

EFEITO DE LINURON E ORYZALIN NO CRESCIMENTO DA PLANTA, NA FIXAÇÃO SIMBIÓTICA DO NITROGÊNIO E NA PRODUTIVIDADE DA SOJA¹

MARIA DO CARMO S. S. NOVO², LUCIANO S. P. CRUZ, JOSÉ CARLOS V. N. A. PEREIRA,
VIOLETA NAGAI, LUIS ALBERTO AMBROSIO

RESUMO

Durante 2 anos consecutivos, foi realizado um experimento na Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP, do Instituto Agrônomo, em um Latossolo roxo de textura argilosa, cultivado com soja [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivar 'IAC-11'. O objetivo do trabalho foi estudar o efeito da inoculação de sementes e de doses de linuron (1,00 e 2,00 kg/ha) e de oryzalin (1,875 e 3,75 kg/ha), aplicados em pré-emergência, no crescimento da planta, na fixação simbiótica do nitrogênio e na produtividade de grãos de soja. Além dos tratamentos com herbicidas, foram mantidos dois controles, sendo um não inoculado e outro inoculado com a estirpe de *Bradyrhizobium japonicum* 'SMS-463' (=29W). Os tratamentos com herbicidas foram todos inoculados. O delineamento experimental empregado foi em parcelas subdivididas com quatro repetições dispostas em blocos ao acaso. Foram realizadas amostragens aos 28, 42, 56, 70, 84 e 98 dias após a semeadura (DAS) no primeiro ano, e aos 28, 42, 56, 70, 84 e 105 DAS no

segundo ano. Nos 2 anos avaliou-se o peso de matéria seca de raiz, parte aérea e nódulos, número de nódulos e produtividade de grãos; e no segundo, também a atividade da nitrogenase dos nódulos. De modo geral, não houve efeito benéfico da inoculação das sementes no crescimento e na nodulação de plantas de soja. Somente a atividade da nitrogenase foi beneficiada pela inoculação. Houve maior efeito na aplicação dos herbicidas no primeiro ano. O crescimento da planta foi favorecido pela aplicação de herbicidas. A atividade da nitrogenase foi reduzida pela aplicação dos herbicidas, sendo as doses maiores mais prejudiciais. Oryzalin afetou mais a atividade da nitrogenase que linuron. Apesar de ter havido efeito dos diferentes tratamentos nos parâmetros estudados estes não alteraram o rendimento de grãos.

Palavras chave: herbicidas, nodulação, atividade da nitrogenase, redução do acetileno.

ABSTRACT

Effect of linuron and oryzalin on growth, symbiotic nitrogen fixation and yield of soybeans

Field investigation was conducted in 1986 and 1987 at Ribeirão Preto, SP, Brazil, to determine the effect of linuron (1.00 and 2.00 kg/ha) and oryzalin (1.875 and 3.75 kg/ha) on plant growth, nodulation, nitrogen fixation and yield of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] cv

'IAC-11'. The soil type used was a Red Latosol. Beside herbicide treatments there were two controls: one not inoculated and another inoculated with *Bradyrhizobium japonicum* strain 'SMS-463' (=29W). All herbicide treatments were inoculated. The experiment was arranged in a split

¹ Recebido para publicação em 26/02/96 e na forma revisada em 09/06/96.

² Pesquisadores Científicos, Instituto Agrônomo, Caixa Postal 28, CEP 13001-970. Campinas - SP.

plot randomized block design with four replicates. Samples were taken at 28, 42, 56, 70, 84 and 98 days after sowing (DAS) and herbicide application in the first year and at 28, 42, 56, 70, 84 and 105 DAS in the second year. In both years, root, shoot and nodule dry weight were evaluated, as well as grain productivity. In the second year, nitrogenase activity was also evaluated. Generally, there wasn't a positive response of seed inoculation on plant growth and nodulation; but nitrogenase

INTRODUÇÃO

A soja, como qualquer leguminosa, requer grandes quantidades de nitrogênio (N) para suprir suas necessidades. Há diversos trabalhos mostrando que a simbiose rizóbio-leguminosa pode suprir a necessidade da soja por N se nenhum fator ambiental prejudicá-la (Bataglia & Mascarenhas, 1982). Vargas *et al.* (1982) verificaram que a adubação nitrogenada não é econômica e, Mascarenhas *et al.* (1983) que a fixação simbiótica do nitrogênio pode fornecer de 25 a 60% do N total que a planta adulta necessita.

