

RENDIMENTO AGRÍCOLA DA CULTURA DA SOJA SOB DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO¹

ELOISA JENDIROBA² e GIL MIGUEL DE SOUSA CÂMARA³

RESUMO - Para comparar efeitos de fontes de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento agrícola da soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. IAC-8, em condições de campo, conduziram-se experimentos no município de Piracicaba, em solo classificado como Terra Roxa Estruturada. Os experimentos diferiram no histórico de cultivo da área, sendo uma parte cultivada com cana-de-açúcar por dois anos, e a outra, com soja (*Glycine max* L.) por três anos consecutivos. As fontes de N eram minerais (sulfato de amônio e uréia) e biológicas (inoculantes próprios para a soja). Aplicaram-se inoculantes turfosos, e líquidos, veiculados em óleo vegetal ou mineral, e inoculante em emulsão. O tratamento-controle não recebeu fonte de N. Adotou-se delineamento experimental de blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições em cada experimento. Os resultados obtidos durante todo o ciclo da soja mostraram que entre as fontes de N, inoculantes turfosos apresentaram a maior nodulação de plantas e rendimento agrícola em área sem histórico de inoculação. Em área com histórico, o rendimento foi semelhante para todas as fontes, devido ao melhor aproveitamento da simbiose entre bactéria e hospedeiro.

Termos para indexação: *Glycine max*, solos, fertilizantes, inoculação.

YIELD OF THE SOYBEAN CROP SUBMITTED TO DIFFERENT SOURCES OF NITROGEN

ABSTRACT - Experiments were carried out in order to compare the effects of N sources on the development and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), cv. IAC-8, under field conditions. They were located in Piracicaba, SP, Brazil, on a fertile tropudalf soil classified as 'Terra Roxa Estruturada'. They differed on their history of cultivation. One was previously cultivated with sugarcane during two years and the other one received soybeans (*Glycine max* L.) for three consecutive years. The N sources were mineral (ammonium sulfate and urea) and biological, by the use of the following inoculants carriers: peat, a mineral oil, a plant oil and a water emulsion. On the control treatment, no N sources were applied. A randomized complete block experimental design was used consisting of eight treatments, and five replications in each experiment. The results obtained during the crop life cycle showed that among the N sources used, the peat carriers resulted in highest plant nodulation and yield in the experiment with no inoculation history. In the area with inoculation history, the yield was similar among all of the sources due to the advantageous symbiosis between the bacteria and the host.

Index terms: *Glycine max*, soils, fertilizers, inoculation.

INTRODUÇÃO

O incremento da produção de culturas de grande interesse econômico pela qualidade dos grãos

ou pela quantidade produzida, envolve estudos para solucionar problemas que limitam a obtenção dos reais índices de produtividade.

Os problemas, em geral, estão associados aos fatores de produção, e dentro destes, no caso da cultura da soja, podem ser mencionadas as práticas fitotécnicas adotadas no processo de produção. Considerando-se, especificamente, entre as práticas, a nutrição das plantas com o N, alguns aspectos merecem destaque nos estudos para otimizar a produção. Entre os nutrientes, o N constitui um

¹ Aceito para publicação em 25 de fevereiro de 1994.

Pesquisa realizada pela autora como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

² Enga. - Agra., M.Sc., Caixa Postal 87, CEP 14600-000 São Joaquim da Barra, SP.

³ Eng. - Agr., Dr., Prof. - Assist., Dep. Agric. - ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-060 Piracicaba, SP.

elemento fundamental para as plantas por participar das moléculas de proteína e clorofila, além de estar ativamente ligado à divisão celular (Malavolta, 1980). A planta depende do N na realização de seus processos vitais, formação e qualidade do produto colhido, estimulando a formação e desenvolvimento de gemas floríferas, maior vegetação e aumento no teor de proteína (Malavolta et al., 1989).

A soja, planta da família das leguminosas, pode obter o N através da fixação simbiótica do N atmosférico (N_2), da absorção do N contido no solo ou do N aplicado na forma de fertilizante. Entre essas diferentes fontes, a quantidade presente no solo não satisfaz, em geral, as necessidades da cultura. O fertilizante é uma fonte eficiente, porém seu alto custo limita a utilização. Além disso, os adubos químicos não têm sido vantajosos para os níveis de rendimento obtidos pela cultura, e quando o N mineral é abundante no solo, promove diminuição da nodulação de raízes, reduzindo a quantidade de N fixada (Gibson, 1976; Berdick et al., 1978; Barni & Kolling, 1981; Zylberstajn et al., 1985).

