

EFEITOS DO TRIFLURALIN E DA INOCULAÇÃO COM RIZÓBIO NA SOJA CULTIVADA EM SOLO DE CERRADO⁽¹⁾

I. C. MENDES⁽²⁾, A. R. SUHET⁽²⁾, M. A. T. VARGAS⁽²⁾,
J. R. R. PERES⁽²⁾ & L. VIVALDI⁽²⁾

RESUMO

Foram desenvolvidos, na EMBRAPA/CPAC, Brasília, DF, quatro experimentos de campo, em solos classificados como latossolo vermelho-escuro, visando avaliar os efeitos do trifluralin e da inoculação com diferentes estírpes de *Bradyrhizobium japonicum* na soja cultivada em solo de Cerrado com população estabelecida dessa bactéria. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com número variável de tratamentos entre os ensaios, com três repetições nos experimentos um e dois, e quatro nos demais. De modo geral, não houve efeito ($P \leq 0,05$) da inoculação e da aplicação do trifluralin no número e no peso de nódulos e na produção de grãos. Nas quatro áreas estudadas, observou-se aumento significativo na ocorrência do soro-grupo da estírpe inoculada, nos nódulos da soja. As respostas à inoculação foram, em sua maioria, independentes da aplicação do trifluralin, e suas magnitudes variaram, principalmente, em função da composição sorológica da população de *B. japonicum* estabelecida nas áreas. Nos experimentos onde os sorogrupo 29W e 587 ocorriam em mais de 70% dos nódulos do tratamento testemunha, a inoculação com as estírpes CPAC-7 e CPAC-15 promoveu aumentos mais expressivos na ocorrência dos seus sorogrupo na nodulação do que naqueles onde a soma dos sorogrupo 29W e 587 era inferior a 50%.

Termos de indexação: sorogrupo, herbicida, *Bradyrhizobium japonicum*.

SUMMARY: EFFECTS OF TRIFLURALIN AND INOCULATION WITH RHIZOBIUM ON SOYBEAN CULTIVATED IN A CERRADO SOIL

*Four field experiments were carried out in soil classified as Dark Red Latosol with an established population of *Bradyrhizobium japonicum*, in order to evaluate the effect of trifluralin and inoculation with *B. japonicum* strains on the occurrence of serogroups in soybean nodules. The experimental design was a randomized block with three replicates in experiments one and two, and four replicates in the remaining ones. Inoculation and application of trifluralin had, in general, no effect on grain yield and on number and dry weight of nodules. However, those treatments showed effect on the occurrence of the strains in soybean nodules. In all four experiments inoculation had a significant effect in the occurrence of the inoculated strains in the nodules. Inoculation response was in most cases independent on the application of trifluralin and the degree of the response varied as a function of the serological composition of the soil population. In two of the experiments, when serogroup 29W and 587 occurred in more*

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no XXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, julho de 1991, Porto Alegre (RS). Recebido para publicação em novembro de 1992 e aprovado em setembro de 1994.

⁽²⁾ Engenheiro-Agrônomo, pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC/EMBRAPA), Caixa Postal 08223, CEP 73301-970 Planaltina (DF).

than 70% of the nodules of non-inoculated soybean, inoculation with strains CPAC-7 and CPAC-15 showed higher increases in the occurrence of the inoculated strain than in the other soils, where non-inoculated soybean had less than 50% of the nodules occupied by strains 29W and 587.

*Index terms: sorogroup, herbicides, *Bradyrhizobium japonicum*.*

INTRODUÇÃO

O cultivo sucessivo de soja inoculada numa mesma área cria condições para o estabelecimento de estípites de *Bradyrhizobium japonicum* no solo. Essas estípites nem sempre são as mais eficientes quanto à capacidade de fixação de nitrogênio, mas podem ser altamente competitivas na formação de nódulos em relação às estípites introduzidas por novas inoculações (Ham et al., 1971; Ellis et al., 1984; Bhagwat et al., 1991). Isso dificulta a introdução de novas estípites mais eficazes e, consequentemente, a obtenção de ganhos adicionais de produtividade (Johnson et al., 1965; Caldwell & Vest, 1970; Noel & Brill, 1980). Trabalhos foram efetuados para obter estípites de elevada eficiência fixadora e alta competitividade pelos sítios de infecção nodular (Triplett & Barta, 1987; Triplett, 1990); para estudar os fatores que afetam a competitividade das estípites no solo (Boonkerd et al., 1978; Singleton & Tavares, 1986; Vargas, 1990; Thies et al., 1991) e para definir estratégias que permitam a introdução de novas estípites em solos com população do rizóbio homólogo estabelecida (Cunningham et al., 1991; Fobert et al., 1991).