É discutível a necessidade de inoculação de semente de soja em áreas com cultivos sucessivos com esta espécie e, conseqüentemente, com alta população estabelecida de *Bradyrhizobium japonicum* (Kolling *et al.*, 1986). Boonkerd *et al.* (1978) observaram que há resposta à inoculação das sementes somente em áreas recém-desmatadas e novas ao cultivo da soja, pois em solos cultivados anteriormente, a população estabelecida é altamente competitiva por locais de infecção (Johnson & Means 1960). Entretanto, De Polli *et al.* (1973) recomendam mesmo nessas condições, a inoculação das sementes por acreditarem que em solos ácidos, o rizóbio não sobrevive em número suficiente de um ano para outro.

Lopes (1991) relatou que no Estado de São Paulo, menos de 10% da área plantada com soja é inoculada. Segundo Dobereiner (1984), a grande barreira encontrada na expansão do uso do inoculante é que a avaliação dos resultados quase sempre se baseia, exclusivamente, na

atividade foi melhorada por inoculação de semente. No primeiro ano de aplicação, o uso de herbicidas melhorou o crescimento da planta, mas a fixação de nitrogênio diminuiu, principalmente com as maiores doses de ambos os herbicidas. A atividade da nitrogenase foi menor com ambos os herbicidas, e foi mais afetada pelo oryzalin. Nenhum efeito dos tratamentos foi observado sobre o rendimento da soja.

Key words: herbicidas, nodulação, atividade da nitrogenase, redução de acetileno.

produtividade, não sendo considerada a possibilidade da melhoria das condições físicas do solo, decorrente do emprego deste insumo. Siqueira & Franco (1988) relataram que os microrganismos exercem ação física na adesão entre as partículas do solo atuando como ligantes pois produzem agentes colantes, agregantes e cimentantes, como os polissacarídeos de alta viscosidade e substâncias húmicas. Verneti (1971) relatou que além das condições físicas do solo que são melhoradas pela simbiose, também há aumento no vigor das plântulas, na qualidade da semente e no rendimento das plantas, especialmente em solos pobres em N.

Em 1995, a participação da cultura da soja na comercialização de herbicida foi de 45% (Tsunechiro *et al.*, 1995). Embora todos os herbicidas indicados para a soja sejam intensamente estudados quanto ao seu efeito no ambiente antes de serem registrados e comercializados, sua influência no processo de fixação do N nos nódulos de soja não é bem conhecida. Várias pesquisas têm sido conduzidas, especialmente no exterior, para determinar os efeitos de herbicidas na simbiose rizóbio-leguminosa. Os resultados têm sido conflitantes devido a grande variabilidade da metodologia empregada nos experimentos, não permitindo conclusões generalizadas. Bollich *et al.* (1988) relataram que não há concordância quanto aos herbicidas afetarem o rizóbio, a planta hospedeira ou ambos. Dunigan *et al.* (1972) observaram que, mesmo em condições de casa de vegetação, havia pouco efeito negativo do herbicida sobre a nodulação e a fixação do N, sendo estes mais

dependentes da dose aplicada. Siqueira & Franco (1988) verificaram que a constituição genética da comunidade microbiana, aliada às condições ambientais e à disponibilidade de substrato, por exemplo herbicida, faz com que haja diferentes tipos de relações entre seus componentes, permitindo o controle do crescimento e a atividade de cada população.

Os objetivos deste trabalho foram:

- a) verificar se há resposta à inoculação das sementes de soja ao rizóbio em áreas onde há população naturalizada;
- b) verificar se há influência dos herbicidas linuron e oryzalin no crescimento da planta e na simbiose;
- c) determinar se há influência da inoculação das

sementes e da aplicação dos herbicidas linuron e oryzalin no rendimento de grãos de soja, em condição de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, durante 2 anos consecutivos, em condição de campo, na Estação Experimental de Ribeirão Preto, SP, do Instituto Agrônomo, com a cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] cultivar 'IAC-11'. O solo, Latossolo Roxo de textura argilosa, cuja análise de fertilidade da camada 0 - 20 cm é apresentada na Tabela 1, foi corrigido e adubado adequadamente segundo a recomendação de Mascarenhas (1985).