O suprimento de N através da simbiose com bactérias trouxe maior viabilidade econômica para a cultura da soja, em termos de nutrição de plantas. Os inoculantes que provêm essa simbiose pela introdução das bactérias no solo, tornaram-se uma fonte mais interessante de fornecimento de N para as leguminosas. Os principais motivos são o custo baixo e as características de fácil aplicação do produto através das sementes (Araújo, 1981; Barni & Kolling, 1981).

Entre os inoculantes, são identificados vários tipos, variando principalmente o substrato e as estirpes de rizóbios em termos de eficiência e competitividade. Atualmente, a turfa é o substrato mais amplamente utilizado para o cultivo de bactérias, o que acarreta em produção e comercialização de grandes volumes de inoculantes turfosos (Labandera, 1986).

A opção pela turfa como principal veículo de inoculantes se deve à alta capacidade de retenção de água, fácil processamento, não ser tóxica aos rizóbios, e favorecer a sobrevivência e o crescimento das bactérias durante o intervalo entre a produção do inoculante e a atuação das bactérias

no campo (Burton, 1981; Labandera, 1986; Smith, 1987).

Araújo (1992) enfoca algumas razões para a busca de inoculantes alternativos, colocando em questão a eficiência dos inoculantes turfosos. Segundo esse autor, o inoculante em pó, veiculado em turfa, exige uma operação aparentemente simples, mas com alguns inconvenientes para grandes áreas de cultivo. Entre esses inconvenientes, cita-se o umedecimento das sementes para propiciar melhor aderência do inoculante a elas. A quantidade de água deve ser suficiente para umedecer as sementes, sem que provoque problemas de pré-germinação. Pode ocorrer também uma deposição do inoculante no fundo da semeadora quando o produto se solta das sementes, provocando perdas e abrasividade na máquina, causando desgaste precoce dos discos da semeadora. Além desses, a esterilização é uma necessidade para a turfa como substrato, indicando aumento no custo de produção.

Os inoculantes com substrato baseado em óleo são produtos interessantes em relação à aplicação às sementes. Apresentam facilidade de aplicação por aderirem facilmente às sementes, podendo fornecer alguma proteção em condições de estresse (Eagleshan & Goldman, 1985). Esse tipo de veículo contém as bactérias sob a forma de células liofilizadas, que apresentam longo período de sobrevivência e maior resistência ao calor antes de serem suspensas no óleo (Araújo, 1992; Smith, 1987). Assim, segundo essas considerações, os inoculantes oleosos deveriam ser representativos na escolha do tipo de inoculante quanto ao substrato.

Porém, podem ser citados casos em que a inoculação com produto oleoso não foi eficiente. Kolling et al. (1990) relataram que utilizando diferentes substâncias como adesivos e formas de inoculantes, o inoculante oleoso apresentou os menores valores em termos de nodulação, matéria seca e rendimento em grãos. Tais resultados, além de outros, conduziram a uma melhor consideração sobre a adoção deste tipo de substrato, já que sua eficiência poderia ficar comprometida.

A análise das diferentes fontes de N é considerável, tendo-se encontrado trabalhos como de Ruschel et al. (1975), que obtiveram, sob condi-

ções de vasos e como fontes de N: fertilizantes, solo e fixação biológica, resultados em que a soja, no período inicial de desenvolvimento, não fez uso do seu sistema fixador de N_2 , pois evidenciou-se N proveniente do solo e do fertilizante. Esse fato sugere que o sistema redutor do nitrato e a assimilação de N amoniacal coexistem em período anterior ao início da atividade da nitrogenase, contribuindo para formação de nódulos.

Segundo Barni & Kolling (1981), em revisão sobre o efeito benéfico da inoculação em relação à produção de matéria seca de nódulos e parte aérea, e ao rendimento da soja, confirma-se que as percentagens de aumentos nos rendimentos variam entre os trabalhos, podendo chegar a mais de 100%, em solos sem população estabelecida de *Bradyrhizobium japonicum*.

As respostas, portanto, variam com o tipo de área onde se instala a cultura. Em trabalho realizado por Herridge et al. (1987), em áreas com diferentes históricos de cultivo, revelou-se que em área de primeiro cultivo de soja, com baixa taxa de rizóbio no solo, produziram-se plantas com nodulação e quantidade de N nas folhas e sementes com níveis mais baixos que em área onde a soja fora cultivada anteriormente. Da mesma forma, em trabalhos conduzidos por Torres et al. (1988) e Brockwell et al. (1985), obteve-se maior produção quando a área já tinha recebido soja com sementes inoculadas.