O efeito de herbicidas na nodulação da soja e na microbiota do solo foi estudado por diversos autores (Kust & Struckmeyer, 1971; Parker & Dowler, 1976; Giardini et al., 1979; Rennie & Dubetz, 1984). Com base em evidências de que a aplicação de herbicidas é capaz de promover alterações momentâneas no equilíbrio microbiológico do solo (Drosdowicz, 1977), as quais podem afetar a população de rizóbio (Lorenzi & Araújo, 1974), foram realizados quatro experimentos de campo, visando estudar o efeito do herbicida trifluralin e da inoculação com diferentes estípites, na ocorrência de sorogrupos de *B. japonicum* em nódulos de soja cultivada em solo de Cerrado, com população estabelecida dessa bactéria.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos quatro experimentos, no campo experimental da EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Brasília, DF, nos anos agrícolas de 1988/89 (Experimento 1), 1989/90 (Experimento 2) e 1990/91 (Experimentos 3 e 4), em latossolo vermelho-escuro textura argilosa. As áreas possuíam populações de *B. japonicum* estabelecida, variando de 10^3 a 10^4 células/grama de solo (método de infecção de plantas - NMP, Vincent, 1970). As propriedades químicas dos solos (determinadas em amostras compostas coletadas na camada de 0-20 cm) e a adubação realizada nos experimentos encontram-

-se nos quadros 1 e 2 respectivamente. As parcelas medianas 9 x 4 m, 8 x 4 m, 6 x 4 m e 9 x 4 m nos experimentos 1, 2, 3 e 4 respectivamente, e a área útil, localizada na região central da parcela 14, 16,8, 8 e 12,8 m² respectivamente. O espaçamento foi de 0,50 m entre linhas no experimento 1 e de 0,40 m nos demais, sendo a área experimental mantida livre de ervas daninhas por capina manual.

Quadro 1. Propriedades químicas dos solos (camada de 0-20 cm) dos experimentos, antes da calagem e adubação

| Experimentos | pH (H ₂ O) | Cátions trocáveis ⁽¹⁾ | | | K ⁽²⁾ | P ⁽²⁾ |
|--------------|-----------------------|------------------------------------|------|------|-------------------------|------------------|
| | | Al | Ca | Mg | | |
| | | mmol _c dm ⁻³ | | | - mg dm ⁻³ - | |
| 1 | 5,6 | 1,0 | 22,1 | 7,9 | 45 | 6,3 |
| 2 | 5,5 | 1,0 | 20,6 | 9,5 | 53 | 6,1 |
| 3 | 5,7 | 0,7 | 28,5 | 14,6 | 150 | 17,4 |
| 4 | 5,3 | 7,2 | 10,1 | 5,6 | 23 | 2,4 |

⁽¹⁾ Extrator KCl 1N. Relação solo:solução 1:10.

⁽²⁾ Extrator Mehlich-1. Relação solo:solução 1:10.

Quadro 2. Calagem e adubação efetuadas nos experimentos⁽¹⁾

| Experimentos | Calcário | P ₂ O ₅ | K ₂ O | FTE BR-12 Gesso | |
|--------------|----------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------|
| | | | | t/ha | kg/ha |
| 1 | 0 | 100 | 100 | 20 | 200 |
| 2 | 0,5 | 100 | 60 | 60 | 0 |
| 3 | 0 | 60 | 60 | 0 | 0 |
| 4 | 2,5 | 180 | 150 | 60 | 0 |

⁽¹⁾ Calcário dolomítico (PRNT = 100%). Foram utilizados superfosfato simples, cloreto de potássio, FTE BR-12 e gesso como fontes de P, K, micronutrientes e S respectivamente.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 12, 10, 6 e 10 tratamentos nos ensaios 1, 2, 3 e 4 respectivamente, com três repetições nos experimentos 1 e 2, e 4, nos demais. Esse trabalho foi elaborado com base em seis tratamentos comuns aos quatro experimentos, a saber: (1) sem inoculação e sem herbicida; (2) sem inoculação e com herbicida; (3) inoculação com a estípita CPAC-7 e sem herbicida; (4) inoculação com a estípita CPAC-7 e com herbicida; (5) inoculação com a estípita CPAC-15 e sem herbicida; (6) inoculação com a estípita CPAC-15 e com herbicida. Os tratamentos que não foram objeto do

trabalho consistiram na inoculação com diferentes estirpes de rizóbio e de doses de inoculantes, sem aplicação de herbicida. Nos tratamentos com herbicida aplicou-se o trifluralin, em pré-plantio, na dosegem de 890 g do ingrediente ativo/hectare, incorporado ao solo a uma profundidade média de 10 cm. No experimento 1, a incorporação foi efetuada na véspera e, nos demais, no mesmo dia da semeadura.