TABELA 1 - Resultado da análise de fertilidade do solo, para a camada de 0-20 cm, da área experimental em 1986 e 1987, em Ribeirão Preto/SP.

Ano	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	(H+Al)	S	T	V
	µg/100cm ³	%	CaCl ₂	eq.mg/100 ml T.F.S.A.						%
1986	58,0	3,6	4,9	0,52	3,2	1,2	4,3	4,9	9,2	52,0
1987	53,0	3,6	4,9	0,29	2,9	0,9	4,0	4,1	8,1	51,0

O experimento foi disposto em parcelas subdivididas, com delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas eram constituídas de 11 linhas de 5m de comprimento espaçadas em 0,60m tendo os seguintes tratamentos: linuron nas doses de 1,00 e 2,00 kg i.a./ha; oryzalin nas doses de 1,875 e 3,75 kg i.a./ha e, duas testemunhas sem herbicidas. As linhas de plantio das parcelas foram sorteadas e constituíram as subparcelas, referentes às diferentes épocas de amostragens. Entre parcelas e entre blocos, para evitar contaminação, foi deixado sem cultivo uma área igual à das parcelas.

Pouco antes da semeadura, nos 2 anos, as sementes de todas as parcelas tratadas com herbicidas, e uma das testemunhas, foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* estirpe 'SMS-463' (=29W) na dose de 8 g de inoculante turfoso/kg de sementes. A área

experimental possuía população naturalizada de rizóbio, mas não foi feita contagem para estimá-la.

Os herbicidas foram aplicados em pré-emergência, com pulverizador costal dotado de barra com dois bicos de jato plano da série 80.03, sendo consumido 250 L/ha de calda.

Para estimar os efeitos desses herbicidas no crescimento da planta, na nodulação e na fixação simbiótica do nitrogênio, foram feitas amostragens periódicas. Para tanto, exceto as três linhas centrais usadas na avaliação do rendimento de grãos, as demais, foram usadas nas amostragens. No primeiro ano, foram realizadas amostragens de plantas aos 28, 42, 56, 70, 84 e 98 dias após a semeadura (DAS) e aplicação dos produtos e, no segundo ano, aos 28, 42, 56, 70, 84 e 105 DAS.

Em cada amostragem foram retiradas, ao acaso, três plantas da parcela para determinações

do peso de matéria seca de raiz, parte aérea e nódulos e do número de nódulos. No segundo ano, foram retiradas mais três plantas cujas raízes foram destinadas à análise da redução do acetileno, sendo o resultado expresso em μMol de etileno/ (planta.hora) (Patterson & LaRue, 1983).

Na análise de variância foram estudados os seguintes contrastes ortogonais:

- 1) testemunha inoculada versus testemunha não inoculada;
- 2) testemunhas versus herbicidas;
- 3) linuron versus oryzalin;
- 4) dose de 1,00 kg i.a./ha de linuron versus 2,00 kg i.a./ha de linuron;
- 5) dose 1,875 kg i.a./ha de oryzalin versus 3,75 kg i.a./ha de oryzalin.

Em virtude dos quadrados médios residuais de épocas serem muito diferentes, os testes foram feitos utilizando-se os quadrados médios de cada época. Os dados relativos ao número de nódulos foram transformados em **Raíz de X** para execução da análise estatística entretanto, as médias são apresentadas na escala

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Efeito da Inoculação

Verificou-se que, tanto em 1986 como em 1987, em todas as amostragens onde foi significativo o contraste, o peso da matéria seca de raiz e da parte aérea foram maiores nos tratamentos inoculados (Tabela 2). Entretanto, deve-se observar que para estes dois parâmetros, o efeito da inoculação foi mais pronunciado no primeiro ano. Possivelmente, isso se deve à maior adaptabilidade da população naturalizada de rizóbio e ao excesso de precipitação pluviométrica ocorrida no segundo ano. Quando as precipitações pluviométricas são mais freqüentes, como há maior nebulosidade e a temperatura é mais amena, ocorre menor evapotranspiração. Nessas condições ambientais, segundo Arrarás *et al.* (1984), poderia ocorrer maior desenvolvimento vegetativo e radicular e mesmo melhor nodulação,

se a população estivesse adaptada também a aeração menor que ocorre em solo argiloso.

