

# APLICAÇÃO DE INOCULANTE VIA SULCO NA CULTURA DE SOJA

LOBO, Robinson Francisco D.<sup>1</sup>

NOGUEIRA, Luiz Claudio A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Aluno do curso de Agronomia da Associação Cultural e Educacional de Itapeva  
Faculdade de Ciência Sociais e Agrárias

<sup>2</sup> Professor Dr. orientador da Associação Cultural e Educacional de Itapeva  
Faculdade de Ciência Sociais e Agrárias

## RESUMO

Atualmente, tem-se difundido a aplicação de inoculante no sulco de semeadura na cultura da soja, mas há poucas informações que dão suporte a essa prática que vem sendo adotadas por alguns produtores e comprovam sua eficiência em diferentes ambientes. O presente trabalho tem a reforçar os estudos já feitos sobre a viabilidade do uso da inoculação via sulco, e analisar seus benefícios, dessa maneira reforçando os trabalhos já realizados. Esse trabalho foi implantado em um latossólo vermelho, em uma área de pastagem sem histórico de cultivo de soja, onde será avaliada essa técnica de inoculação que vem se tornando um grande aliado na fixação biológica de nitrogênio na cultura de soja (*Glycine max*).

Palavra Chave: fixação biológica, inoculante, sulco, soja.

## ABSTRACT

Currently, there is widespread application of inoculant in furrow sowing in the cultivation of soy, but there is little information that support this practice that has been adopted by some producers and prove its efficiency in different environments. The present work is to strengthen the already made studies on the feasibility of the use of inoculation via Groove, and analyze their benefits, thus strengthening the work already undertaken. This work was implemented in a latossólo red, in a pasture area with no history of soybean cultivation, where will be evaluated this inoculation technique that has become a great ally in the biological fixation of nitrogen in the culture of soybean (*Glycine max*).

Key words: biological fixation, inoculant, Groove, soybeans.

## 1. INTRODUÇÃO

A inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura tem surgido como uma estratégia capaz de tornar compatível o processo de inoculação com o tratamento de sementes com fungicidas (Hungria et al., 2007; Vieira Neto et al., 2008), sendo essa prática recomendada tecnicamente (EMBRAPA, 2008). A inoculação de *Bradyrhizobium* específico para a cultura da soja é uma prática indispensável em área de primeiro ano de cultivo dessa leguminosa (REUNIÃO..., 2002). Todavia, a aplicação tradicional, via semente, nem sempre é eficiente, principalmente pela aplicação conjunta do rizóbio com fungicidas, inseticidas e micronutrientes, que contribuem para causar toxidez às bactérias e danos às vezes irreversíveis às sementes (VARGAS & SUHET, 1980).

Segundo Zhang & Smith, (1996) uma prática alternativa que tem sido difundida, inclusive com incremento da produção de grãos da soja, é a aplicação de rizóbio, pulverizado no sulco de semeadura, na mesma operação de distribuição da semente no momento de instalação da lavoura de soja. Diante do fato de que o rizóbio de soja apresenta facilidade de se estabelecer no solo e sobreviver com os substratos orgânicos disponíveis (Williams, 1984), a aplicação no sulco pode ser indicada para condições adversas, como solos secos e quentes ou sementes tratadas com produtos deletérios para o rizóbio (RAMOS & RIBEIRO, 1993). É interessante também como alternativa de manejo, quando for necessário o uso de altas doses de inoculantes, para evitar o contato direto de fungicidas e micronutrientes com a semente, aumentando o número de células viáveis na semente, o que será fundamental para a fixação biológica de nitrogênio -FBN (JENSEN, 1987).

Segundo Dart, (1977) quando a inoculação é feita apenas na semente de soja, a nodulação inicial ocorre nos primeiros pêlos radiculares e degenera-se antes da completa formação de grãos – processo esse que ocorre no período crítico de demanda de nitrogênio pela planta de soja (VARGAS et al., 1982). Os nódulos formados posteriormente nas raízes, em solo com população estabelecida de rizóbio, prolongam o período de FBN na soja (CIAFARDINI & BARBIERI, 1987). Eventualmente, em campo nativo, a inoculação no solo feita no sulco

poderia propiciar essa nodulação secundária, favorecendo o estabelecimento de rizóbios no solo e o incremento na nodulação (VOSS, 2002).