As estirpes CPAC-7 e CPAC-15 pertencem aos sorogrupos CB 1809 e 566 respectivamente. A CPAC-7 é uma mutante derivada da estirpe CB-1809, e a estirpe CPAC-15 foi isolada no CPAC, a partir de um solo com população de *B. japonicum* estabelecida através do método de atividade específica dos nódulos, desenvolvido por Peres et al. (1984). Os inoculantes foram preparados com turfa autoclavada, com pH corrigido para 6,5, e apresentaram contagens que variaram de 7×10^7 a $3,4 \times 10^8$ células/grama (NMP). A inoculação foi efetuada com 1 kg de inoculante para 40 kg de semente (Vargas et. al., 1993), usando-se solução de sacarose a 25% para preparar a pasta do inoculante.

A cultivar de soja Doko foi utilizada nos dois primeiros experimentos e a 'Cristalina', nos demais, sendo ambas semeadas para uma densidade de 30 sementes por metro linear.

A nodulação da soja foi avaliada aos 15 dias após a emergência (determinação do número de nódulos), tomando-se 12 plantas, ao acaso, por parcela, coletadas na segunda linha de ambas as laterais nos experimentos 1 e 2, e na terceira linha, nos demais. Na fase de floração, avaliaram-se o número e o peso dos nódulos, tomando-se 6 plantas, ao acaso, por parcela, coletadas da mesma forma que aos 15 dias. Após a contagem e a pesagem, procedeu-se à tipificação sorológica dos nódulos para determinar a ocorrência dos sorogrupos. Essa tipificação foi feita com base em reações de aglutinação entre antígenos somáticos das estirpes de *B. japonicum* e anti-soros específicos para as mesmas, segundo método descrito por Vincent (1970). Foram tipificados 40 nódulos por parcela do experimento 1, escolhidos ao acaso, e 50 nódulos dos demais, e também determinado o rendimento dos grãos colhidos na área útil das parcelas.

A análise estatística foi feita mediante análise da variância dos dados, considerando todos os tratamentos dos ensaios. Para o peso de nódulos do experimento 3 (Quadro 4), em que houve diferença significativa entre tratamentos, foi aplicado o teste de Duncan para classificação das médias. Para a ocorrência dos sorogrupos nos nódulos procedeu-se, inicialmente, à análise conjunta dos dados dos quatro experimentos, seguida da análise da variância dos experimentos separadamente e da decomposição dos graus de liberdade para tratamentos em cinco componentes, definidos pelos contrastes entre cada tratamento e o testemunha. Essa decomposição só não foi feita para a ocorrência dos sorogrupos 29W e 587 no experimento 1, onde não houve diferença significativa entre os tratamentos. O nível de significância de cada contraste foi determinado pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados de nodulação das avaliações realizadas aos 15 dias após a emergência (Quadro 3) e na fase de floração (Quadro 4) mostrou

Quadro 3. Número de nódulos por planta, aos 15 dias após a emergência, em função da inoculação da soja e aplicação do herbicida trifluralin⁽¹⁾

| Tratamentos | Experimentos | | | |
|--------------------------------|--------------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Sem inoculação e sem herbicida | 24 | 19 | 17 | 6 |
| Sem inoculação e com herbicida | 21 | 18 | 15 | 8 |
| CPAC-7 e sem herbicida | 24 | 15 | 16 | 9 |
| CPAC-7 e com herbicida | 21 | 15 | 15 | 7 |
| CPAC-15 e sem herbicida | 26 | 17 | 14 | 8 |
| CPAC-15 e com herbicida | 24 | 18 | 15 | 9 |
| Coeficiente de variação (%) | 16 | 18 | 16 | 29 |

⁽¹⁾ Os valores representam médias de 36 plantas para os experimentos 1 e 2 e de 48 plantas para os experimentos 3 e 4, não tendo diferido entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Quadro 4. Número e peso de nódulos por planta na floração, em função da inoculação da soja e aplicação do herbicida trifluralin⁽¹⁾