Neste experimento, as plantas do tratamento não inoculado estavam noduladas demonstrando a presença de população de rizóbio naturalizada e infectiva. Quanto ao peso da matéria seca de nódulos verificou-se, no primeiro ano aos 42 e 56 DAS, superioridade do tratamento não inoculado (Tabela 3). Apenas aos 70 DAS observou-se o contrário. No segundo ano, houve diferença entre tratamentos de inoculação das sementes somente aos 56 e 105 DAS sendo o peso da matéria seca superior no tratamento não inoculado e inoculado, respectivamente. A falta de resposta à inoculação e reinoculação pode ser atribuída à baixa proporção de ocorrência das estirpes do inoculante que não superaram as estabelecidas na competição por sítios de infecção (Kolling *et al.*, 1984 e Peres & Suhel, 1984). Mendes *et al.* (1990) relataram que o cultivo sucessivo de soja em uma mesma área, cria condições para o estabelecimento de estirpes de *B. japonicum* no solo que podem tornar-se mais competitivas e menos eficientes que as estirpes originais. Esse fato aliado a fatores físicos e químicos do solo, dificulta a introdução de uma nova estirpe mais eficiente (Vargas & Suhel, 1980). Com referência ao número de nódulos, no primeiro ano, foi observado efeito da inoculação somente aos 98 dias sendo o tratamento inoculado superior (Tabela 3). No segundo ano, houve resposta positiva à inoculação aos 56 e 70 DAS. Aos 105 dias, embora o tratamento não inoculado tenha sido superior, deve-se ressaltar que, por ocasião desta amostragem, grande parte dos nódulos estavam deteriorados ou senescentes, devendo este resultado ser considerado com restrição.

No segundo ano, quanto à atividade da nitrogenase, não houve diferença entre tratamentos de inoculação apenas aos 84 dias. Verificou-se que, aos 56 dias, foi observado menor atividade da nitrogenase nos tratamentos inoculados (Tabela 3), provavelmente, devido ao excesso de chuva (dados não apresentados). A umidade e a temperatura do solo têm grande

influência na fixação simbiótica do N. Sob condição normal de cultivo, o principal desenvolvimento dos nódulos ocorre nas raízes próximas da superfície do solo, o que coloca o sistema simbiótico na camada de solo mais sujeito à flutuações tanto de temperatura como de umidade (Wilson, 1975). Iswaran *et al.* (1970)

observaram que, em condições de campo e em presença de população naturalizada, além da influência de fatores abióticos (como pH, temperatura e umidade), pode ocorrer menor sobrevivência da população introduzida de rizóbio devido a fatores bióticos como predação e parasitismo.

TABELA 2 - Efeito da inoculação das sementes sobre o peso de matéria seca de raiz e da parte aérea de plantas de soja (g/planta), nos 2 anos de condução do experimento (1986/87), em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Peso da matéria seca			
	Raiz		Parte Aérea	
	Testemunha não inoculada	Testemunha inoculada	Testemunha não inoculada	Testemunha inoculada
Primeiro Ano				
28	0,35	0,39 ^{ns}	1,72	2,59 ^{**}
42	1,06	1,30 [*]	6,71	7,97 ^{ns}
56	4,02	4,71 ^{ns}	28,58	24,87 ^{ns}
70	3,43	5,42 [*]	32,85	56,11 ^{**}
84	4,25	7,69 ^{**}	56,81	86,06 ^{**}
98	10,02	8,26 ^{ns}	152,25	154,21 ^{ns}
Segundo Ano				
28	0,45	0,51 ^{1 ns}	2,60	2,95 ^{ns}
42	1,28	1,77 ^{**}	7,55	9,93 ^{**}
56	4,89	5,34 ^{ns}	35,14	34,27 ^{ns}
70	11,58	12,88 ^{ns}	50,66	56,69 ^{ns}
84	9,85	9,87 ^{ns}	82,08	88,27 ^{ns}
105	17,71	17,25 ^{ns}	292,54	297,18 ^{ns}

1. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade.

