menos em parte, a área cultivada com a cultivar Amarela do Rio Grande, que chegou a ocupar 90% da área da leguminosa no Estado. Vale salientar, nessa época, a contribuição que as cultivares Santa Rosa e Industrial, criadas no Instituto Agrônomo de Campinas, SP, e selecionadas pela Divisão de Pesquisas Agrícolas da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, deram à sojicultura gaúcha. Lançadas em 1967, imediatamente passaram a ter a preferência dos agricultores, principalmente os da região de Santa Rosa (VERNETTI, 1975, 1981).

Cabe salientar, ainda, nesse período, as introduções de cultivares promovidas pela sede do IPEAS em 1963, 1964 e 1966, procedentes dos Estados Unidos (Mississippi e Beltsville, MD) e da Universidade Federal de Viçosa. Além do Ministério da Agricultura, outros órgãos oficiais, como Secretarias de Agricultura e Universidades, e não oficiais, como o International Research Institute-IBEC, conduziam trabalhos sobre diferentes aspectos da pesquisa com soja (VERNETTI, 1975, 1981, 1983).

Na Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, em 1957, com a criação da Comissão Técnica da Soja, encarregada de planejar a pesquisa com soja no Estado, teve início uma fase de obtenção de resultados de grande importância para a tecnificação e progresso da cultura (ELIAS, 1959). Em 1964 a Secretaria da Agricultura estabeleceu convênio com o Instituto Privado de Fomento à Cultura da Soja (INSTISOJA), formado por cooperação das indústrias, para a ampliação dos trabalhos em realização.

Em 1967 foi assinado convênio entre as entidades BNDE – ANDA – INSTISOJA para realização de pesquisa sobre nutrição da soja. O INSTISOJA delegou a execução dos trabalhos à Divisão de Pesquisas Agrícolas da Secretaria da Agricultura. Esse convênio proporcionou substancial soma de recursos, que contribuiu, consideravelmente, para o progresso das pesquisas realizadas sobre os vários aspectos da cultura: variedades, correção do solo e adubação, ecologia, inoculação, espaçamento, etc.

As pesquisas para a seleção e melhoramento passaram a desenvolver-se na década de 30, no Rio Grande do Sul e em São Paulo (MIYASAKA e MEDINA, 1981). Estes autores referem que o grande impulso nessa área ocorreu a partir de 1947, com a introdução de novas cultivares, procedentes dos Estados Unidos e de Viçosa/MG. Nessas introduções, entre as observações botânicas e agro-

nômicas já se incluía a avaliação da nodulação das raízes, feita pelo primeiro autor deste trabalho, no Rio Grande do Sul. Assim as variedades introduzidas (HARTWIG, E.E., comunicação pessoal) já trouxeram a capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio. Portanto, é um equívoco afirmar que essa capacidade teria aqui sido desenvolvida pelo melhoramento dirigido. No Brasil, igualmente, os campos experimentais eram realizados também sem a aplicação de nitrogênio mineral e com inoculação das sementes no sul, em São Paulo ou em Minas Gerais (ROMEU KIIHL e TUNEO SEDIYAMA, comunicação pessoal).

Em São Paulo o melhoramento teve incremento na década de 50, com trabalhos no Instituto Agrônomo de Campinas, realizados por SHIRO MIYASAKA, GOMES DA SILVA, ROMEU KIIHL e CIRO TEIXEIRA. Em Minas Gerais, nessa mesma época, o melhoramento era feito na Universidade Federal de Viçosa, por TUNEO SEDIYAMA.

No Sul, a contribuição ao melhoramento da soja e o lançamento de cultivares decorreram das atividades de ORLANDO MELO, JAMIL FERES, AUREO ELIAS, JOSÉ EDIL GOMES e do co-autor deste trabalho, bem como de EMÍDIO BONATTO, AMELIO DALL'AGNOL, MARIO GASTAL, IRINEU BAYS e FRANCISCO TERASAWA (VERNETTI, 1981). O primeiro lançamento de cultivar proveniente de cruzamento no Brasil, foi a cultivar Pioneira, em 1960, pela Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul. O programa de melhoramento genético de soja, na Universidade Federal de Viçosa, teve início em 1963, em convênio com a Universidade de Purdue, EUA, com destaque para os pesquisadores SYLVIO BRANDÃO, KIRK ATHOW e TUNEO SEDIYAMA, este último ainda em atividade, em 1997.