| Tratamentos | Nº | Peso | Nº | Peso |
|--------------------------------|-----|---------------|---------------|---------------|
| | | | Experimento 1 | Experimento 2 |
| Sem inoculação e sem herbicida | 71 | 183 | 52 | 106 |
| Sem inoculação e com herbicida | 46 | 134 | 49 | 90 |
| CPAC-7 e sem herbicida | 49 | 120 | 58 | 126 |
| CPAC-7 e com herbicida | 84 | 193 | 53 | 101 |
| CPAC-15 e sem herbicida | 59 | 146 | 47 | 123 |
| CPAC-15 e com herbicida | 57 | 168 | 54 | 124 |
| Coeficiente de variação (%) | 25 | 25 | 31 | 30 |
| | | Experimento 3 | Experimento 4 | |
| Sem inoculação e sem herbicida | 113 | 204ab | 44 | 159 |
| Sem inoculação e com herbicida | 92 | 171b | 68 | 217 |
| CPAC-7 e sem herbicida | 97 | 206ab | 73 | 220 |
| CPAC-7 e com herbicida | 107 | 199ab | 53 | 179 |
| CPAC-15 e sem herbicida | 123 | 272a | 69 | 230 |
| CPAC-15 e com herbicida | 89 | 178b | 73 | 245 |
| Coeficiente de variação (%) | 27 | 28 | 32 | 27 |

⁽¹⁾ Os valores representam médias de 18 plantas para os experimentos 1 e 2 e de 24 plantas para os experimentos 3 e 4, não tendo diferido entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$), à exceção do peso de nódulos do experimento 3, em que houve diferença entre os tratamentos.

que não houve efeito da inoculação e da aplicação do trifluralin no número e no peso de nódulos por planta, à exceção do experimento 3, em que o tratamento inoculação com a estirpe CPAC-15 e sem herbicida apresentou maior peso de nódulos do que aqueles sem inoculação e sem herbicida e inoculação com a CPAC-15 e com herbicida. Nas demais variáveis, a nodulação dos tratamentos inoculados foi semelhante à do testemunha. Resultados similares foram obtidos por Abel & Erdman (1964), Elkins et al. (1976), Boonkerd et al. (1978) e Vargas et al. (1982) em experimentos em solos com população de *B. japonicum* estabelecida. A ausência de efeito do trifluralin, quando utilizado em dosagens inferiores a 0,9 kg/ha, na nodulação da soja cultivada em solos com e sem população de bráctirizóbio estabelecida, foi reportada por Rennie & Dubetz (1984). Bölligh et al. (1985) e Rezende et al. (1985).

No quadro 5 estão os dados da distribuição dos sorogrupos nos nódulos coletados na época da floração, em função da inoculação e da aplicação de trifluralin. Os dados para o tratamento testemunha indicam o padrão de ocorrência dos sorogrupos de *Bradyrhizobium* nas áreas experimentais. Há grande heterogeneidade nesse padrão entre as quatro áreas. Na do experimento 1, predomina o sorogrupo 566 e na do 3, predominam nódulos sem reação e o sorogrupo 29W. Nas duas, a soma das percentagens dos sorogrupos 29W e 587 é menor do que 50%. Comparando-se as áreas dos experimentos 2 e 4, verifica-se que em ambas há predominância do sorogrupo 587, e que a soma das percentagens dos sorogrupos 29W e 587 é maior do que 50%. Na área do experimento 2, 20% dos nódulos pertencem ao sorogrupo 566, que está ausente na do experimento 4. Enquanto nas áreas dos experimentos 1, 2 e 4, a percentagem de ocorrência de nódulos sem reação foi inferior a 6%, na do 3 houve 33% de nódulos sem reação. Esse fato não era esperado, uma vez que, numa avaliação preliminar efetuada na mesma área com a cultivar Doko, sete meses antes da montagem do experimento, foi observada a ausência de nódulos sem reação e o predominio do sorogrupo 566 (81% dos nódulos tipificados). Não foi identificada a causa dessa elevada percentagem de nódulos sem reação. Algumas hipóteses seriam: nódulos inadequados para sorologia e instabilidade antigênica das estirpes estabelecidas no solo, conforme Dudman (1977).

Embora se tenha verificado a presença de estirpes pertencentes ao sorogrupo 566 em três das quatro áreas experimentais, deve-se destacar que a estirpe SEMIA 566 nunca havia sido inoculada nessas áreas. A ocorrência de estirpes com reação antigênica da 566 tem sido observada em vários locais do campo experimental do CPAC e em algumas fazendas da região geoeconômica de Brasília (CPAC, 1990, dados não publicados).