Sabidamente, a melhor resposta das plantas ao inoculante se dá quando as bactérias estão espacialmente próximas ao sistema radicular das plântulas, nas primeiras semanas de desenvolvimento. Nesse estágio, os rizóbios captam os sinais moleculares da planta e infectam os pêlos radiculares, o que culmina na formação dos nódulos (SPAINK, 1995; HIRSCH et al., 2003). Uma nodulação é considerada eficiente, quando a maioria dos nódulos se forma na coroa da raiz principal das plantas, o que normalmente acontece quando existe alta população de bactérias nodulantes no solo, e quando as bactérias são inoculadas nas sementes por ocasião do plantio (HUNGRIA & BOHRER, 2000). A aplicação no sulco pode ser indicada para condições adversas, como solos secos e quentes ou sementes tratadas com produtos deletérios para o rizóbio (RAMOS & RIBEIRO, 1993). Segundo Jensen, (1987). a inoculação via sulco é interessante também como alternativa de manejo, quando for necessário o uso de altas doses de inoculantes, para evitar o contato direto de fungicidas e micronutrientes com a semente, aumentando o número de células viáveis na semente, o que será fundamental para a fixação biológica de nitrogênio (FBN).

O objetivo deste estudo é comparar a inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura com a inoculação tradicional nas sementes, em solo com baixo teor de matéria orgânica e areia lavada desprovido de bactérias nodulantes dessa cultura.

## **2. MATERIAIS E METODOS.**

### **2.1 PLANTIO DE SOJA UTILIZANDO INOCULANTE VIA SUCO**

Variedade plantada foi potência da brasmac, área de pastagens, o tipo de solo latossolo vermelho sem histórico de plantio de leguminosas, o plantio foi realizado

no dia 30 de outubro de 2011, foram realizado a correção desse solo, foi através de calagem e adubações de acordo com a análise, a população de plantas foi de 15plantas por metro linear , 50cm de espaçamento entre linhas , os tratamentos foram 3, cada um com 3 repetições , no 1 tratamento foi textemunha soja com adubação normal sem inoculante, no2 tratamento foi utilizado soja com adubação normal com o uso de inoculante via sulco, no 3 tratamento foi utilizado soja com adubação normal com uso de inoculante via semente, a dosagem utilizada de inoculante foi a recomendada pelo fabricante.

O inoculante a ser utilizado é da Hober soy que é composto de uma cultura de bactérias *Bradyrhizobium japonicum*, que proporcionam uma elevada fixação biológica de nitrogênio quando associadas à planta hospedeira. Sua composição em água (solvente/suporte); extrato de levedura (fonte de nitrogênio e vitaminas); glicerol (fonte de carbono); polímero hidrossolúvel (estabilizante); fosfato de potássio, sulfato de magnésio e cloreto de sódio (fontes de minerais), bactérias fixadoras de nitrogênio *Bradyrhizobium japonicum*, estirpes semia 5079 e semia 5080. A dosagem via sementes recomendada para cada 50 kg de semente aplicar 100 ml do inoculante; para inoculação via sulco é de 6 doses de 100ml/há, dobrando a dose no caso de primeiro plantio, como é caso do trabalho a ser realizado. O presente trabalho tem a reforçar os estudos já feitos sobre a viabilidade do uso da inoculação via sulco, e analisar seus benefícios.

### **2.1.1 INOCULANTES RECOMENDADOS NO SULCO DE PLANTIO**

- **Bio Raízes Fix Soja - BioRaizes**

Inoculante líquido composto de bactérias *Bradyrhizobium elkani* e *Bradyrhizobium japonicum*. Embalagem de 9 litros.

Dosagem: Via semente - 100 ml para 50 kg de semente.

Via sulco – 600 ml por hectare

#### **Biorhizo Soja – Bioarts**

Inoculante líquido composto de bactérias *Bradyrhizobium*, estirpes 587 e 5079.

Embalagem de 10 unidades de 1 litro.

Dosagem: Via semente - 100 ml para 50 kg de semente.

Via sulco – 100 ml para 50 kg de semente.

- **Biomax Premium Líquido Soja – Biosoja**

Inoculante líquido composto de bactérias

Embalagem de 4 bags com 1,8 litro cada (7,2 L)

Dosagem: Via semente - 60 ml para 50 kg de semente.