O Programa Nacional de Soja, com início em 1964, não ficou restrito ao estudo e adaptação de variedades às diversas regiões do País. Através do Ensaio Nacional de Soja, foi decidida a realização de pesquisa no sentido de determinar e selecionar melhores estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. Teve início, para esse fim, o Ensaio Nacional de Variedades x Inoculantes (HYMOWITZ, 1968), em diversas instituições, avaliando inoculantes produzidos pela Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, pelo IPEACS, pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Paraná e pelo laboratório privado Leivas Leite. Esse laboratório foi o primeiro, no Brasil, a produzir inoculantes para os agricultores, em 1956.

No centro do País, entretanto, as variedades do sul dos Estados Unidos não se adaptaram, devido à sensibilidade ao fotoperíodo, a maioria apresentando pequena estatura, o que impossibilitava a

colheita mecânica. O grande mérito dos programas conduzidos no IAC e em Viçosa e, posteriormente, no Paraná, no Centro Nacional de Pesquisa da Soja, da EMBRAPA, e pelo programa da empresa de Francisco Terasawa, foi a criação de variedades para o centro e norte do País. Essas variedades possibilitaram a expansão da cultura para a Bahia, Mato Grosso, Goiás e, mesmo, para a Amazônia.

Informações detalhadas sobre a história da produção da soja no Brasil são encontradas em MIYASAKA e MEDINA (1981), com importantes contribuições de muitos pesquisadores e técnicos.

Contribuíram significativamente, no passado, para a pesquisa com soja no País, as seguintes instituições:

1. Rio Grande do Sul

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul, do então Ministério da Agricultura.
- Divisão de Pesquisas Agrícolas da Secretaria da Agricultura, que manteve convênio com o INSTI-SOJA – Instituto Privado de Fomento à Cultura da Soja, em colaboração com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

2. Santa Catarina

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul, então do M.A., em colaboração com a Secretaria da Agricultura e com outros órgãos.

3. Paraná

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Sul, do EPE, do então M.A. (até o ano agrícola 1967/68).
- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias Meridional do então do M.A. (a partir do ano agrícola 1968/69).
- Divisão de Experimentação do Departamento de Produção Vegetal, da Secretaria da Agricultura.

4. São Paulo

- Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, (que recebeu colaboração do IPEAME).
- Instituto de Pesquisas IRI (International Research Institute).

5. Rio de Janeiro

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro Sul, (em colaboração com a ACAR-RJ)

6. Minas Gerais

- Instituto de Pesquisas e Experimentação

Agropecuárias do Centro Oeste.

- Universidade Rural do Estado de Minas Gerais.

7. Goiás

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro-Oeste.
Instituto de Pesquisas IRI.

8. Mato Grosso

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Centro Oeste.

9. Bahia

- Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Leste.

10. Pernambuco

- Instituto de Pesquisas Agronômicas, da Secretaria da Agricultura.

A PESQUISA EM RIZÓBIO E A PRODUÇÃO DE INOCULANTES

As primeiras referências no Brasil, sobre a simbiose rizóbio/leguminosas, datam de 1930, em relatórios do Instituto Agronômico de Campinas, sobre a execução de experimentos de inoculação e distribuição de culturas da bactéria. Em 1948, é citada a realização de seleção de estirpes e teste de inoculantes importados (LOPES e GIARDINI, 1981). Em 1949, por um curto período, inoculante para soja e alfafa era produzido no Instituto Biológico de São Paulo (FREIRE, 1982).

Em 1950, na antiga Seção de Microbiologia Agrícola (SEMIA), da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, hoje Centro de Fixação Biológica do Nitrogênio, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), foi iniciada a pesquisa para a seleção de estirpes e a produção de inoculantes, principalmente para soja, para atender à demanda motivada pelo início da expansão da cultura, estimulada por indústrias do setor agrícola, que visavam incentivar a indústria de produção de óleo.

Essa expansão, inicialmente no Rio Grande do Sul e, após, em São Paulo e no Paraná, motivou intensa aplicação de esforços em pesquisa, especialmente em melhoramento, seleção de estirpes do rizóbio e experimentos de controle de fatores limitantes, como acidez do solo, deficiência de fósforo, etc.