Diante dessas observações, conduziu-se esse trabalho, em condições de campo, objetivando-se comparar os efeitos sobre o desenvolvimento e as características produtivas relacionadas ao rendimento da soja, sob fontes minerais ou biológicas de N, em áreas distintas quanto ao histórico de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos em áreas experimentais do Departamento de Agricultura da ESALQ/USP, município de Piracicaba, em solo Terra Roxa Estruturada, sendo uma área sem histórico de cultivo de soja (área A, dois anos consecutivos com cana-de-açúcar e um ano de pousio). Outra recebeu soja nos últimos três anos agrícolas (área B). Devido a essas diferenças foi realizada uma análise biológica do solo,

para avaliar o potencial de inóculo natural antes do cultivo; tendo-se constatado ausência de estirpes de rizóbios (*B. japonicum*) introduzidas com os inoculantes (estirpes SEMIA 587 e SEMIA 5019) na área A e presença destas no solo da área B.

Utilizaram-se sementes de soja cultivar IAC-8, cujas principais características são: ciclo de maturação médio, porte médio de 0,98 m, produtividade média em boas condições de 2.500 kg/ha (Sediyama et al., 1981; Marcos Filho et al., 1982). É uma cultivar recomendada para as condições da região, apresentando bom desempenho em áreas de primeiro ano de cultivo.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com oito tratamentos e cinco repetições em cada um dos experimentos (áreas A e B). O esquema representativo da parcela pode ser observado na Fig. 1.

Os tratamentos utilizados corresponderam às diferentes fontes de N, observando-se suas relações com os locais de desenvolvimento da cultura, distintos quanto ao histórico de cultivo de soja e inoculação. Esses tratamentos foram assim definidos: NO: tratamento-controle, sem o fornecimento de qualquer fonte de N; U: fonte mineral, aplicando-se uréia; SA: fonte mineral, aplicando-se sulfato de amônio; OV: inoculante líquido oleoso, veiculado em óleo vegetal, como fonte biológica; OM: inoculante líquido veiculado em óleo mineral; IE: inoculante líquido em emulsão; TI: inoculante turfoso de origem do IAC; TN: inoculante turfoso de origem da Nitral (Nitral Ind. de Inoculantes e Prod. Agrop. Ltda). A concentração de células viáveis garantida pelos fabricantes dos inoculantes utilizados é 10×10^7 por grama de inoculante, e a mesma quantidade por ml de inoculante líquido. As estirpes de *B. japonicum* utilizadas foram SEMIA 587 e SEMIA 5019, ambas recomendadas pelo Instituto de Pesquisas Agrônomicas do Estado do Rio Grande do Sul, credenciado ao Ministério da Agricultura, para a distribuição das estirpes.

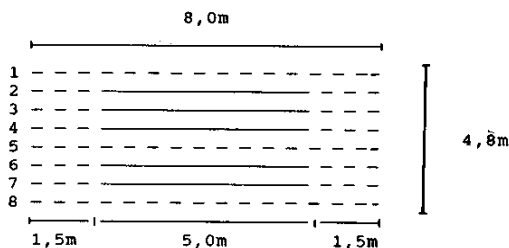


FIG. 1. Representação esquemática da parcela experimental de soja. Fileiras 1, 5 e 8: bordaduras. Fileiras pontilhadas nas extremidades apresentam a área de isolamento entre as parcelas dentro de um bloco.

As doses dos produtos utilizados como fontes de N são as apresentadas a seguir:

Área sem histórico (área A):

Tratamentos: Controle - sem fonte de N; Fontes Minerais: 60 kg/ha = 134 kg uréia/ha ou 300 kg SA/ha; Fontes Biológicas: Inoculantes Líquidos: OV: 240 ml; OM: 240 ml; IE: 450 ml (doses para 40 kg de sementes); Inoculantes Turfosos: TI e TN: 1.000 g/40 kg de sementes.

Área com histórico (área B):

Tratamentos: Controle - sem fonte de N; Fontes Minerais: 60 kg/ha = 134 kg uréia/ha ou 300 kg SA/ha; Fontes Biológicas: Inoculantes Líquidos: OV: 80 ml; OM: 80 ml; IE: 150 ml; Inoculantes Turfosos: TI e TN: 200 g/40 kg de sementes.