Via sulco – 360 ml por hectare.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.**

Segundo Hungria et al., (2005), a fixação biológica de nitrogênio -FBN representa um dos principais fatores de competitividade da cultura da soja. Com a exploração desta tecnologia, que é prática amplamente difundida e utilizada pelos produtores de soja no Brasil, estima-se a economia de fertilizantes nitrogenados em três bilhões de dólares anuais, e obtém-se alta produtividade de grãos (ZILLI et al., 2006). A maior parte das áreas com soja, todavia, é cultivada no sistema plantio direta -SPD, que promove um ambiente ecológico diferenciado daquele do sistema convencional, particularmente nos primeiros centímetros do solo, cujas reduções na temperatura e nas oscilações térmicas e incremento na umidade do solo favorecem a atividade microbiana (CAMPOS & GNATTA, 2006). Os benefícios são também verificados na simbiose rizóbio-leguminosa, constatando-se, no caso da soja, maior número de células e diversidade de *Bradyrhizobium*, maior número e massa nodular, distribuição mais profunda dos nódulos no perfil do solo e taxas mais elevadas de FBN (HUNGRIA, 1999). Pelo exposto, a aplicação de inoculante no sulco, junto à semeadura da soja em SPD, poderia resultar no incremento da nodulação, pois posicionaria o rizóbio de forma mais concentrada e ao alcance das raízes, logo após a emergência da plântula (VOSS, 2002).

Conforme Spaink, (1995);e Hirsch et al., (2003), a melhor resposta das plantas ao inoculante se dá quando as bactérias estão espacialmente próximas ao

sistema radicular das plântulas, nas primeiras semanas de desenvolvimento. Nesse estágio, os rizóbios captam os sinais moleculares da planta e infectam os pêlos radiculares, o que culmina na formação dos nódulos.

Alguns trabalhos avaliaram a inoculação no sulco de semeadura/plantio, com resultados que encorajam o emprego dessa técnica com ervilha (Jensen, 1987; Begum et al., 2001), Por sua vez, Greenfield (1991) verificou que a produção de sementes e a nodulação não foram incrementadas com a aplicação de inoculante no sulco.

Segundo Williams, (1984), pelo fato do rizóbio de soja apresenta facilidade de se estabelecer no solo e sobreviver com os substratos orgânicos disponíveis, a aplicação no sulco pode ser indicada para condições adversas, como solos secos e quentes ou sementes tratadas com produtos deletérios para o rizóbio (Ramos & Ribeiro, 1993). É interessante também como alternativa de manejo, quando for necessário o uso de altas doses de inoculantes, para evitar o contato direto de fungicidas e micronutrientes com a semente, aumentando o número de células viáveis na semente, o que será fundamental para a fixação biológica de nitrogênio -FBN (Jensen, 1987).

Eventualmente, em campo nativo, a inoculação no solo feita no sulco poderia propiciar essa nodulação secundária conforme verificou Voss, (2002), favorecendo o estabelecimento de rizóbios no solo e o incremento na nodulação. A inoculação da soja com *Bradyrhizobium* no sulco de semeadura tem surgido como uma estratégia capaz de tornar compatível o processo de inoculação com o tratamento de sementes com fungicidas (Hungria et al., 2007; Vieira Neto et al., 2008), sendo essa prática recomendada tecnicamente (Embrapa, 2008).A diluição do inoculante na água, para aplicação no sulco de semeadura, melhora a distribuição do rizóbio na semente e no solo, afastando-o da superfície e posicionando-o onde há menor oscilação de temperatura e umidade, ficando, portanto, melhor localizado para infectar as raízes da soja (Greenfield, 1991; Voss, 2002).

Em um trabalho conduzido por Voss (2002), em campo nativo, a nodulação inicial foi maior com a inoculação na semente, seguida pelo tratamento inoculação no sulco de semeadura, e ambos foram superiores à testemunha sem inoculação,

em que poucas plantas apresentaram um nódulo. A maioria dos fungicidas recomendados para o tratamento de sementes de soja reduz a nodulação e a FBN (Campo; Hungria, 2000). Isto acaba se agravando ainda mais quando os micronutrientes também são adicionados via semente e, também, depende do ingrediente ativo do fungicida e estirpe de bactéria realizada. Estudos realizados em Roraima mostraram uma redução superior a 20% na produtividade quando a soja foi tratada com fungicida à base de Carbendazim+Tiram e foi inoculada com a estirpe SEMIA 587 (Zilli et al., 2009). Isto se mostra muito sério, a medida que representa uma situação possível de ocorrer em condições de campo.

Segundo (Campo et al., 2000) se for realizado o tratamento das sementes com fungicidas, alternativamente aplicar Co e Mo (2 a 3 g ha<sup>-1</sup> e 12 a 30g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), via foliar, por volta dos 35-40 dias. Se for realizado o tratamento das sementes com fungicidas, dar preferência aos ingredientes ativos carboxin, difeconazol, thiram, carbendazin, tolylfluanid e thiabendazol, que têm demonstrado serem menos tóxicos para bactérias do gênero *Bradyrhizobium* .

A inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* é uma prática já difundida e utilizada por várias culturas, principalmente leguminosas como a soja e feijão. A inoculação com estas bactérias visa a fixação biológica de nitrogênio (FBN), através da simbiose do rizóbio com as raízes da planta, podendo suprir sua demanda por nitrogênio.

A prática mais difundida de inoculação é a aplicação via semente, porem esta se mostra ineficiente em função da utilização de fungicidas, inseticidas e micronutrientes no tratamento de sementes, muitas vezes causando toxidez as bactérias.

Uma opção para driblar este impasse é a aplicação do inoculante diretamente no sulco de semeadura, na mesma operação da distribuição de sementes. Esta operação apresenta alguns benefícios com relação à aplicação via semente, pelo fato da aplicação de inoculante no sulco ser capaz de utilizar altas doses, aumentando consideravelmente o numero de células viáveis das bactérias fixadoras na semente, fundamental para a FBN (JENSEN, 1987), aumentando as populações estabelecidas de rizóbio no solo, o que acarreta em uma nodulação

mais prolongada quando comparada com a inoculação via semente (CIAFARDINI; BARBIERI, 1987), disponibilizando nitrogênio no período crítico de demanda por este nutriente (R5) (VARGAS; PERES; SUET, 1982).

É importante que a aplicação seja realizada antes que a semente caia no sulco, evitando que o jato lave os produtos de uma semente eventualmente tratada.

## **Publicações**

- FORMAS DE APLICAÇÃO DE INOCULANTE E SEUS EFEITOS SOBRE A NODULAÇÃO DA SOJA  
(Santiel Alves Vieira Neto, Fábio Ribeiro Pires, Carlos César Evangelista de Menezes, June Faria Scherrer Menezes, Alessandro Guerra da Silva, Gilson Pereira Silva & Renato Lara de Assis)

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da aplicação de inoculantes na cultura da soja, via semente e sulco de semeadura, em um Latossolo Vermelho-Amarelo, com e sem o cultivo anterior com soja.

Foram testados oito tratamentos:

- (1) inoculação via semente (inoculante + fungicida + micronutriente);
- (2) sem inoculação (fungicida + micronutriente);
- (3) testemunha (semente pura, sem tratamento);
- (4) aplicação no sulco-dose 1 (dose do inoculante recomendada no sulco);
- (5) aplicação no sulco-dose 2 (duas vezes a dose recomendada no sulco);
- (6) aplicação no sulco-dose 3 (três vezes a dose recomendada no sulco);
- (7) sulco-dose 1 + inoculação via semente;
- (8) adubação com N (200 kg ha<sup>-1</sup> N).

A melhor nodulação foi obtida com aplicação de inoculante + fungicida + micronutriente via semente no solo ainda não cultivado. No solo previamente cultivado com soja, destacaram-se os tratamentos uma e duas vezes a dose do inoculante no sulco. Menores valores de massa seca de nódulos na soja foram obtidos no tratamento com adubação mineral. A aplicação via sulco do inoculante mostrou-se uma prática viável, em razão da semelhança dos resultados obtidos com a aplicação tradicional via semente.



## 5. BIBLIOGRAFIA

BEGUM, A.A.; LEIBOVITCH, S.; MIGNER, P. & ZHANG, F. Inoculation of pea (*Pisum sativum* L.) by *Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae* preincubated with naringenin and hesperetin or a naringenin and hesperetin directly into soil increased pea nodulation under short season conditions. *Plant Soil*, 237:71-80, 2001.

CAMPOS, B.H.C. & GNATTA, V. Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* sob sistema plantio direto. *R. Bras. Ci. Solo*, 30:69-76, 2006.

CIAFARDINI, G. & BARBIERI, C. Effects of cover inoculation of soybean on nodulation, nitrogen fixation, and yield. *Agron. J.*, 79:645-648, 1987.

DART, J. Infection and development of leguminous nodules. In: HARDY, R.W.F. & SILVER, W. S. A treatise on dinitrogen fixation. Section III-BIOLOGY. New York, John Wiley & Sons, 1977. p.307-472.

DUNINGAN, E.P.; BOLLIICH, P.K.; HUNCHINSON, R.L.; HICKS, P.M.; ZAUNBRECHER, F.C.; SCOTT, S.G. & MOWERS, R.P. Introduction and survival of an inoculant strain of *Rhizobium japonicum* inoculum in a field soil. *Agron. J.*, 76:463-466, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil. Londrina, Embrapa Soja/Embrapa Cerrados/Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280p. (Sistema de Produção, 12).