Em 1978, o grupo de Microbiologia do Solo da FEPAGRO integrou-se com o da UFRGS, para colocar em ação o Centro de Recursos Microbiológicos (MIRCEN), criado em função de convênio com a UNESCO, para pesquisar e difundir

tecnologia em rizobiologia no País e demais países da América Latina. O MIRCEN, promoveu, desde então, intenso programa de extensão e transferência de tecnologia na área de fixação de nitrogênio pela simbiose rizóbio/leguminosas.

As referências mais antigas sobre a inoculação em soja, e a pesquisa sobre a produção de inoculantes são também encontradas em FREIRE (1953, 1958, 1959a, 1959b, 1961, 1962a, 1962b, 1963, 1965), GALLI (1957), GARGANTINI (1956) e SILVA (1948, 1949).

Seleção de Estirpes de Rizóbio

A seleção de estirpes da bactéria tem derivado do trabalho de muitos pesquisadores em diversas instituições. Quando se iniciou o trabalho de seleção e produção de inoculantes no Rio Grande do Sul, foram usadas estirpes do Instituto Biológico de São Paulo e isolamentos locais. Em 1955, foram trazidas estirpes da "Coleção de Culturas" do Professor O. N. Allen, da Universidade de Wisconsin e do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. —

Para as leguminosas de interesse econômico no País, a seleção de estirpes de rizóbio no Rio Grande do Sul resultou no lançamento de 192 es-

tirpes, sendo 25 para soja (Tabela 1). De 1968 a 1996, a estirpe SEMIA 587, de alta eficiência e competitividade, isolada de soja da região de Santa Rosa, foi recomendada juntamente com as estirpes 532 e 543 (Tabelas 1 e 2) (FREIRE, 1977; FREIRE et al. 1983). Em 1979, a SEMIA 587 voltou a ser recomendada, juntamente com a SEMIA 5019 (=29W), isolada no Instituto de Pesquisa e Extensão Centro Sul (IPEACS), atual Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia. A partir de 1992, foram recomendadas mais duas estirpes: SEMIA 5079 e SEMIA 5080, provenientes do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado (EMBRAPA). Essas estirpes são recomendadas em combinação de 2 a 2, em inoculação para soja em todo o Brasil.

A seleção de estirpes, especialmente para a soja, era igualmente realizada no Instituto Agrônomo de São Paulo e no antigo IPEACS, do Ministério da Agricultura. No Sul, teve significância a seleção de rizóbio para soja e para leguminosas de clima temperado, como alfafa, trevos, cornichão e ervilha. No IAC e no IPEACS destacaram-se os trabalhos com soja e leguminosas tropicais. No Centro Nacional de Pesquisa do Cerrado estendeu-se para ervilha, soja e leguminosas tropicais.

TABELA 1 – Estirpes de *Bradyrhizobium* usadas na produção de inoculantes para soja no Brasil, produzidos pela indústria privada no período de 1950 a 1998

ANOS	ESTIRPES – SEMIA*								
1950-1956	500	504	505	512	513	516	517	519	521
1957	504	505	509	512	513	516	519	521	525
1958	504	505	509	512	515	517	519	534	535
1961	519	521	526	531	534	535			
1962	504	510	513	519	527	531			
1964	504	513	527	531					
1965	504	513	519	532					
1966	532	543	566						
1968-1975	543	566	587						
1976	527	532	566						
1977	527	566	586						
1978	527	532	566						
1979-1991	587	5019							
1992-1998	587	5019	5079	5080					

* SEMIA – Sigla da Seção de Microbiologia Agrícola da Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, hoje Centro de Fixação Biológica do Nitrogênio da FEPAGRO, Secretaria da Ciência e Tecnologia. A sigla foi registrada no primeiro catálogo de Rhizóbio, do International Biological Program, editado pela FAO (SKINNER, 1973; SKERMAN, 1983)

TABELA 2 – Origem das estirpes de *Bradyrhizobium* usadas nos inoculantes para soja produzidos no Brasil, desde 1950