A análise conjunta dos dados de ocorrência de sorogrupos nos nódulos dos quatro experimentos indicou interação significativa entre experimentos e tratamentos. A análise da variância considerando cada experimento revelou diferença significativa entre os

Quadro 5. Percentagem de ocorrência de sorogrupos de *Bradyrhizobium japonicum* em nódulos de soja, em função da inoculação e aplicação do herbicida trifluralin⁽¹⁾

| Tratamentos | Sorogrupo | | | | |
|--------------------------------|-----------|------|------|---------|-----|
| | 29W | 587 | 566 | CB 1809 | S/R |
| % | | | | | |
| Experimento 1 | | | | | |
| Sem inoculação e sem herbicida | 19 | 12 | 66 | 0 | 3 |
| Sem inoculação e com herbicida | 14 | 14 | 69 | 0 | 2 |
| CPAC-7 e sem herbicida | 15 | 17 | 47** | 19** | 2 |
| CPAC-7 e com herbicida | 19 | 12 | 38** | 25** | 6 |
| CPAC-15 e sem herbicida | 12 | 14 | 70 | 0 | 4 |
| CPAC-15 e com herbicida | 7 | 9 | 81** | 0 | 3 |
| Coeficiente de variação (%) | 52 | 52 | 21 | 104 | |
| Experimento 2 | | | | | |
| Sem inoculação e sem herbicida | 28 | 49 | 20 | 3 | 0 |
| Sem inoculação e com herbicida | 37** | 48 | 14* | 2 | 0 |
| CPAC-7 e sem herbicida | 14** | 25** | 9** | 51** | 1 |
| CPAC-7 e com herbicida | 21** | 22** | 8** | 49** | 0 |
| CPAC-15 e sem herbicida | 26 | 26** | 46** | 1 | 2 |
| CPAC-15 e com herbicida | 13** | 31** | 55** | 1 | 0 |
| Coeficiente de variação (%) | 34 | 25 | 36 | 48 | - |
| Experimento 3 | | | | | |
| Sem inoculação e sem herbicida | 34 | 15 | 16 | 1 | 34 |
| Sem inoculação e com herbicida | 40* | 20* | 17 | 4 | 19 |
| CPAC-7 e sem herbicida | 20** | 17 | 21* | 26** | 16 |
| CPAC-7 e com herbicida | 25** | 16 | 18 | 21** | 20 |
| CPAC-15 e sem herbicida | 15** | 19* | 21* | 0 | 44 |
| CPAC-15 e com herbicida | 31 | 21** | 25** | 3 | 19 |
| Coeficiente de variação (%) | 35 | 55 | 51 | 82 | - |
| Experimento 4 | | | | | |
| Sem inoculação e sem herbicida | 31 | 63 | 0 | 0 | 5 |
| Sem inoculação e com herbicida | 30 | 66 | 0 | 0 | 4 |
| CPAC-7 e sem herbicida | 16** | 28** | 0 | 56** | 1 |
| CPAC-7 e com herbicida | 10** | 22** | 0 | 62** | 6 |
| CPAC-15 e sem herbicida | 16** | 23** | 57** | 0 | 4 |
| CPAC-15 e com herbicida | 19** | 34** | 41** | 0 | 6 |
| Coeficiente de variação (%) | 30 | 25 | 40 | 163 | - |

⁽¹⁾ Os valores representam médias de três repetições para os experimentos 1 e 2, e de 4 repetições para os demais, tendo sido usados 40 nódulos por repetição no experimento 1 e 50 nódulos nos demais; as estirpes CPAC-7 e CPAC-15 pertencem aos sorogrupos CB 1809 e 566 respectivamente; S/R = sem reação; * e ** indicam o nível de significância de 5 e 1%, respectivamente, do teste t, para os contrastes entre cada tratamento e o tratamento sem inoculação e sem herbicida.

tratamentos, à exceção dos sorogrupos 29W e 587 no experimento 1. Através da decomposição dos graus de liberdade, caracterizaram-se melhor os efeitos presentes dentro dos experimentos.

Só a aplicação do trifluralin não teve efeito nas áreas dos experimentos 1 e 4 (Quadro 5), que continuaram com a predominância dos sorogrupos 566 e 587 respectivamente. Nessas áreas, a predominância de tais sorogrupos, no início dos experimentos, era superior a 60%, o que pode indicar dificuldade de alteração da composição sorológica só pela aplicação do trifluralin, quando há predominância de um sorogrupo em nível muito elevado.

Nas áreas dos experimentos 2 e 3, no entanto, o trifluralin favoreceu o sorogrupo 29W, sendo que no experimento 3 favoreceu também o sorogrupo 587. No experimento 2, o sorogrupo 566 teve sua ocorrência reduzida, enquanto no 3 houve redução da ocorrência de nódulos sem reação. O efeito significativo do trifluralin alterando a composição sorológica dos nódulos ocorreu nos locais onde o sorogrupo predominante era inferior a 60% dos nódulos.