Nas outras amostragens, em relação à atividade da nitrogenase, o tratamento inoculado mostrou maior fixação. A fixação simbiótica do nitrogênio apresentou um máximo aos 70 dias. Ayanaba & Lawson (1977) observaram maior taxa de redução do acetileno em soja que estava no estágio de pré-florescimento. No início do

crescimento da cultura, a fixação do nitrogênio é limitada pela nodulação inadequada (Bouniols et al., 1991), atingindo o ponto máximo no início do florescimento e até o início do enchimento de grãos (Patterson & LaRue, 1983). No estágio de floração, os nódulos começam a senescer devido à falta de carboidratos e, como resultado, a

coloração interna muda para verde e após para castanha, quando inicia a deterioração (Vidor et al., 1983). Durante o enchimento de grãos

ocorre diminuição do número de nódulos devido à senescência desses nódulos e das plantas.

TABELA 3 - Efeito da inoculação das sementes sobre o peso de matéria seca (mg/planta) e número de nódulos (por planta) de plantas de soja, nos 2 anos de condução do experimento (1986/87) e na atividade da nitrogenase ($\mu\text{Mol C}_2\text{H}_4/\text{planta.hora}$) em 1987, em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Nódulos				Atividade da Nitrogenase	
	peso de matéria seca		número ¹		Test. não inoculada	Test. inoculada
	Test. não inoculada	Test. inoculada	Test. não inoculada	Test. inoculada		
Primeiro Ano						
28	58,9	48,7 ^{2 ns}	42,4	33,5 ^{ns}	N.A. ³	N.A.
42	178,9	90,1 **	38,7	36,9 ^{ns}	N.A.	N.A.
56	326,8	279,2 *	48,7	34,4 ^{ns}	N.A.	N.A.
70	217,0	304,8 **	36,2	26,1 ^{ns}	N.A.	N.A.
84	427,3	443,0 ^{ns}	38,3	40,2 ^{ns}	N.A.	N.A.
98	180,6	201,2 ^{ns}	13,1	15,8 *	N.A.	N.A.
Segundo Ano						
28	5,0	7,6 ^{ns}	12,9	11,95 ^{ns}	25,89	36,01 **
42	72,7	81,5 ^{ns}	56,4	53,7 ^{ns}	455,27	517,47 *
56	342,4	235,1 *	76,9	90,9 **	142,74	54,56 **
70	505,7	575,7 ^{ns}	114,1	154,7 **	1212,31	1689,03 **
84	775,0	700,0 ^{ns}	118,9	115,0 ^{ns}	35,29	23,91 ^{ns}
105	640,1	1294,7 **	128,3	57,5 **	N.A.	N.A.

1. Para a análise de variância, os dados foram transformados para \sqrt{X} .

2. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade.

3. N.A. = não analisada, Test. = Testemunha.

b) Efeito de Herbicidas

b₁) Testemunhas versus Herbicidas

Em relação ao peso da matéria seca de raiz e da parte aérea (Tabela 4), verificou-se que, de maneira geral, os tratamentos com herbicidas foram superiores às testemunhas. Na área experimental, antes do preparo do solo para a instalação do ensaio, havia grande número de indivíduos de *Alternanthera ficoidea* (L.) R. Br

(apaga-fogo), *Sida* spp., *Cenchrus echinatus* L. e *Eleusine indica* (L.) Gaertn. Após a semeadura e aplicação dos herbicidas, observou-se que, nas parcelas tratadas com herbicidas a população de plantas daninhas era baixa. Entretanto, nas testemunhas, o apaga-fogo cobria toda a área da parcela competindo com a soja, reduzindo seu desenvolvimento. Aos 56 dias foi passado o cultivador no experimento e, todos os tratamentos ficaram até o final do ciclo com baixa população de plantas daninhas.

TABELA 4 - Efeito de herbicidas sobre o peso de matéria seca de raiz e da parte aérea de plantas de soja (g/planta), nos 2 anos de condução do experimento (1986/87), em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Peso da matéria seca			
	Raiz		Parte Aérea	
	Testemunhas	Herbicidas	Testemunhas	Herbicidas
Primeiro Ano				
28	0,37	0,46 ¹ **	2,16	2,25 ^{ns}
42	1,18	1,49 **	7,34	10,34 **
56	4,37	5,93 **	26,73	31,95 ^{ns}
70	4,43	5,33 ^{ns}	44,49	60,20 **
84	5,97	6,95 *	71,44	87,39 **
96	9,14	10,75 *	153,23	151,34 ^{ns}
Segundo Ano				
28	0,48	0,48 ^{ns}	2,78	2,63 ^{ns}
42	1,53	1,75 *	8,74	10,51 **
56	5,12	5,17 ^{ns}	34,71	41,59 ^{ns}
70	12,23	11,19 ^{ns}	53,68	85,79 **
84	9,86	16,67 **	85,18	160,81 **
105	17,48	23,39 **	294,86	278,86 ^{ns}

1. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade.

