

Nodulação e Rendimento de Grãos da Cultura da Soja no Cerrado de Roraima em Função do Tratamento de Sementes com Fungicidas

Detalhes de plantas de soja, cujas sementes foram tratadas com fungicida à base de carbendazim+tiram e inoculadas com SEMIA 587, aos 25 dias após a emergência.



Detalhes de plantas de soja, cujas sementes foram inoculadas com SEMIA 587 e não foram tratadas com fungicidas, aos 25 dias após a emergência.



Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 15

Nodulação e Rendimento de Grãos da Cultura da Soja no Cerrado de Roraima em Função do Tratamento de Sementes com Fungicidas

Jerri Édson Zilli
Rubens José Campo
Vicente Gianluppi
Mariangela Hungria

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Roraima

Rodovia BR-174, km 8 - Distrito Industrial

Cx. Postal 133 –CEP. 69.301-970

Boa Vista- Roraima-Brasil

Telefax: (95) 4009-7100

Home page: www.cpafr.embrapa.br

E-mail: sac@cpafr.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Marcelo Francia Arco-Verde

Secretário-Executivo: Newton de Lucena Costa

Membros: Aloísio de Alcântara Vilarinho

Jane Maria Franco de Oliveira

Paulo Sérgio Ribeiro de Mattos

Ramayana Menezes Braga

Ranyse Barbosa Querino da Silva

Revisão Gramatical: Paulo Roberto Tremacoldi

Normalização Bibliográfica: Jeana Garcia Beltrão Macieira

Editoração Eletrônica: Vera Lúcia Alvarenga Rosendo

1ª edição

1ª impressão (2009): 300 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Embrapa Roraima

Zilli, Jerri Édson.

Nodulação e Rendimento de Grãos da Cultura da Soja no Cerrado de Roraima em Função do Tratamento de Sementes com Fungicidas / Jerri Édson Zilli, Rubens José Campo, Vicente Gianluppi, Mariangela Hungria. - Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009.

16p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15).

1. Soja. 2. Sementes. 3. Nodulação. 4. Fungicidas. I. Campo, Rubens José. II. Gianluppi, Vicente. III. Hungria, Mariangela. IV. Título. V. Embrapa Roraima.

CDD: 633.3421

SUMÁRIO

Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	10
Conclusões.....	14
Referências Bibliográficas.....	14

Nodulação e Rendimento de Grãos da Cultura da Soja no Cerrado de Roraima em Função do Tratamento de Sementes com Fungicidas

Jerri Édson Zilli¹
Rubens José Campo²
Vicente Gianluppi³
Mariangela Hungria⁴

Resumo

A fixação biológica de N₂ representa um dos principais fatores que aumentam a competitividade da soja no mercado internacional. Entretanto, a resposta desse processo pode ser limitada por condições adversas à bactéria, como o tratamento de sementes com fungicidas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de fungicidas à base de carbendazim + tiram e carboxin + tiram sobre a nodulação, o desenvolvimento das plantas e o rendimento de grãos da cultura da soja. Dois experimentos foram realizados no Cerrado do Estado de Roraima, em solo com baixo teor de matéria orgânica e desprovido de bactérias nodulantes de soja. Em 2005, as sementes de soja foram tratadas com fungicida à base de carbendazim + tiram e inoculação com produtos comerciais contendo as estirpes de *Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 5019 e SEMIA 587 e *B. japonicum* SEMIA 5079 e SEMIA 5080. Em 2006, as sementes foram tratadas com fungicidas à base de carbendazim+tiram ou carboxin + tiram e inoculação individual com cada uma das quatro estirpes. Aos 35 dias após a emergência das plantas de soja, foram realizadas avaliações da nodulação, matéria seca e N-total da parte aérea e, na colheita, foram avaliados a produtividade e o N total acumulado nos grãos. Ambos os fungicidas reduziram a nodulação das plantas de soja, sobretudo para as estirpes de *B. elkanii*. O fungicida à base de carbendazim + tiram reduziu significativamente (cerca de 50 %) a nodulação e em mais de 20 % (cerca de 700 kg ha⁻¹), o rendimento de grãos no tratamento inoculado com a estirpe SEMIA 587.