ESTIRPES	ORIGEM
SEMIA 500	UW 500, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 504	UW 504, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 505	UW 505, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 509	UW 509, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 511	UW 511, Univ de Wisconsin, USA
SEMIA 512	3I1b73, USDA, USA
SEMIA 513	3I1b06, USDA, USA
SEMIA 515	Isol. 56/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 516	Isol. 65/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 517	Isol. 66/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 519	Isol. 67/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 521	Isol. 70/1952, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 525	Isol. 75/1953, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 526	Isol. 79/1953, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 527	Isol. 107/1953, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 530	Isol. 14/1956 FEPAGRO, Brasil
SEMIA 531	Isol. 27/1956, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 532	Isol. 38/1957, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 534	Inst. Agronômico de Campinas, SP, Brasil
SEMIA 535	S 89, Inst. Agronômico de Campinas, SP, Brasil
SEMIA 543	Isol. R2, FEPAGRO, Brasil
SEMIA 566	Isol. 31/1966, FEPAGRO, de Inoculante Comercial americano
SEMIA 586	CB 1809 (USDA B 136), CSIRO, Austrália
SEMIA 587	Isol. 06/1967/ FEPAGRO, Brasil
SEMIA 5019	29 W. CNPAB/EMBRAPA, Rio de Janeiro, Brasil
SEMIA 5079	CPAC 15, CPAC/EMBRAPA, Planaltina, DF, Brasil
SEMIA 5080	CPAC 7, CPAC/EMBRAPA, Planaltina, DF, Brasil

* SEMIA = Setor de Microbiologia Agrícola (FEPAGRO).

Pela lei federal (Decreto 75583 de 9/04/75), os inoculantes devem ser elaborados com as estirpes recomendadas pelas instituições nacionais de pesquisa. Como a legislação não especificava a maneira de implementar essa recomendação, em 1985, o grupo FEPAGRO/UFRGS-MIRCEN promoveu a congregação de pesquisadores, produtores de inoculantes e representantes do Ministério da Agricultura. Esse grupo reúne-se, desde então, a cada dois anos, para analisar os resultados das pesquisas em seleção, recomendação de estirpes, controle de qualidade e outros temas relevantes para a rizobiologia. Em 1992 esse grupo foi reconhecido pelo Ministério da Agricultura, com o nome de Rede de Laboratórios para Recomendação de Estirpes de Rizóbio (RELARE).

A Produção de Inoculantes

A produção de inoculantes no Brasil iniciou-se em 1950 na Seção de Microbiologia Agrícola, da Secretaria de Agricultura do Rio Grande do Sul, com culturas líquidas e sobre ágar. Em 1954 foi adotado, pela primeira vez no País, o veículo turfoso e a produção alcançou 10 000 doses para soja, suficiente para cerca de 8000 hectares. Na ocasião, era o único inoculante disponível, além de pequena quantidade de inoculante importado dos Estados Unidos. Em 1956, a primeira indústria privada foi estabelecida no Rio Grande do Sul, com a assistência do grupo da FEPAGRO. Somente em 1970 foi estabelecida outra indústria, em Curitiba, quando a soja estava se expandindo para aquele Estado.

Já, em 1980, haviam seis indústrias, com produção de seis milhões de doses. Em 1989 foram atingidas 16 milhões de doses (3200 ton.), sendo 95% para soja (FREIRE, 1982), suficiente para inocular, aproximadamente, sete a oito milhões de hectares dessa leguminosa.

Do total de inoculantes usados em 1997, apenas uma parte era feita com turfa irradiada ou esterilizada em autoclave. A maioria era elaborada com turfa não esterilizada, apesar da bem conhecida e antiga recomendação no sentido de usar turfa esterilizada (BROCKWELL e BOTTOMLEY, 1985; ROUGHLEY e VINCENT, 1967; ROUGHLEY e PULSFORD, 1982; SOMASEGARAN e HOBEN, 1985, 1995) e do treinamento dos técnicos das indústrias nos laboratórios da FEPAGRO/UFRGS, ou em outros centros. A competição por preços, e não pela qualidade, resultou em atraso tecnológico nas indústrias em que grande parte dos produtos se situava abaixo do padrão exigido por lei, isto é, 10^8 células viáveis de rizóbio /grama na indústria e 10^7 células / grama no final de seis meses.

Com a criação do Mercado Comum do Extremo Sul (MERCOSUL), os produtores passaram a considerar, seriamente, a melhoria da qualidade, em vista da competição de produtos da Argentina e do Uruguai. Em 1997, o Ministério da Agricultura tornou mais rigorosa a fiscalização. Atualmente o padrão mínimo, no final do prazo de validade, é a concentração de rizóbio de 10^8 células/grama do produto ou, aproximadamente, 80.000 células do rizóbio por semente.

A melhoria de qualidade também está sendo buscada pelas indústrias através da introdução de outros tipos de inoculantes, com base de óleo, líquidos, liofilizados ou com veículos de polímeros. Essas inovações resultam, em parte, da demanda dos grandes produtores de soja por inoculantes em veículo não turfoso.