A adubação nitrogenada para as parcelas que receberam fontes minerais de N (SA e U) foi realizada juntamente com a adubação potássica (KCl) e fosfatada (superfosfato simples). A aplicação dos adubos SA e Ureia em cobertura foi feita colocando-se o produto nas fileiras, ao lado das plantas de soja, aos 30 dias após a emergência.

Imediatamente antes da semeadura, promoveu-se o tratamento das sementes com fungicida (Thiran PS; 2,0 g/kg de semente), com a finalidade de proteger sementes e plântulas contra a ação de fungos do solo. A seguir, procedeu-se à inoculação das sementes.

As sementes tratadas e inoculadas foram distribuídas nos sulcos na densidade de 30 sementes/metro. As datas da semeadura foram 11 e 13.12.90 para as áreas A e B, respectivamente. Após atingir o estágio de maturação plena, promoveu-se a operação de colheita manual, realizada nos dias 14 e 16.05.91, nas áreas A e B, respectivamente, com debulha mecânica do material colhido logo a seguir.

As características avaliadas estão relacionadas ao desenvolvimento e aos fatores produtivos da cultura. O desenvolvimento das plantas foi acompanhado, identificando-se a época em que foram atingidos os estádios fenológicos principais, altura média e número de nós formados, por planta. Nos estádios fenológicos correspondentes ao florescimento e início de granação, foi avaliada a nodulação de dez plantas competitivas entre as existentes na parcela experimental, cuidadosamente arrancadas, retirando-se a maior parte possível do sistema radicular. Após lavagem deste, foram destacados manualmente os nódulos para posterior secagem e obtenção de peso de matéria seca. Através de contagem foram obtidos o número de sementes por planta e número de vagens por planta. As plantas para essa determina-

ção foram coletadas no estágio R_8 (maturação de colheita). O rendimento agrícola foi obtido através da pesagem do material colhido em cada unidade experimental, após beneficiamento. Foi determinado o teor de umidade de cada material colhido, sendo os pesos padronizados a 13%. Além do rendimento de grãos por unidade de área, determinou-se o peso de 1.000 grãos, de acordo com o método citado em Marcos Filhos et al. (1987).

Os dados obtidos concernentes a todas as características foram analisados estaticamente através da análise de variância e do teste F, para cada área separadamente. Através da observação dos quadrados médios residuais obtidos nestas análises para cada uma das áreas, determinou-se a possibilidade de realizar a análise conjunta dos dados, segundo Pimentel-Gomes (1990), a fim de observar variações decorrentes das diferenças locais.

Dada a natureza do trabalho, além do controle local necessário ao desenvolvimento experimental agrônomico de campo, adotaram-se cuidados visando à não-contaminação da área A com solo da área B, iniciando-se sempre as operações pela área sem histórico de cultivo de soja.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento da cultura, as condições climáticas, mais especificamente temperatura, precipitação pluvial e radiação, estiveram altamente favoráveis em todas as fases, contribuindo para um bom crescimento e desenvolvimento das plantas. Para as duas áreas cultivadas, obtiveram-se, para os estádios fenológicos, os dados apresentados na Tabela 1.

Nos dados de densidade de plantas, entre as áreas não se verificou diferença significativa. A uniformidade observada em ambas, revelou condições adequadas para a germinação das sementes. A ausência ou presença de rizóbios no solo não alterou o estabelecimento das plantas.

Em termos de altura da planta, na área A não se observaram diferenças entre os tratamentos, assim como no número de nós formados, por planta. Na área B obtiveram-se diferenças somente no estágio R_3 (enchimento de vagens). Neste caso, as plantas que não receberam inoculante apresentaram menor crescimento. Pelo hábito de crescimento determinado da cultivar IAC-8, o crescimento deve cessar praticamente quando ocorre o processo de florescimento. Porém, houve ainda um aumento em altura, comparando-se as médias obtidas para

TABELA 1. Períodos referentes ao ciclo de desenvolvimento da soja, cv. IAC-8. Semeadura: Área A: 11.12.91; Área B: 13.12.91.

Estádio ¹	Área A	Área B
	(Número de dias após semeadura)	
Emergência	7	7
R ₁	62	60
R ₅	100	95
R ₇	133	131
R ₈	136	135
Colheita	154	154

¹ Segundo escala citada em Fehr et al. (1971).