Palavras-chave: *Glycine max*, carbendazim, tiram, carboxin, FBN, Cerrado

¹ Pesquisador em Microbiologia do Solo, Doutor em Agronomia Ciência do Solo, Embrapa Roraima, CP 133, 69301-970, Boa Vista, RR; zilli@cpafrr.embrapa.br

² Pesquisador em Microbiologia do Solo, Ph.D em Ciência do Solo, Embrapa Soja, CP 231,86001-970, Londrina PR; rjcampo@cnpso.embrapa.br

³ Pesquisador em Fitotecnia e Manejo de Culturas, Mestre em Agronomia, Embrapa Roraima, CP 133, 69301-970, Boa Vista, RR; vicente@cpafrr.embrapa.br

⁴ Pesquisador em Microbiologia do Solo, Ph.D em Ciência do Solo, Embrapa Soja, CP 231,86001970, Londrina PR; hungria@cnpso.embrapa.br

Nodulation and Grain Yield of Soybean in function of Fungicide Seed Treatment

Abstract

Biological N₂ fixation is a major factor contributing to the increased competitiveness of Brazilian soybean on the international market. However, the contribution of this process may be limited by conditions adverse to symbiotic bacteria, such as fungicide seed treatments. This study aimed to evaluate the effects of the fungicides carbendazim + thiram and carboxin + thiram on soybean nodulation, plant growth and grain yield. Two field experiments were carried out in the Cerrado region of the State of Roraima, in a soil with a low organic matter content and no soybean bradyrhizobia. In 2005, seeds were treated with fungicide carbendazim + thiram and commercial containing the *Bradyrhizobium elkanii* strains SEMIA 5019 and SEMIA 587 and *B. japonicum* strains SEMIA 5079 and SEMIA 5080. In 2006, soybean seeds were treated with the fungicides carbendazim + thiram or carboxin + thiram and inoculated separately with each one of the four strains. The plants were evaluated for nodule number and dry weight, shoot dry weight and total N accumulated in shoots 35 days after plant emergence, while grain yield and N grain content were determined at harvest. Both fungicides reduced soybean nodulation, especially in the presence of *B. elkanii* strains. The fungicide carbendazim + thiram reduced nodulation by about 50 % and grain yield by more than 20 % (about 700 kg ha⁻¹), in the treatment inoculated with strain SEMIA 587.

Keywords: *Glycine max*, carbendazim, thiram, carboxin, FBN, Cerrado.

1. Introdução

A adaptabilidade da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] as mais diversas condições edafoclimáticas brasileiras se deve, em grande parte, à fixação biológica de nitrogênio (FBN), que substitui por completo a adubação nitrogenada mineral, propiciando redução significativa dos custos de produção (Hungria et al., 2007). De fato, em áreas como o cerrado de Roraima, onde o teor de matéria orgânica do solo é naturalmente inferior a 10 g dm⁻³, o uso da FBN, através da inoculação de sementes com estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium*, tem sido indispensável à viabilidade econômica do cultivo da soja.

A resposta da FBN se deve a vários fatores edafoclimáticas que influenciam o vegetal e a própria bactéria, especialmente em áreas de primeiro cultivo de soja, onde o solo é desprovido de bactérias eficientes para a FBN com a cultura (Hungria & Vargas, 2000; Graham, 2008). Além disso, outro problema que tem merecido grande atenção diz respeito ao tratamento de sementes com fungicidas, devido ao risco de limitação da nodulação das plantas, com conseqüente redução da produtividade de grãos (ANDRÉS et al., 1998; CAMPO; HUNGRIA, 2000; CAMPO et al., 2009).

Parte dos fungicidas disponíveis para o tratamento de sementes de soja no Brasil é composta por formulações com os ingredientes ativos sistêmicos carbendazim e carboxin e o de contato tiram. Esses fungicidas são recomendados para o tratamento de sementes de soja visando reduzir a veiculação de patógenos na semente, como: *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Fusarium semitectum*, *Phomopsis spp.*, bem como a infestação por fungos de solo como *Rhizoctonia solani*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.* e *Aspergillus spp.*, que podem reduzir o estande da cultura, especialmente em condições de deficiência hídrica, que retarda a emergência das plântulas (Embrapa, 2008).

Estudos têm mostrado que esses fungicidas podem ser prejudiciais às estirpes de *Bradyrhizobium* utilizadas em inoculantes comerciais para a cultura da soja (Campo & Hungria, 2000). Entretanto, pouco se conhece sobre tais efeitos em condições de campo, especialmente em solo desprovido de bactérias nodulantes de soja e com teor de matéria orgânica muito baixo.