A modulação, em ambos os anos, e a atividade da nitrogenase no segundo ano foram, de modo geral, afetadas negativamente pela aplicação de herbicidas (Tabela 5). Bollich et al. (1985) estudaram o efeito de herbicidas na nodulação e na fixação simbiótica da soja, e verificaram que houve efeito ocasional nessas características. Já Kust & Struckmeyer (1971) notaram redução na nodulação da soja mesmo quando foram aplicadas doses baixas de trifluralin.

Dunigan et al. (1972) verificaram que os nódulos da raiz principal foram mais sensíveis aos herbicidas do que os das laterais. Em geral, os nódulos da raiz principal são maiores que os das laterais e podem fixar mais nitrogênio atmosférico. Em solo argiloso, como foi o caso deste experimento, Ciafardini & Barbieri (1987)

observaram menor mobilidade do *B. japonicum* e, portanto, maior nodulação na raiz principal, resultando em mais nódulos nas raízes primárias e na porção inicial das secundárias. Quando os nódulos são produzidos em menor número e ainda são afetados por herbicidas, eles fixam menos nitrogênio, podendo não satisfazer as necessidades nutricionais da planta.

b₂) Linuron versus Oryzalin

No primeiro ano, aos 28 e 70 DAS, o peso de raiz foi significativamente maior com a aplicação de oryzalin, e aos 42 dias com linuron (Tabela 6). No segundo ano, aos 42 DAS, o peso da matéria seca de raiz do tratamento com linuron foi maior do que a com oryzalin; ocorreu o contrário aos 56 DAS.

TABELA 5 - Efeito de herbicidas sobre o peso de matéria seca (mg/planta) e no número de nódulos (por planta) de plantas de soja, nos 2 anos de condução do experimento (1986/87), e na atividade da nitrogenase ($\mu\text{Mol C}_2\text{H}_4/\text{planta.hora}$) em 1987, em Ribeirão Preto, SP.

dias após a aplicação	Nódulos				Atividade da Nitrogenase	
	peso de matéria seca		número ¹		Testemunhas	Herbicidas
	Testemunhas	Herbicidas	Testemunhas	Herbicidas	Testemunhas	Herbicidas
Primeiro Ano						
28	53,8	60,9 ² *	38,0	43,3 ^{ns}	N.A. ³	N.A.
42	134,5	108,3 *	37,8	28,1 **	N.A.	N.A.
56	303,0	279,2 ^{ns}	41,6	28,8 **	N.A.	N.A.
70	260,9	223,5 *	31,2	26,1 ^{ns}	N.A.	N.A.
84	435,2	391,3 ^{ns}	39,3	36,3 ^{ns}	N.A.	N.A.
98	190,9	223,4 ^{ns}	14,5	18,0 ^{ns}	N.A.	N.A.
Segundo Ano						
28	6,3	5,5 ^{ns}	12,4	12,7 ^{ns}	30,95	21,23 **
42	77,1	68,6 ^{ns}	55,1	40,8 **	486,97	376,43 **
56	288,8	250,6 ^{ns}	83,9	78,2 **	98,65	96,66 ^{ns}
70	540,7	283,7 **	134,4	62,6 **	1450,67	634,40 **
84	737,5	429,3 *	117,0	78,5 **	29,60	32,11 ^{ns}
105	967,4	400,6 **	92,9	44,4 **	N.A.	N.A.

1. Para a análise de variância, os dados foram transformados para \sqrt{X} .

2. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade.

3. N.A. = não analisada

No primeiro ano, o peso da matéria seca da parte aérea de plantas de soja dos tratamentos com oryzalin foi superior a dos com linuron, aos 28 e 70 DAS, ocorrendo o inverso aos 84 e 98 dias (Tabela 6). No segundo ano, somente houve diferença estatística aos 42 e 105 dias e, em ambas as amostragens, linuron mostrou melhor resultado. Provavelmente, o efeito mais prejudicial do oryzalin no segundo ano deve-se ao seu período residual. Meneghel et al. (1980) mostraram que em áreas onde foi aplicado oryzalin, após a colheita da soja, ainda havia no solo de 7,3 a 9,3% de resíduo da dose aplicada. Como oryzalin foi aplicado na mesma área por dois anos consecutivos, seu efeito residual deve ter influenciado o crescimento da planta. Seta Filho & Machado Neto (1985) observaram que linuron

tem curta atividade biológica, possivelmente, devido a sua baixa solubilidade, e portanto deve ter menos efeito no crescimento da planta.