R₁: Início de florescimento; R₅: Início de formação de sementes;

R₇: Maturidade fisiológica; R₈: Maturação de colheita.

Área A: área sem histórico de inoculação;

Área B: área com histórico de inoculação.

R₂ (florescimento pleno) e R₅. Pode-se sugerir que a interação entre diferentes estirpes de rizóbios, ou seja, entre as presentes no solo, de cultivos anteriores e as fornecidas pelos inoculantes utilizadas no experimento, proporcionou uma fixação simbiótica de N₂ mais eficiente, resultando na produção maior de compostos que favoreceram o crescimento das plantas, em relação ao tratamento sem inoculação.

Na análise conjunta dos dados, observaram-se valores médios de altura de planta maiores para área com histórico de inoculação, nos estádios R₂ e R₅. No estágio vegetativo (21 dias após emergência) e em R₇ não ocorreram diferenças. Quanto ao número de nós formados não houve diferença significativa entre os locais (Tabela 2).

Quanto aos fatores produtivos vagem/planta e semente/planta, observaram-se diferenças entre os tratamentos na área A, o mesmo não ocorrendo na área B (Tabela 3).

Na área sem histórico (A), na comparação entre médias, observou-se que o tratamento-controle (NO) apresentou menor número de vagens/planta e sementes/planta, o que resultou em menor produção (dados discutidos a seguir), já que não houve compensação no número de plantas por área.

TABELA 2. Valores médios de altura (cm) de planta de soja, cv. IAC-8 (cm) e de nós formados por planta, em áreas com diferentes históricos de cultivo.

	Altura da planta (cm)			
	21 DAE	R ₂	R ₅	R ₇
Área A	20,2 a	92,5 b	114,1 b	121,3 a
Área B	20,8 a	100,4 a	123,0 a	124,2 a
Número de nós				
Área A	4,3 a	10,0 a	14,8 a	15,3 a
Área B	4,1 a	11,1 a	15,4 a	15,7 a

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey, 5%).

Área A: área sem histórico de inoculação;

Área B: área com histórico de inoculação.

TABELA 3. Valores médios de vagens/planta (v/pl) e sementes/planta (s/pl) de soja, cv. IAC-8, em áreas de diferentes históricos de cultivo.

Tratamento	Área A		Área B	
	v/pl	s/pl	v/pl	s/pl
NO	21,5 c	40,6 c	34,7 a	69,6 a
Uréia	31,4 ab	58,4 ab	42,4 a	81,9 a
SA	33,7 a	62,0 a	38,1 a	71,9 a
IE	25,2 abc	48,7 abc	43,9 a	84,5 a
OV	23,0 bc	45,0 bc	43,9 a	86,5 a
OM	26,0 abc	51,4 abc	39,5 a	76,7 a
TI	30,1 ab	59,2 ab	36,9 a	69,4 a
TN	31,3 ab	61,9 a	46,3 a	87,5 a
Média	27,8	53,4	40,7	78,5
CV (%)	15,3	14,8	24,8	26,5
DMS (5%)	8,8	16,3	20,9	43,0

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Área A: área sem histórico de inoculação;

Área B: área com histórico de inoculação.

NO: Tratamento-controle; SA: Sulfato de amônio;

IE: Inoculante em emulsão; OV: Inoculante oleoso (óleo vegetal); OM: Inoculante oleoso (óleo mineral);

TI: Inoculante turfoso (IAC); TN: Inoculante turfoso (Nitral)

Neste caso, sugere-se que as diferentes fontes de N apresentaram-se eficientes. Entre os locais, ocorreram diferenças significativas, associando-se a uma diferença de produção entre as áreas. Os altos valores relativos ao coeficiente de variação são devidos às grandes diferenças nos dados obtidos nas repetições, comuns neste tipo de avaliação.

Quanto ao peso de matéria seca de nódulos, a área sem histórico de inoculação apresentou grandes diferenças entre os tratamentos, sendo que os inoculantes turfosos foram muito superiores aos demais. No estádio R₂, o tratamento TI foi o que apresentou maior peso, e em R₅, os tratamentos TI e TN corresponderam aos maiores valores. Na área com histórico não ocorreram diferenças entre os tratamentos, devendo-se considerar que qualquer um deles permitiu a formação de nódulos (Tabela 4).