Neste sentido, este trabalho objetivou avaliar o efeito dos fungicidas à base das formulações carbendazin+tiram e carboxin+tiram sobre a nodulação, desenvolvimento

das plantas e rendimento de grãos da cultura da soja em condições de campo no cerrado de Roraima.

2. Material e Métodos

Nas safras agrícolas de 2005 e 2006, foram conduzidos dois experimentos em uma área de cerrado nativo, no Campo Experimental Água Boa da Embrapa Roraima, localizado no município de Boa Vista - RR (O 60° 39' 54" e N 02° 15' 00"). A área para os experimentos foi preparada em 2004, aplicando-se à lanço com incorporação na camada de 0-20 cm, 1,5 toneladas ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 80%), 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, e 50 kg ha⁻¹ de FTE BR-12. Após o preparo do solo, semeou-se milheto [*Pennisetum americanum* (L.) K. Shum.], o qual foi dessecado 15 dias antes do plantio da soja com herbicida à base de glyphosate, seguindo-se a recomendação técnica para o produto. A área do segundo experimento diferiu da área do primeiro apenas pelo fato de não ter sido cultivada com soja em 2005 e, com isso, ter recebido novamente a semeadura de milheto.

A análise de solo, realizada antes da implantação dos experimentos no ano de 2005, na profundidade de 0 a 20 cm, mostrou as seguintes características: pH (CaCl₂) 5,2; Al 0,00 cmol_c dm⁻³; K 0,05 cmol_c dm⁻³; Ca 1,10 cmol_c dm⁻³; Mg 0,30 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica 10,11 g dm⁻³; P 31 mg dm⁻³; 870 g kg⁻¹ de areia, 120 g kg⁻¹ de argila e 10 g⁻¹ kg⁻¹ de silte; e células de rizóbio nodulantes de soja = 10 unidades formadoras de colônias (UFC) g⁻¹ solo⁻¹.

Como adubação de base, foram utilizados 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 100 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio (50% no plantio e 50% aos 35 dias após a emergência das plantas - DAE). Aos 35 DAE, aplicou-se 3,0 g ha⁻¹ de Co na forma de cloreto de cobalto e 20,0 g ha⁻¹ de Mo na forma de molibdato de sódio, por meio de adubação foliar. Os tratos culturais no experimento foram realizados de acordo com a recomendação para a cultura na região (Embrapa Roraima, 2007).

Ambos os experimentos foram conduzidos em blocos ao acaso com seis repetições, em parcelas de 5 m x 4 m. A semeadura foi realizada com a distribuição manual das sementes de soja (cultivar BRS Tracajá), no espaçamento de 0,45 m entre linhas e 14 a 15 sementes por metro linear.

No experimento realizado em 2005, foram avaliados os seguintes tratamentos: (1) sem nitrogênio e sem inoculação (controle); (2) tratamento nitrogenado com 200 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (50% aplicados no plantio e 50% aplicados aos 35 DAE); (3) inoculação com inoculante turfoso comercial contendo as estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* SEMIA 5079 (=CPAC 15) e SEMIA 5080 (=CPAC 7) (4) tratamento das sementes com fungicida a base de carbendazim+tiram e inoculação com inoculante turfoso comercial contendo as estirpes de *B. japonicum*; (5) inoculação com inoculante líquido comercial contendo as estirpes de *B. elkanii* SEMIA 587 e SEMIA 5019 (=29W) e; (6) tratamento das sementes com fungicida à base de carbendazim+tiram e inoculação com inoculante comercial contendo as estirpes de *B. elkanii*. O inoculante comercial com as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 de *B. japonicum* consistia de produto em veículo turfoso, enquanto o produto contendo as estirpes de SEMIA 587 e SEMIA 5019, em veículo líquido.

Imediatamente antes do plantio, as sementes de soja de todos os tratamentos foram umedecidas com cerca de 6 mL kg⁻¹ de solução açucarada 10% e homogeneizadas. Em seguida, as sementes dos tratamentos com o fungicida receberam o produto na concentração correspondente a 300 mg kg⁻¹ do ingrediente ativo (i.a) carbendazim mais 700 mg kg⁻¹ do i.a. tiram. Posteriormente, procedeu-se à inoculação das sementes com as estirpes de *Bradyrhizobium* em uma concentração de, aproximadamente, 1,2 milhões de células semente⁻¹.