Nos experimentos 1 e 3, onde no tratamento testemunha a ocorrência dos sorogrupos 29W mais 587 era inferior a 50%, a inoculação com a estirpe CPAC-7 promoveu aumentos em torno de 22% na participação do sorogrupo CB 1809 (ao qual essa estirpe pertence), independentemente da aplicação do trifluralin. No experimento 1, paralelamente ao aumento da participação do sorogrupo CB 1809, houve uma redução significativa da ocorrência do sorogrupo 566. No experimento 3, esse aumento se relacionou com uma diminuição da ocorrência do sorogrupo 29W e de nódulos sem reação. Nos tratamentos inoculados com a estirpe CPAC-15, houve acréscimo na ocorrência do seu sorogrupo (566). No experimento 3 esse aumento ocorreu independentemente da aplicação do trifluralin e, no experimento 1, somente onde houve aplicação do herbicida. No experimento 3, no tratamento inoculado com a estirpe CPAC-15, e sem aplicação do herbicida, houve redução significativa do sorogrupo 29W e elevação do 587. Essa elevação também foi observada no tratamento onde houve inoculação com a CPAC-15 e aplicação do trifluralin.

Ainda no quadro 5, verifica-se que nos experimentos 2 e 4, nos quais os sorogrupos 29W mais 587 ocorriam em mais de 70% dos nódulos, a inoculação com as estirpes CPAC-7 e CPAC-15 promoveu aumentos mais expressivos na ocorrência dos seus sorogrupos na nodulação, do que nos experimentos 1 e 3, onde a soma dos sorogrupos 29W mais 587 era menor do que 50%. Nos tratamentos inoculados com a CPAC-7, a ocorrência média do sorogrupo CB 1809 passou de 2 para 50% no experimento 2 e de 0 para 59% no 4. Mesmo não tendo sido utilizada marca genética que permitisse sua diferenciação das demais estirpes do sorogrupo 566 presentes na área do experimento 2, a participação da estirpe CPAC-15 na nodulação foi evidenciada através do aumento médio de 16 para 50% na ocorrência do sorogrupo 566, nos tratamentos em que foi inoculada. No experimento 4, a inoculação

com a CPAC-15 subiu de 0 para 49%, em média, a ocorrência do sorogrupo 566 na nodulação. O aumento na ocorrência dos sorogrupos CB 1809 e 566, nesses dois experimentos, ocorreu concomitantemente com uma redução significativa da participação dos sorogrupos estabelecidos no solo diferentes do sorogrupo da estirpe inoculada.

Observou-se, dessa forma, que nos quatro experimentos, independentemente da distribuição sorológica inicial, foi possível conseguir um aumento significativo na ocorrência do sorogrupo da estirpe inoculada. A única exceção foi no experimento 1, que tinha 66% dos nódulos pertencentes ao sorogrupo 566, onde a inoculação com a estirpe CPAC-15, na ausência de trifluralin, não alterou significativamente o percentual de ocorrência dos sorogrupos.

Kvien et al. (1981) também obtiveram, em ensaios em áreas com população de *B. japonicum* estabelecida, respostas significativas à inoculação em solos com predominância do sorogrupo 123. A percentagem de ocorrência da estirpe 110, introduzida através da inoculação, variou conforme o local, o ano agrícola e os genótipos de soja, atingindo, em alguns casos, 53% dos nódulos. No presente trabalho, não se identificou efeito de cultivar no padrão de resposta à inoculação com as estirpes CPAC-7 e CPAC-15.

Os resultados indicam que a composição sorológica da população de *B. japonicum* estabelecida no solo é um fator que interfere, de forma significativa, na resposta à inoculação, em termos de ocorrência das estirpes inoculadas nos nódulos. Cabe destacar que o inoculante foi utilizado na dose de 1 kg para 40 kg de semente, dose recomendada para a inoculação em áreas de primeiro cultivo de soja.

No quadro 6 encontram-se os dados de rendimento de grãos. Não houve efeito significativo de estirpes, de herbicida e da interação estirpes x herbicida. En-

Quadro 6. Rendimento de grãos de soja, em função da reinoculação e aplicação do herbicida trifluralin⁽¹⁾

| Tratamentos | Experimento | | | |
|--------------------------------|-------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| kg/ha | | | | |
| Sem inoculação e sem herbicida | 1.933 | 3.826 | 3.575 | 2.322 |
| Sem inoculação e com herbicida | 1.825 | 3.289 | 3.391 | 2.361 |
| Média | 1.924 | 3.557 | 3.483 | 2.341 |
| CPAC-7 e sem herbicida | 2.014 | 3.799 | 3.705 | 2.612 |
| CPAC-7 e com herbicida | 2.082 | 3.441 | 3.860 | 2.457 |
| Média | 2.048 | 3.588 | 3.782 | 2.535 |
| CPAC-15 e sem herbicida | 2.034 | 3.598 | 3.744 | 2.511 |
| CPAC-15 e com herbicida | 2.331 | 3.579 | 3.781 | 2.835 |
| Média | 2.183 | 3.620 | 3.762 | 2.673 |
| Coeficiente de variação (%) | 13 | 9 | 9 | 21 |