Pelos resultados sugere-se que na área A a nodulação foi causada pela interação entre as estirpes de rizóbio e o meio favorável em que foram mantidas, ou seja, substrato do inoculante. Deve-se também considerar que a maior nodulação também pode ter ocorrido graças à quantidade de células viáveis de rizóbios, já que nos tratamentos com inoculantes turfosos foram utilizadas doses bem maiores. Introduzindo-se maior número de células viáveis no campo, viabiliza-se o estabelecimento de simbiose, permitindo maior nodulação e fixação de N₂, refletindo na produção final das plantas deste tratamento. Para os tratamentos com fontes minerais (SA e U) e controle, não deveria ocorrer nodulação. Porém, a constatação da nodulação leva a crer que algumas contaminações ocorreram, sem que esse fato tenha comprometido o experimento. Segundo Brockwell et al. (1985), algumas contaminações de tratamento-controle são causadas, freqüentemente, pelas máquinas agrícolas, por agentes humanos, pelo movimento de animais, ou pela água de irrigação. Os tratamentos com inoculantes líquidos podem ter apresentado condições pouco viáveis para a sobrevivência das bactérias no substrato do inoculante.

Na área com histórico, destaca-se que o solo já havia sido colonizado. Desta forma, a ocorrência do rizóbio introduzido já estava garantida, com a inoculação reforçando a atuação do inóculo na fi-

TABELA 4. Peso médio de matéria seca de nódulos de plantas de soja, cv. IAC-8 (10 plantas), em área de diferentes históricos de cultivo, em dois estádios de desenvolvimento.

Tratamento	Peso de matéria seca de nódulos (mg)			
	Área A		Área B	
	R ₂	R ₅	R ₂	R ₅
NO	17 b	38 b	701 a	745 a
Uréia	1 b	92 b	244 a	642 a
SA	3 b	10 b	462 a	1052 a
IE	10 b	173 b	532 a	518 a
OV	7 b	54 b	586 a	1096 a
OM	6 b	48 b	565 a	844 a
TI	327 a	3658 a	562 a	1167 a
TN	46 b	3392 a	641 a	665 a
Média	51,9	932,9	536,9	812,7
CV (%)	113,6	56,3	150,9	62,5
DMS (5%)	121,8	625,3	2911,4	1049,9

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Área A: área sem histórico de inoculação;

Área B: área com histórico de inoculação.

NO: Tratamento-controle; SA: Sulfato de amônio;

IE: Inoculante em emulsão; OV: Inoculante oleoso (óleo vegetal); OM: Inoculante oleoso (óleo mineral);

TI: Inoculante turfoso (IAC); TN: Inoculante turfoso (Nitral).

xação, pelo aumento de população. Não havendo diferenças entre os tratamentos, pode-se considerar que houve boa resposta a todos os tipos de inoculantes, independentemente do substrato. Deve-se considerar, também, a hipótese de que, mesmo que os substratos não tenham sido eficientes na sua função, não comprometeram o tratamento; ou foram garantidos pela colonização anterior das rizóbios. No caso de a colonização anterior já ter dado condições para simbiose ou fixação do N₂, pode-se tender à suspensão da aplicação anual de inoculantes para a cultura. Porém, como novas estirpes tornam-se mais competitivas e se adaptam, há intensa competição com estirpes de bactérias nativas, e pelo fato de o custo do inoculante acrescentar pouco no custo de produção total, reco-

menda-se que a inoculação seja feita, mas de forma adequada e com produtos de comprovada eficiência.

A formação de nódulos na planta de soja representa um forte indício da presença de rizóbios e instalação da simbiose, conseqüentemente fixando o nitrogênio. Porém, o simples fato da presença de nódulos pode não significar muito. É necessário considerar a quantidade de nódulos, e entre eles, os ativos.

Quanto aos caracteres produtivos, o peso de 1.000 grãos, é um dado que pode indicar a qualidade dos grãos. Para a cultivar IAC-8, o peso médio de 1.000 grãos (ou sementes) é de 181,1 g (Sediyama et al., 1981). Na área sem histórico, ocorreram diferenças entre os tratamentos, sendo que TI e TN apresentaram maiores valores, embora o tratamento controle não diferisse significativamente destes. Os tratamentos IE, SA e U apresentaram os maiores valores, não sendo considerados eficientes para uma alta produção, em área de primeiro cultivo. Esse efeito, com relação ao tratamento IE, provavelmente ocorreu devido ao veículo ou ineficiência da associação veículo x bactéria na sobrevivência dos microrganismos. Quanto à uréia e sulfato de amônio, podem não ter sido satisfeitas as necessidades da cultura pelas doses aplicadas, ou pelo alto teor de perdas do N em formas facilmente transportadas. Nesta área, os pesos médios obtidos em todos os tratamentos estão abaixo do peso médio característico da cultivar IAC-8. Em área com histórico, não se observaram diferenças entre os tratamentos, com valores mais próximos do valor médio da cultivar (Tabela 5).