No segundo experimento foram avaliadas as estirpes de *B. elkanii* (SEMIA 587 e SEMIA 5019) e *B. japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080) e os fungicidas formulados à base de carbendazim+tiram e, também, carboxin+tiram. Os tratamentos compreenderam a inoculação das estirpes de forma individualizada nas sementes de soja tratadas, ou não, com os fungicidas, além de um tratamento nitrogenado e um controle, como descrito para o experimento anterior. Todas as estirpes foram preparadas experimentalmente em veículos turfoso, tendo sido utilizada uma dose de 1,2 milhões de células semente⁻¹. Os tratamentos e inoculações das sementes de soja foram realizados de modo semelhante ao experimento anterior e a concentração dos fungicidas nas sementes correspondeu a 300 mg kg⁻¹ do ingrediente ativo (i.a) carbendazim mais 700 mg kg⁻¹ do i.a. tiram, e 600 mg kg⁻¹ de sementes do ingrediente ativo (i.a) carboxin mais 600 mg kg⁻¹ do i.a. tiram.

Aos 35 DAE dias após a emergência das plantas, foram realizadas avaliações do número e massa de nódulos secos, massa seca e N-total da parte aérea e, na colheita, foram avaliados a produtividade de grãos corrigindo a umidade para 13%, e o N acumulado nos grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias contrastadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. Os dados do experimento de 2005 foram analisados com um único fator e os do experimento de 2006, considerando um fatorial 4x3, com quatro estirpes de *Bradyrhizobium* e três tratamentos com fungicidas (sem fungicida, carbendazim+tiram e carboxin+tiram).

3. Resultados e Discussão

Devido ao baixo teor de matéria orgânica no solo e, conseqüentemente de nitrogênio, a cultura da soja em Roraima, bem como em diversas outras áreas no Brasil, é extremamente dependente do processo de FBN. Caso esse processo não ocorra de forma adequada, o desenvolvimento da lavoura fica comprometido (ZILLI et al., 2008), o que exige que práticas de manejo do solo, semente ou cultura que apresentem riscos à FBN sejam avaliadas criteriosamente antes de serem aplicados.

A baixa qualidade fitossanitária de boa parte das sementes de soja utilizadas no Brasil, aliada aos riscos de diminuição da densidade de plantas nas lavouras, faz com que seja recomendado o tratamento das sementes de soja com fungicidas desde 1993. Os fungicidas compostos com os ingredientes ativos carboxin, carbendazim e tiram, apesar de serem relatados como eficientes protetores de sementes (REVELLIN et al., 1993; GOULART et al., 2000) e considerados menos tóxicos às estirpes inoculantes utilizadas no Brasil (CAMPO; HUNGRIA, 2000), são inibidores potenciais da nodulação e, conseqüentemente, prejudiciais ao desenvolvimento das plantas de soja (HASHEM et al., 1997; ANDRÉS et al., 1998).

Em 2005, observou-se que o tratamento das sementes de soja com o fungicida à base de carbendazim+tiram interferiu diretamente na nodulação das plantas. De forma geral, houve uma redução significativa, em mais de 50%, no número e massa de nódulos para o tratamento inoculado com as estirpes de *B. elkanii* e, também, de mais de 50% de redução do número de nódulos das plantas inoculadas com *B. japonicum* (Tabela 1).

Observou-se maior produção de massa seca e N-total acumulado na parte aérea no tratamento nitrogenado e menor produção no controle não inoculado e sem nitrogênio (Tabela 1). Entre os tratamentos inoculados, não foram observadas diferenças significativas pela presença do fungicida, embora a massa seca da parte aérea dos tratamentos, cujas sementes foram tratadas, tenha sido inferior em cerca de 25% para as estirpes de *B. japonicum* e em 10% para *B. elkanii*. Além disso, foi observada uma diferença, em termos absolutos, de quase 40% no N acumulado na parte aérea das

plantas entre o tratamento apenas inoculado com *B. japonicum* (que teve valor superior ao controle) e o tratamento inoculado com esta estirpe e tratado com fungicida, o qual não se diferenciou estatisticamente do controle (Tabela 1).