⁽¹⁾ Os valores representam médias de três repetições para os experimentos 1 e 2 e de quatro repetições para os demais e não diferiram entre si pelo teste F ($p \leq 0,05$).

tretanto, a média de produção dos tratamentos evidenciou tendência de ganhos com a inoculação nos experimentos 1, 3 e 4, de 124 a 332 kg/ha. Kvien et al. (1981) também reportaram, em experimentos em solos com população estabelecida, ganhos de produtividade com a nova inoculação, mesmo quando a estirpe inoculada ocorria em baixa percentagem dos nódulos, obtendo-se, em alguns genótipos de soja, ganhos de até 459 kg/ha de grãos. Embora no experimento 2 a inoculação com as estirpes CPAC-7 e CPAC-15 tenha proporcionado aumentos significativos na participação de seus sorogrupos na nodulação, não houve resposta em termos de produção de grãos. Resultados semelhantes foram obtidos por Kvien et al. (1981) e Thies et al. (1991). A mineralização de N no solo pode ser a causa da ausência de aumento na produção neste experimento, conforme observado por Singleton & Tavares (1986) em outras condições.

CONCLUSÕES

1. A aplicação do herbicida trifluralin, de maneira geral, não afetou a nodulação nem o padrão de ocorrência das estirpes de *B. japonicum* nos nódulos da soja.

2. A composição sorológica da população de *B. japonicum* estabelecida no solo foi o fator determinante do nível de ocorrência na nodulação dos sorogrupos das estirpes introduzidas através da inoculação da soja.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Técnico Agrícola Osmar Teago de Oliveira, aos Técnicos de Laboratório Vilde-rete de Castro Alves, Emílio José Taveira, Maria das Dores Silva e Odete Justino dos Santos e aos Operários Rurais, Moacir de Souza e Vanderlei Claudino dos Santos, a contribuição na condução dos experimentos.