Com relação aos locais, houve diferença entre as áreas, sendo que a área A apresentou menores valores de rendimento de grãos de soja.

Podem-se observar que, acompanhando a nodulação, os grãos apresentaram maiores pesos nos tratamentos com inoculantes turfosos, na área sem histórico. Desta forma, a eficiência no tratamento com inoculante provavelmente influenciou na produção de grãos, através de grãos de maior peso.

No rendimento de grãos, a área B apresentou maiores valores, sendo os tratamentos com inocu-

TABELA 5. Valores médios obtidos para peso de 1.000 grãos de soja (g), cv. IAC-8 e rendimento (kg/ha), em áreas com diferentes históricos de cultivo (corrigidos para 13% de umidade).

Tratamento	Área A		Área B	
	1.000 grãos	Rendimento	1.000 grãos	Rendimento
NO	156,7 abc	1827,6 bc	169,1 a	3351,2 a
Uréia	149,3 c	2065,6 bc	174,2 a	3009,0 a
SA	150,1 c	2159,0 ab	173,3 a	2812,0 a
IE	150,9 c	1733,4 c	177,3 a	3061,6 a
OV	151,8 bc	1913,0 bc	179,3 a	3101,0 a
OM	151,1 bc	1847,4 b	171,9 a	2763,6 a
TI	169,6 ab	2505,2 a	171,6 a	2738,4 a
TN	174,3 a	2506,6 a	175,3 a	3000,2 a
Média	156,7	2069,7	174,9	2979,8
CV (%)	5,7	9,1	3,3	11,3
DMS (5%)	18,5	390,4	11,7	696,7

Em cada coluna, valores seguidos da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5%.

Área A: área sem histórico de inoculação;

Área B: área com histórico de inoculação.

NO: Tratamento controle; SA: Sulfato de amônio;

IE: Inoculante em emulsão; OV: Inoculante oleoso (óleo vegetal); OM: Inoculante oleoso (óleo mineral); TI:

Inoculante turfoso (IAC); TN: Inoculante turfoso

(Nitral).

lantes turfosos superiores aos demais. Quanto às fontes minerais de N, o tratamento SA também apresentou resultados compatíveis de rendimento em relação aos inoculantes turfosos. Porém, o seu custo atualmente é inviável para a produção de soja. Na área sem histórico de inoculação, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Constatou-se diferença, entre as áreas, de 910,1 kg/ha na produção de grãos, em valores médios, em favor da área B (Tabela 4; Fig. 2).

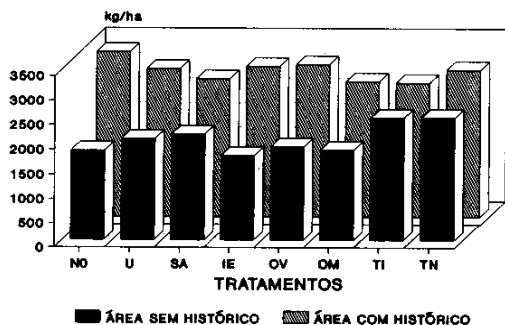


FIG. 2. Rendimento de grãos (kg/ha) de soja, cv. IAC-8, em áreas de diferentes históricos de cultivo, submetida a adubação com nitrogênio mineral e diferentes tipos de inoculantes.

CONCLUSÕES

1. Em área sem histórico de cultivo de soja, a cultivar IAC-8 e em condições de alta fertilidade do solo, a forma mais eficiente de fornecimento de N para as plantas consiste em inoculação, nas sementes, de inoculantes turfosos.

2. Em área com histórico de cultivo de soja e de inoculação, constata-se maior produção de nódulos, no sistema radicular das plantas, do que na área sem histórico, sob qualquer fonte de N utilizada, refletindo-se em maior crescimento das plantas e em maior rendimento agrícola, devido à interação, com o solo, de *Bradyrhizobium japonicum*. Neste caso, não foi detectado benefício com nenhum tipo de inoculante ou qualquer fonte de N mineral.