O controle de qualidade dos inoculantes deve, por lei, ser executado, inicialmente, nas indústrias. Após a abertura da primeira fábrica, o grupo da FEPAGRO passou a fazer um controle informal, a pedido de cooperativas e agricultores. A partir de 1975, devido à lei federal sobre comércio de inoculantes, o Centro de Pesquisa em Fixação Biológica do Nitrogênio da FEPAGRO, em convênio com o Ministério da Agricultura, foi credenciado para executar o controle legal. Outras instituições, como o Centro Nacional de Pesquisas da Soja, em Londrina e o Instituto Agrônômico, em Campinas, realizam, também, controle informal da qualidade dos inoculantes. A avaliação da concentração de células de rizóbio é realizada pelo método do número mais provável (MPN), empregando plântulas de soja em bolsas de plástico ou em vidro ou plântulas de siratro, em tubos. Para contagem de rizóbio em turfa esterilizada, usa-se o método de diluição do inoculante e semeadura em placas.

A indústria de inoculantes, no País, contou sempre com apoio das instituições de pesquisa, na forma de oportunidades de estágios, de treinamento e de cursos em que a tecnologia disponível a nível mundial era repassada. A partir de 1978 e até 1995, treze cursos de treinamento foram promovidos pelo grupo FEPAGRO/UFRGS/MIRCEN. Nesses cursos e estágios, mais de 300 técnicos foram treinados, sendo metade do Brasil. Dois cursos foram realizados, especialmente dedicados aos técnicos das indústrias.

Além do treinamento, o grupo promoveu, em 1976, a primeira reunião envolvendo pesquisadores e produtores de inoculantes. Em 1984, promoveu a vinda de especialista em fermentação e produção de inoculantes da Argentina, que visitou as indústrias e deu assistência aos técnicos que participaram do encontro. Em 1985, foi promovido um *Workshop* internacional, com a participação dos maiores especialistas mundiais, oriundos da Aus-

trália, Estados Unidos e de outros países. Em 1987, foi promovido um seminário com a participação de pesquisadores e técnicos do Brasil, Argentina, Uruguai e Chile. Nesses cursos e reuniões, os técnicos das indústrias nacionais tiveram a oportunidade de absorver tecnologia para melhorar a qualidade dos inoculantes produzidos no País (ZYLBERSZTAJN, 1985).

A disseminação de estirpes eficientes e a difusão da prática da inoculação teve significativa contribuição, principalmente para a produtividade média da soja no Brasil, que, no período de 1971-75, era de 1452 kg/ha e, de 1991 a 1995, saltou para 2034 kg/ha, sem aplicação de nitrogênio mineral.

A necessidade das leguminosas em nitrogênio é alta, devido ao seu alto teor de proteína. A soja, para um rendimento de 2000 kg/ha, necessita de cerca de 240 kg N/ha. Essa quantidade deverá ser suprida pelo solo e pela fixação simbiótica, dependendo, portanto, da fertilidade e da simbiose com o rizóbio e da nodulação. Estimando-se uma fixação média de 50 kg N/ha/ano, na área cultivada de 10 milhões de hectares, haveria uma economia de 500 mil toneladas de N, ou seja, aproximadamente, 300 milhões de dólares (FREIRE, 1984; FREIRE et al., 1988), devido à simbiose entre o rizóbio e a soja.

CONCLUSÕES

Os principais fatores responsáveis pelo aumento da produtividade, expansão e produção da soja no País foram:

1. emprego de variedades de alta capacidade de resposta à fertilidade e à fixação simbiótica do nitrogênio, originariamente procedentes dos Estados Unidos e depois produzidas pelos melhoristas nacionais;
2. emprego de estirpes eficientes do rizóbio específico;
3. produção e uso, em larga escala, do inoculante, com economia para o agricultor e menos poluição ambiental;
4. adoção, nas áreas de introdução da cultura, das práticas de correção dos fatores limitantes do solo, pela calagem e adequada adubação.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ASSIS, BRASIL J.A.; SILVA, B.O. A soja. Porto Alegre: Departamento Estadual de Estatística do RS, 1967. 24p. (Circular)

BIEZANKO, C.M. Algumas noções sobre a soja e seu cultivo: utilidade da soja. Pelotas: [Ed. do autor], 1958. 24p. (Circular Divulgação)

BROCKWELL, J.; BOTTOMLEY, P.J. Recent advances in inoculant technology and prospects for the future. *Soil Biology Biochemistry*, Oxford, v.27, n.4/5, p.683-697, 1985.