LITERATURA CITADA

- ABEL, G.H. & ERDMAN, H. Response of "Lee" soybeans to different strains of *Rhizobium japonicum*. *Agron. J.*, Madison, 56(4):423-424, 1964.
- BHAGWAT, A.A.; TULLY, R.E.G. & KESSIER, D.L. Isolation and characterization of a competition-defective *Bradyrhizobium japonicum* mutant. *App. Envir. Microbiol.*, Washington, 57(12):3496-3501, 1991.
- BOLLICH, P.; DUNIGAN, E.P. & JADI, A.W.M. Effects of seven herbicides on N_2 (C_2H_2) fixation by soybeans. *Weed Sci.*, Champaign, 33(4):427-430, 1985.
- BOONKERD, N.; WEBER, D.F. & BEZDICEK, D.F. Influence of *Rhizobium japonicum* strains and inoculation methods on soybean grown in rhizobia populated soils. *Agron. J.*, Madison, 70(4):547-549, 1978.
- CALDWELL, B.E. & VEST, G. Effects of *Rhizobium* strains on soybean yields. *Crop Sci.*, Madison, 10(1):19-21, 1970.
- CUNNINGHAM, S.; KOLLMAYER, W.D. & STACEY, G. Chemical control of interstrain competition for soybean nodulation by *Bradyrhizobium japonicum*. *App. Envir. Microbiol.*, Washington, 57(7):1886-1992, 1991.
- DROSDOWICZ, A. Equilíbrio microbiológico dos solos de Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., Brasília, 1976. Anais. Belo Horizonte, Itatiaia, 1977. p. 233-245.
- DUDMAN, W.F. Serological methods and their application to dinitrogen fixing organisms. In: HARDY, R.W.F. & GIBSON, A.H., eds. A treatise on dinitrogen fixation. New York, John Wiley, 1977. p. 487-508. (Section IV: Agronomy and Ecology)
- ELKINS, D.M.; CHAN, C.K.Y.; BRISKOVICH, M.A. & VANDEVENTER, J.W. Effect of cropping history on soybean growth and nodulation of soil rhizobia. *Agron. J.*, Madison, 68(3):513-517, 1976.
- ELLIS, W.R.; HAM, G.E. & SCHMIDT, E.L. Persistence and recovery of *Rhizobium japonicum* inoculum in a field soil. *Agron. J.*, Madison, 76(4):573-576, 1984.
- FOBERT, P.R.; ROY, N.; NASH, J.H.E. & IYER, V.N. Procedure for obtaining efficient root nodulation of a pea cultivar by a desired strain and preempting nodulation by other strains. *App. Envir. Microbiol.*, Washington, 57(6):1590-1594, 1991.
- GIARDINI, A.R.; LOPES, E.S. & DEUBER, R. Influência de herbicidas na nodulação da soja (*Glycine max* L. Merrill). *Planta Daninha*, Campinas, 3(1):21-32, 1979.
- HAM, G.E.; CALDWELL, V.B. & JOHNSON, H.W. Evaluation of *Rhizobium japonicum* inoculants in soils containing naturalized populations of rhizobia. *Agron. J.*, Madison, 63(2):301-303, 1971.
- JOHNSON, H.W.; MEANS, V.M. & WEBER, C.R. Competition for nodule sites between strains of *Rhizobium japonicum*. *Agron. J.*, Madison, 57(2):179-185, 1965.
- KUST, C.A. & STRUCKMEYER, B.E. Effects of trifluralin on growth, nodulation and anatomy of soybeans. *Weed Sci.*, Champaign, 19(2):147-152, 1971.
- KVIENT, C.S.; HAM, G.E. & LAMBERT, J.W. Recovery of introduced *Rhizobium japonicum* strains by soybean genotypes. *Agron. J.*, Madison, 73(5):900-905, 1981.
- LORENZI, H.J. & ARAÚJO, S.C. Estudo da reação de alguns herbicidas na fixação simbótica do nitrogênio em plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill). In: REUNIÓN LATINOAMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 7., Argentina, 1974. Anais. Resistencia, Faculdade de Ciencias Agrárias, 1974. p. 222-231.
- NOEL, K.D. & BRILL, W.J. Diversity and dynamics of indigenous *Rhizobium japonicum* populations. *App. Envir. Microbiol.*, Washington, 40(5):931-938, 1980.
- PARKER, M.B. & DOWLER, C.C. Effects of nitrogen with trifluralin and vernolate on soybeans. *Weed Sci.*, Champaign, 24(1):131-133, 1976.
- PERES, J.R.R.; VARGAS, M.A.T. & SUHET, A.R. Variabilidade na eficiência em fixar nitrogênio entre isolados de uma mesma estirpe de *Rhizobium japonicum*. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 8(2):193-196, 1984.
- RENNIE, R.J. & DUEETZ, S. Effect of fungicides and herbicides on nodulation and N_2 fixation in soybeans fields lack indigenous *Rhizobium japonicum*. *Agron. J.*, Madison, 76(5):451-456, 1984.

- REZENDE, P.M.; VIEIRA, M.G.G.C.; VIEIRA NETO, J.C. & ALCÂNTARA, E.N. de. Influência da aplicação de herbicidas no rendimento de grãos, nodulação e qualidade fisiológica das sementes de soja. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 20(1):25-30, 1985.
- SINGLETON, P.W. & TAVARES, J.W. Inoculation response of Legumes in relation to the number and effectiveness of indigenous *Rhizobium* populations. *App. Envir. Microbiol.*, Washington, 51(5):1013-1018, 1986.
- THIES, J.E.; SINGLETON, P.W. & BOHLOOL, B.B. Influence of the size of indigenous rhizobial populations on establishment and symbiotic performance of introduced rhizobia on field-grown legumes. *App. Envir. Microbiol.*, Washington, 57(1):19-28, 1991.
- TRIPLETT, E. Construction of a symbiotically effective strain of *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* with increased nodulation competitiveness. *App. Envir. Microbiol.*, Washington, 56(1):98-103, 1990.
- TRIPLETT, E. & BARTA, T. Trifolitoxin production and nodulation are necessary for the expression of superior nodulation competitiveness by *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* strains T24 on clover. *Plant Physiol.*, Lancaster, 85(2):335-342, 1987.
- VARGAS, M.A.T. Competitiveness and rhizosphere colonization of *Bradyrhizobium* sp. strains on chickpea. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 25(4):599-607, 1990.
- VARGAS, M.A.T.; MENDES, I.C.; SUHET, A.R. & PERES, J.R.R. Inoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium japonicum*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1993. 4p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 64.)
- VARGAS, M.A.T.; PERES, J.R.R. & SUHET, A.R. Reinoculação da soja em função dos soroconjuntos de *Rhizobium japonicum* predominantes em solos de Cerrados. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. Anais. Londrina, EMBRAPA-CNPS, 1982. v.2, p.715-723.
- VINCENT, J.M. A manual for the practical study of root nodules bacteria. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1970. 164p.