3. Os inoculantes turfosos, de maior uso geral, superam as novas formas de inoculantes, em termos de eficiência exigindo maiores estudos sobre o substrato do inoculante.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Agricultura da ESALQ/USP, pela oportunidade e plenas condições concedidas para a realização do trabalho quanto ao local e aos recursos humanos e demais necessidades.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, S.C. Rizobiologia: produção e uso de inoculantes no Brasil. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Eds). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. cap.9, p.447-452.
- ARAÚJO, S.C. Perspectivas para uso de inoculantes líquidos. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992. p.153-156.
- BARNI, A.N.; KOLLING, J. Técnicas culturais: técnica de inoculação e eficiência da adubação nitrogenada. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C.; (Eds). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. cap. 10, p.533-536.
- BERDICEK, D.F.; MULFORD, A.F.; MAGEE, B.H. Influence of organic nitrogen on soil nitrogen, nodulation, nitrogen fixation and yield of soybeans. **Soil Science Society American Proceedings**, Madison, v.38, p.268-273, 1978.
- BROCKWELL, J.; GAULT, R.R.; CHASE, D.L.; TURNER, G.L.; BERGERSEN, F.J. Establishment and expression of soybean symbiosis in a soil previously free of *Rhizobium japonicum*. **Australian Journal Agricultural Research**, East Melbourne, v.36, p.397-409, 1985.
- BURTON, J.C. Modern concepts in legume inoculation. In: GRAHAM, P.H.; HARRIS, S.C. **Biological Nitrogen Fixation**. Technology for tropical agriculture. Cali: CIAT, 1981. p.105-114.
- EAGLESHAN, A.R.J.; GOLDMAN, B.J. Oil-based inoculants for preinoculation of *Centrosema macrocarpum*. In: WORKSHOP ON RHIZOBIUM/LEGUME INOCULANTS, 1985, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre: Microbiological Resources Center, 1985. p.283-289.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T.; PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). **Crop Science**, Madison, v.11, p.929-931, 1971.
- GIBSON, A.H. Limitation to dinitrogen fixation by legumes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF NITROGEN FIXATION, 2., 1976, Pullman. **Proceedings...** Washington: Washington State University Press, 1976. p.400-428.

- HERRIDGE, D.P.; ROUGHLEY, R.J.; BROCKWELL, J. Low survival of *Rhizobium japonicum* inoculant leads to reduce nodulation, nitrogen fixation and yield of soybean in the current crop but not in the subsequent crop. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v.38, p.75-82, 1987.
- KOLLING, J.; SCHOLLES, S.; MENDES, M.N.G.; VACCA, M. Efeitos de Técnicas de inoculação e formas de inoculantes sobre a simbiose em soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 18, 1990, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: IPAGRO, 1990.
- LABANDERA, C. Producción y uso de inoculantes para leguminosas. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE *RHIZOBIUM*, 12, 1984, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 1986. p.502-511.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- MARCOS FILHO, J.; GODOY, O.P.; CÂMARA, G.M.S. **Soja; pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Indústria e Comércio, Ciência e Tecnologia. FEALQ, 1982. 99p. (Extensão Agroindustrial, 7).
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1990. 468p.
- RUSCHEL, A.P.; SUHET, A.R.; VIANNA, R.; ALMEIDA, D.L. de. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio e da inoculação na produção de sementes, proteína e óleo em duas cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.10, p.19-23, 1975.
- SEDIYAMA, T.; DESTRO, D.; SEDIYAMA, C.S.; TRAGNAGO, J.L.; CARRARO, I.M.; COSTA, A.V. **Caracterização de cultivares de soja**. Viçosa: UFV - Centro de Ciências Agrárias, 1981. 81p.
- SMITH, S. Production and quality control of inoculants. In: ELKAN, G.H. (Ed). **Symbiotic nitrogen fixation technology**. New York: Marcel Dekker, 1987. p.391-411.
- TORRES, R.O.; MORRIS, R.A. PASARIBU, D. Inoculation methods and nitrogen fertilizer effects on soybeans in the Philippines: I. nodulation and nitrogen yields. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.65, n.3, p.219-225, 1988.
- ZYLBERSZTAJN, D.; FONSECA, M.A.S.; CARMO, A.S.B.; MORICOCI, L.; CARVALHO, P.C.T. Estudo econômico do uso de processos biotecnológicos na agricultura. In: VIEGAS, J.A.; BARROS, D.M. (Orgs). **Biotecnologia e desenvolvimento nacional**. São Paulo: Secretaria, Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Depto. de Ciências e Tecnologia, 1985. cap. 4, p.35-103.