Em termos de rendimento e N acumulado nos grãos, foi observado que o tratamento de sementes com fungicida não apresentou efeito negativo na nodulação das plantas inoculadas com *B. japonicum*, ao passo que para o tratamento com fungicida mais *B. elkanii* ocorreu uma redução de cerca de 15%, tanto para o rendimento quanto para N acumulado nos grãos (Tabela 1). Esta redução de produtividade e acúmulo de N nos grãos resultou em valores significativamente iguais para os tratamentos com fungicida mais inoculação com *B. elkanii* e controle, ao passo que, na ausência do fungicida, o tratamento com *B. elkanii* proporcionou valores iguais ao tratamento nitrogenado e à inoculação com *B. japonicum* e superior ao controle não inoculado (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito do tratamento de sementes com o fungicida à base de carbendazim+tiram sobre a nodulação, massa da parte aérea seca, N-total na parte aérea e grãos e rendimento de grãos de soja inoculada com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080) e *B. elkanii* (SEMIA 587 e SEMIA 5019) em experimento de campo conduzido no cerrado de Roraima no ano de 2005.

Tratamentos	Número de nódulos por planta	Massa de nódulos (mg planta ⁻¹)	Massa seca da Parte aérea (g planta ⁻¹)	N-total na parte aérea (mg planta ⁻¹)	N acumulado nos grãos (kg ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Controle	1,8 c	44,4 b	3,6 b	103,9 b	159,4 b	2414 b
Nitrogenado	1,1 c	14,5 b	7,3 a	205,1 a	271,4 a	4.142 a
<i>B. elkanii</i>	8,9 ab	180,4 a	4,3 b	136,9 ab	260,4 a	3.965 a
Fungicida+B. <i>elkanii</i>	3,1 c	55,1 b	4,0 b	140,3 ab	219,9 ab	3.406 ab
<i>B. japonicum</i>	16,5 a	263,7 a	5,6 ab	199,6 a	264,3 a	4.030 a
Fungicida+B. <i>japonicum</i>	8,1 b	163,8 a	4,0 b	127,5 ab	264,3 a	3954 a
C.V.(%)	33,4	25	27,6	32,2	15,2	13,7

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No experimento conduzido em 2006, foi observado que o tratamento de sementes com os fungicidas à base de carbendazim+tiram ou carboxin+tiram não interferiram significativamente no número e na massa de nódulos nos tratamentos com as estirpes de *B. japonicum* SEMIA 5079 e SEMIA 5080, embora tenha havido menor nodulação das plantas, em termos absolutos, quando as sementes foram tratadas com os fungicidas (Tabela 2). Por outro lado, para as estirpes SEMIA 5019 e SEMIA 587 de *B. elkanii*,

houve redução da nodulação ocasionada pelo tratamento de sementes com ambos os fungicidas, chegando a mais de 35% no caso do carbendazim+tiram e inoculação com a estirpe SEMIA 587 (Tabela 2).

Na colheita, observou-se que não houve efeito dos fungicidas nos tratamentos inoculados com as estirpes de *B. japonicum* e SEMIA 5019 de *B. elkanii*, embora tenha havido uma redução de produtividade de grãos em cerca de 15% no tratamento com esta última, quando as sementes foram tratadas com carbendazim+tiram (Tabela 2). Por outro lado, o tratamento de sementes com o fungicida à base de carbendazim+tiram ocasionou redução no rendimento e no acúmulo de N nos grãos do tratamento com a estirpe SEMIA 587, sendo esta redução superior a 22%, cerca de 700 kg ha⁻¹.

Tabela 2. Efeito do tratamento de sementes com fungicidas à base de carbendazim+tiram e carboxin+tiram sobre a massa de nódulos, rendimento e acúmulo de N nos grãos de soja inoculada com estirpes de *Bradyrhizobium* em experimento de campo conduzido no cerrado de Roraima no ano de 2006. S/Fung – Sem fungicida; Carbo+T – carboxin+tiram; Carbe+T – carbendazim+tiram.