DAFFERT, F.W. Relatório anual do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. Campinas: IAESP, 1893. 26p.

D'UTRA, G. Soja. *Jornal do Agricultor*, Rio de Janeiro, v.7, p.185-188, 1882.

D'UTRA, G. Cultura do feijão chinês. *Boletim do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo*, Campinas, v.3, p.131-139, 1899.

ELIAS, A. M. Experiências com soja no Rio Grande do Sul. In: *Soja no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1959. p.23-47.

FREIRE, J.R.J. A inoculação artificial das leguminosas com bactérias radicícolas. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, SIPA, 1953. (Circular, 5).

_____. A pústula bacteriana da soja. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, SIPA, 1958. (Circular, 72)

_____. Inoculação de sementes de soja. In: *Soja no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1959. p.54-62.

_____. *Boletim Anual do Serviço de Fitopatologia*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1959. p.22-24. (Boletim, 4)

_____. *Boletim Anual do Serviço de Fitopatologia*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. p.13-18. (Boletim, 6)

_____. A inoculação da soja. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1962. 5p. (Informes e Comunicados, 15)

_____. *Boletim Anual do Serviço de Fitopatologia*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1962. p.7-9. (Boletim, 7)

_____. *Boletim Anual do Serviço de Fitopatologia*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1963. p.15-21. (Boletim, 8)

_____. Resultados de um experimento sobre o efeito da inoculação de *Rhizobium japonicum* em soja relacionado à incorporação de casca de arroz ao solo. *Actas de la 2ª reunión latinoamericana sobre inoculantes para leguminosas*. Argentina: INTA, 1965. p.33-38 (Suplemento, 15)

_____. Inoculation of soybeans. In: *EXPLOITING THE LEGUME/RHIZOBIUM TECHNOLOGY SYMBIOSIS IN TROPICAL AGRICULTURE*, 1976, Hawaii. *Proceedings...* Honolulu: University of Hawaii, 1977. p.335-379. (NIFTAL Project, 145)

_____. Research into the Rhizobium/Leguminosae symbiosis in Latin America. In: *Plant and soil*. Dordrecht: Kluwer Acad. Press, 1982. v.67, p.227-239.

_____. Important limiting factors in soil for the *Rhizobium/legumes* symbiosis. In: ALEXANDER, M. (Ed.) *Biological nitrogen fixation*, New York: Plenum, 1984. p.51-74.

_____. Legume inoculant quality control. In: FREIRE, J.R.J.; FALCÃO, C.F.B. (Eds.), *Proceedings of the workshop on Rhizobium/legume inoculant*. Porto Alegre: UFRGS, 1985. p.139-144.

FREIRE, J.R.J.; KOLLING, J.; SCHOLLES, D. Legume nitrogen potential for maximizing agriculture production in developing countries. In: CHANG, C.; WOO, (Eds.) *Recent advances in biotechnology and applied biology*. Hong Kong: The Chinese Univ. of Hong Kong, 1988. p.667-681. (Proceedings of the Eighth International Conference in Global Impacts of Applied Microbiology)

FREIRE, J.R.J.; KOLLING, J.; VIDOR, C. Sobrevivência e competição por sítios de nodulação de estirpes de *Rhizobium japonicum* para soja. *Revista Brasileira da*

- Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.47-53, 1983.
- GALLI, F. **Contribuição ao estudo das bactérias dos nódulos de algumas leguminosas tropicais**. Piracicaba: ESALQ, 1957, 46p. (Tese de Concurso).
- GARGANTINI, H. A soja planta fixadora de nitrogênio do ar atmosférico. **O Agrônomo**, Campinas, v.8, n.5-6, p.7-11, 1956.
- GASPERI, A. J. de. Uma grave moléstia da soja. **Boletim do Campo**, São Paulo, v.16, p.29-31, 1960.
- HYMOWITZ, T., VERNETTI, F. de J.; SHANDS, J. The Brazilian National Soybean Program. **Soybean Digest**, Hudson, v.8, n.28, p.62-65, 1968.
- INSTITUTO AGRÔNOMICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório 1926/27-1929/30**. Campinas: IAESP, 1930. 120p.
- LÖBBE, J.C. **A cultura da soja no Brasil**. Rio de Janeiro: Serviço de Fomento da Produção Vegetal, MA, 1935. 32p.
- LOPES, E.S.R.G.; GIARDINI, A.R. Estudos no Estado de São Paulo. In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C. (Eds.) **A soja no Brasil**. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p.139-144.
- MINSEN, G. A soja. **Revista Agrícola do Rio Grande do Sul**, Pelotas, v.5, n.1, p.2-4, 1901.
- MIYASAKA, S. **Contribuição para o melhoramento da soja no Estado de São Paulo**. Piracicaba: ESALQ, 1958. 49p. (Tese de Doutorado)
- MIYASAKA, S.; MEDINA, J.D. (Eds.) **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 1062p.
- NEME, N.A. A soja. **O Agrônomo**, Campinas, v.9, n.3-4, p.6-7, 1957.
- _____. **Relatório da Seção de Cereais e Leguminosas do Instituto Agrônomo**, Campinas, 1952. (não publicado)
- NEME, N.A. Feijão soja. **Relatório**, Seção de Cereais e Leguminosas do Instituto Agrônomo. Campinas, 1950/52. 90p.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Decreto nº.75583 de 9 de abril de 1975.
- REIS, B.G. **O feijão soja, uma máquina de produzir utilidades**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, SIPA, 1956. 8p. (Circular Técnica, 41)
- ROUGHLEY, R.J.; VINCENT, J.M. Growth and survival of *Rhizobium* spp. in peat culture, **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.30, p.362-376, 1967.
- ROUGHLEY, R.J.; PULSFORD, D.J. Production and control of legume inoculants. In: VINCENT, J.M. (Ed.), **Nitrogen fixation in legumes**. Sidney: Academic Press, 1992. p.193-209.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MINAS GERAIS. **Inoculação com *Rhizobium* comercial**. Belo Horizonte: SAIC de Minas Gerais (11-12), 1954. p.91-95. (Boletim de Agricultura, 3)
- SILVA, B. **Guarani das Missões, novo município**. Porto Alegre: Departamento Estadual de Estatística do Rio Grande do Sul, 1959. 11p. (Circular)
- SILVA, J.G. da. Testes com um inoculante comercial para soja. **Relatório da Sociedade Agronomia**, São Paulo, v.11, n.1, p.39-44, 1949.
- _____. Estudos sobre a inoculação da soja. **Revista de Agricultura**, Campinas, v.23, n.11/12, p.365-378, 1948.
- SKERMAN, V.B.D. (Ed.) **World catalogue of *Rhizobium* collections**. 2.ed. , Australia: World Data Center of Microorganisms, Department of Microbiology, University of Queensland, 1983. 284p.
- SKINNER, F.A. (Ed.) **World catalogue of *Rhizobium* collections**. London: International Biological Programme, 1973. 270p.
- SOMASEGARAN, P.; HOBEN, H.J. **Methods in legume - *Rhizobium* technology**. Honolulu: University of Hawaii, 1985. 367p.
- _____. **Handbook for *Rhizobia*, Methods in Legume-Rhizobia Technology**. New York: Springer-Verlag, 1995, 450p.
- VERNETTI, F. de J. **A cultura da soja**. Pelotas: Instituto Agrônomo do Sul, 1956. 5p.
- _____. **Instruções práticas para a cultura da soja**. Pelotas: Instituto Agrônomo do Sul, 1961, 29p. (Circular, 19).
- _____. História e importância econômica da soja no Brasil. São Paulo: CIBA-GEYGY, 1975. v.2, p.4-10.
- _____. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: VERNETTI, F. de J. (Ed.) **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p.3-13.
- VERNETTI, F. de J.; KALKMANN, R.E. **Cultura e adubação da soja**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Potássio, 1961. 31p.
- VERNETTI, F. de J.; BONATO, E.R.; GASTAL, M.F. da; DAL'AGNOL, A.; RAUPP, A.A.A.; VELLOSO, J.A. Melhoramento de cultivares no Brasil. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. (Eds) **Soja no Brasil**, Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p.283-292.
- ZYLBERSZTAJN, D. Market for agricultural inoculants in Brazil: some technical and economical problems. In: FREIRE, J.R.J.; FALCÃO, C.F.B. (Eds.), **Proceedings of the Workshop on *Rhizobium*/Legume inoculants**. Porto Alegre: UFRGS, 1985, p.255-262.