FARIAS NETO, A.L.; HARTMAN, G.L.; PEDERSEN, W.L.; LI, S.; BOLLERO, G.A. & DIERS, B.W. Irrigation and inoculation treatments that increase the severity of soybean sudden death syndrome in the field. *Crop Sci.*, 46:2547-2554, 2006.

HIRSCH, A.M.; BAUER, W.D.; BIRD, D.M.; CULLIMORE, J.; TYLER, B.; YODER, J. Molecular signals and receptors: controlling rhizosphere interactions between plants and other organisms. *Ecology*, v.84, p.858-868, 2003.

HUNGRIA, M. Características biológicas em solos manejados sob plantio direto. In: REUNIÓN BIENAL DE LA RED LATINOAMERICANA DE AGRICULTURA CONSERVACIONISTA, 5., Florianópolis, 1999. Anais. Florianópolis, Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina., 1999. CD ROM.

HUNGRIA, M.; BOHRER, T.R.J. Variability of nodulation and dinitrogen fixation capacity among soybean cultivars. *Biology and Fertility of Soils*, v.31, p.45-52, 2000.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J. & MENDES, I.C. A importância do processo de fixação biológica de nitrogênio para a cultura da soja: Componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina, Embrapa Soja, 2007. 80p. (Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; CAMPO, R.J.; GRAHAM, P.H. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON, W.E. (Ed.). *Nitrogen fixation in agriculture: forestry ecology and environment*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005. p.25-42.

JENSEN, E.S. Inoculation of pea by application of *Rhizobium* in the planting furrow. *Plant Soil*, 97:63-70, 1987.

RAMOS, M.L.G. & RIBEIRO, W.Q. Effect of fungicides on survival of *Rhizobium* on seeds and the nodulation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Soil*, 152:145-150, 1993.

RAMOS, M.L.G. & RIBEIRO, W.Q. Effect of fungicides on survival of *Rhizobium* on seeds and the nodulation of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Soil*, 152:145-150, 1993.

SMITH, R.S.; ELLIS, M.A. & SMITH, R.E. Effect of *Rhizobium japonicum* inoculant rates on soybean nodulation in a tropical soil. *Agron. J.*, 73:505-508, 1981.

Spaink HP, BJ Lugtenberg. Papel de rizóbios lipo-oligossacarídeo quitina moléculas sinalizadoras na organogênese nódulo raiz. *Vegetal Mol Biol*. 1995 dezembro; **26** (5) :1413-1422.

VARGAS, M.A.T., SUHET, A.R. Efeitos da inoculação e deficiência hídrica no desenvolvimento da soja em um solo de cerrado. *Rev. Bras. Ci. Solo*, v.4, n. 1, p.17- 22, 1980.

VARGAS, M.A.T.; PERES, J.R.R. & SUHET, A.R. Adubação nitrogenada, inoculação e épocas de calagem para a soja em um solo sob Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 17:1127-1132, 1982.

VIEIRA NETO, S.A.; PIRES, F.R.; MENEZES, C.C.E.; MENEZES, J.F.S.; SILVA, A.G.; SILVA, G.P. & ASSIS, R.L. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:861-870, 2008.

VOSS, M. Inoculação de rizóbio no sulco de semeadura para soja, em um campo nativo, no norte do Rio Grande do Sul. Passo Fundo, Embrapa Trigo, 2002. 5p. html (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 108). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p-co108.htm>, acessado em 26/09/2011.

WILLIAMS, P.M. Current use of legume inoculant technology. In: ALEXANDER, M. Biological nitrogen fixation. Ecology, technology and physiology. New York, Plenum Press, 1984. p.173-200.

Zang, F., D. L., 1996. Genistein accumulation in soybean (*Glycine max* .L. Merr.) root systems under suboptimal root zone temperature. *Journal of Experimental Botany* 47, 785 – 792.

ZHANG, F. & SMITH, D.L. Application of genistein to inocula and soil to overcome low spring soil temperature inhibition of soybean nodulation and nitrogen fixation. *Plant Soil*, 192:141-151, 1997.

ZILLI, J.E.; MARSON, L.C.; CAMPO, R.J.; GIANLUPPI, V.; HUNGRIA, M.; SMIDERLE, O.J. Avaliação da fixação biológica de nitrogênio na soja em áreas de primeiro cultivo no cerrado de Roraima. Embrapa Roraima, 2006. 9p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 20).