Estirpe	Fungicida	Massa de nódulos (mg planta ⁻¹)	N acumulado nos grãos (kg ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
SEMIA 587	Carbe+T	186,6 b	160,74 b	2604 b
	Carbo+T	198,7 ab	187,14 ab	3095 ab
	S/Fung	292,1 a	204,05 a	3301 a
SEMIA 5019	Carbe+T	234,4 b	166,9 a	2631 a
	Carbo+T	264,7 ab	187,8 a	2905 a
	S/Fung	330,7 a	201,74 a	3110 a
SEMIA 5079	Carbe+T	193,3 a	226,18 a	3549 a
	Carbo+T	231,7 a	180,27 b	2887 a
	S/Fung	234,5 a	206,69 ab	3116 a
SEMIA 5080	Carbe+T	184,1 a	228,97 a	3524 a
	Carbo+T	229,2 a	213,78 a	3367 a
	S/Fung	236,8 a	198,39 a	2981 a
C.V (%)		25,63	16,45	16,03

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem significativamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Diversos ensaios conduzidos em regiões produtoras de soja do Brasil, por Campo e Hungria (2000), mostraram pouco efeito dos fungicidas carboxin+tiram e carbendazim+tiram sobre a nodulação de plantas de soja. Entretanto, no trabalho destes autores é possível observar, em um ensaio conduzido no estado do Paraná, redução da

nodulação das plantas de forma significativa, chegando a 39% e 70% para os fungicidas à base de carboxin+tiram e carbendazim+tiram, respectivamente, quando a inoculação foi realizada com o par de estirpes de *B. elkanii* (CAMPO; HUNGRIA, 2000). Por outro lado, quando a inoculação foi realizada com o par de estirpes de *B. japonicum*, praticamente não houve redução da nodulação das plantas (CAMPO; HUNGRIA, 2000).

De fato, a compatibilidade entre o tratamento de sementes com fungicidas e a inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* parece estar diretamente relacionada à tolerância da bactéria ao produto. Ao passo que são descritos efeitos pouco expressivos do fungicida tiram sobre *B. japonicum* (REVELLIN et al., 1993), também são descritos efeitos diretos deste mesmo produto, também sobre esta espécie bacteriana (ANDRÉS et al., 1998). Estes últimos autores relataram efeito negativo do fungicida tiram sobre *B. japonicum*, tanto em condições de laboratório, quanto no campo, causando redução no número de nódulos das plantas de soja, especialmente localizados na coroa da raiz, tendo este efeito se prolongado até a fase de florescimento. Bueno et al. (2003) também constaram efeitos negativos de vários fungicidas sobre a sobrevivência da estirpe de *B. elkanii* SEMIA 5019 e *B. japonicum* SEMIA 5079. Esses autores também citam que os fungicidas carboxin, carbendazim e tiram reduziram a sobrevivência das bactérias *in vitro* em até 14%, tanto para a estirpe SEMIA 5019, quanto para a SEMIA 5079.

Nesse trabalho, foi verificado que a redução de nodulação das plantas ocorrida pelo tratamento de sementes com o fungicida não se traduziu em redução significativa de matéria seca e do acúmulo de N na parte aérea das plantas, embora esta redução tenha sido de até 29% para matéria seca e mais de 39% para o N-total no ano de 2005 (Tabela 1). Isso ocorreu, provavelmente, porque até o período de 35 dias após a emergência das plantas, quando foi realizada a avaliação, a demanda por N ainda era pequena e esta necessidade da planta estaria sendo suprida pelos nódulos formados e, também, pelo N absorvido do solo.

Na colheita, ao contrário, foi observado que a redução de nodulação devido ao tratamento de sementes com os fungicidas tendeu a reduzir o rendimento de grãos no tratamento inoculado com *B. elkanii* (Tabela 1, Tabela 2). Em 2005, o tratamento de sementes com o fungicida carbendazim+tiram ocasionou uma redução de 15% na produtividade de grãos, cerca de 560 kg ha⁻¹ a menos que o tratamento apenas inoculado, sendo estatisticamente similar ao controle. Por outro lado, em 2006, foi possível constatar que não houve interferência significativa de nenhum dos fungicidas sobre o rendimento da soja inoculada com *B. japonicum* e, embora tenha havido uma

redução de cerca de 15% no rendimento de grãos do tratamento inoculado com a estirpe SEMIA 5019, esse efeito não foi significativo. Para a estirpe SEMIA 587, entretanto, o fungicida à base de carbendazim+tiram ocasionou redução do rendimento de grãos superior a 20%, o que representa quase 700 kg ha⁻¹ de grãos de soja, havendo também redução no acúmulo de N (Tabela 2). Com a estirpe de *B. elkanii* SEMIA 5019 a redução no rendimento pelo carbendazim+tiram foi de 15%, embora não diferindo estatisticamente (Tabela 2).

A redução de rendimento de grãos da soja em função do tratamento de sementes pode aumentar o risco de insucesso das lavouras e representa uma condição de campo passível de ocorrer. Vale destacar que, atualmente, vigora a autorização de uso das estirpes de *Bradyrhizobium* em inoculantes comerciais tanto na forma individualizada, como em pares (CAMPO; HUNGRIA, 2007), o que aumenta os riscos sobre a nodulação em função do tratamento de sementes com fungicidas.

4. Conclusões

O tratamento de sementes de soja com o fungicida à base de carbendazim+tiram é incompatível com a inoculação das sementes de soja com a estirpe de *Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 587, resultando em redução drástica na nodulação das plantas e no rendimento de grãos. Além disso, fica claro que, mesmo utilizando o fungicida menos tóxico, existe o risco de redução no rendimento de grãos e, conseqüentemente, na renda do produtor. Se considerado um valor médio de R\$ 40,00 a 50,00 por saca de soja de 60 kg em Roraima, estima-se que o efeito negativo do fungicida possa significar um prejuízo de, aproximadamente, R\$ 500,00 por hectare.

5. Referências Bibliográficas

ANDRÉS J.A.; CORREA, N.S.; ROSAS, S.B. Survival and symbiotic properties of *Bradyrhizobium japonicum* in the presence of thiram: isolation of fungicide resistant strains. **Biol. Fertil. Soils**, v.26, p.141–145, 1998.

BUENO, C.J.; MEYER, M.C.; SOUZA, N.L. Efeito de fungicidas na sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* (Semia 5019 e Semia 5079) e na nodulação da soja. **Acta Scient. Agron.**, v25, p.231-235, 2003.

CAMPO, R.J.; ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. Nitrogen fixation with soybean crop in Brazil: compatibility between seed treatment with fungicide and bradyrhizobium inoculants. **Symbiosis**, v.48, p.154-163, 2009.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. **Compatibilidade de uso de inoculantes e fungicidas no tratamento de sementes de soja**. Londrina, Embrapa Soja, 2000. 32p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 26).

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Protocolo para análise da qualidade e da eficiência agrônômica de inoculantes, estirpes e outras tecnologias relacionadas ao processo de fixação biológica do nitrogênio em leguminosas. In: REUNIÃO DA REDE DE LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO, PADRONIZAÇÃO E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS DE INOCULANTES DE INTERESSE AGRÍCOLA, 13., Londrina, 2006. **Anais...** Londrina, Embrapa Soja, 2007. p. 89-123 (Embrapa Soja. Documentos, 290).

EMBRAPA RORAIMA. **Cultivo da soja no cerrado de Roraima**. Boa Vista, Embrapa Roraima, 2007. 84 p. (Embrapa Roraima. Sistema de Produção, 1).

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil**. Londrina, Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 280p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção 12).

GOULART, AC.P.; ANDRADE, P.J.M.; BORGES, E. Controle de patógenos em sementes de soja pelo tratamento com fungicidas e efeitos na emergência e no rendimento de grãos. **Summa Phytopat.**, v.26, p.341-346, 2000.

GRAHAM, P.H. Ecology of root-nodule bacteria of legumes. In: DILWORTH, M.; JAMES, E.K.; SPRENT, J.I.; NEWTON, W.E. (Eds.). Nitrogen-fixing leguminous symbioses. Dordrecht, Springer, 2008. p.23-58.

HASHEM F.M., SALEH S.A., VAN BERKUM P., VOLL M. Survival of *Bradyrhizobium* sp. (*Arachis*) on fungicide-treated peanut seed in relationship to plant growth and yield. **World J. Microbiol. Biotechnol.**, 13:335–340, 1997.

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. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T. Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. **Field Crops Res.**, v.65, p.151-164, 2000.

REVELLIN, C.; LETERME, P.; CATROUX, G. Effect of some fungicide seed treatments on the survival of *Bradyrhizobium japonicum* and on the nodulation and yield of soybean [*Glycine max.* (L) Merr.]. **Biol. Fertil. Soils**, v.6, p.211-214, 1993.

ZILLI, J.E.; MARSON, L.C.; MARSON, B.F.; CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Inoculação de *Bradyrhizobium* em soja por pulverização em cobertura. **Pesq. Agropec. Bras.**, v43, p.541-544, 2008.

Embrapa

Roraima

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