Quanto à nodulação verificou-se que, de modo geral, oryzalin foi mais prejudicial que linuron sendo este efeito mais aparente no segundo ano (Tabela 7). Quanto a atividade da nitrogenase, verificou-se que, esta foi maior nos tratamentos com linuron aos 42 e 56 DAS e, com oryzalin aos 70 e 84 DAS. Bollich et al. (1988) observaram que trifluralin e pendimethalin diminuíram a nodulação e a fixação simbiótica do nitrogênio, durante o crescimento vegetativo da soja em todas as doses aplicadas. Durante o estágio de crescimento/reprodução ocorreram diminuições ocasionais na nodulação devido a esses dois produtos.

TABELA 6 - Efeito de linuron versus oryzalin sobre o peso de matéria seca de raiz e da parte aérea de plantas de soja (g/planta). nos 2 anos de condução do experimento (1986/87), em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Peso da matéria seca			
	Raiz		Parte Aérea	
	Oryzalin	Linuron	Oryzalin	Linuron
Primeiro Ano				
28	0,49	0,44 ¹ **	2,41	2,10 **
42	1,33	1,65 **	9,84	10,85 ^{ns}
56	5,88	5,99 ^{ns}	32,93	30,98 ^{ns}
70	6,57	4,10 **	68,50	51,90 **
84	7,02	6,89 ^{ns}	83,96	90,82 **
96	10,26	11,24 ^{ns}	133,51	169,17 **
Segundo Ano				
28	0,46	0,51 ^{ns}	2,52	2,73 ^{ns}
42	1,54	1,97 **	9,54	11,48 **
56	5,63	4,71 **	44,30	38,87 ^{ns}
70	11,90	10,49 ^{ns}	88,46	83,11 ^{ns}
84	15,70	17,65 ^{ns}	161,19	160,43 ^{ns}
105	24,09	22,70 ^{ns}	262,20	297,53 **

1. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade.

c) Efeito de Doses

c₁) Efeito de Doses de Linuron

O efeito de doses de linuron quanto ao peso da matéria seca de raiz e da parte aérea de plantas de soja, foi mais pronunciado no primeiro que no segundo ano, sendo a dose de 2,00 kg/ha mais prejudicial. Aos 28, 84 e 98 DAS, no primeiro ano, o peso de raiz do tratamento com 1,00 kg/ha foi superior e aos 42 e 56 DAS com 2,00 kg/ha. No segundo ano, só houve efeito de doses de linuron aos 42 e 56 DAS, sendo que nas parcelas tratadas com 2,00 kg/ha, o peso de matéria seca da raiz foi maior (Tabela 8).

Em relação à parte aérea, no primeiro ano, nas amostragens de 28, 42, 84 e 98 DAS, a dose 2,00 kg/ha foi prejudicial. No segundo ano, aos 42 dias, foi observado maior massa da parte aérea com a dose de 2,00 kg/ha e, aos 70 dias com 1,00 kg/ha (Tabela 8). Novo et al. (1992) observaram

que em áreas onde foi aplicado linuron por 2 anos consecutivos, a perda da atividade residual foi mais rápida no segundo ano, o que explicaria a menor resposta no segundo ano de aplicação. Hill et al. (1955) concluíram que o desaparecimento do solo de herbicidas do grupo das uréias é devido, principalmente, à decomposição microbiana, e citaram vários microrganismos capazes de usar linuron como fonte de nitrogênio. Kaufmann et al. (1985) e Fryer & Kirkland (1970) relataram que devido a repetidas aplicações de agrotóxico no mesmo local, a persistência e a eficiência do produto diminuíram devido à ausência ou redução da lag-fase no processo de degradação.

No primeiro ano, o peso dos nódulos foi incrementado pela dose 1,00 kg/ha de linuron aos 28 e 42 dias e, por 2,00 kg/ha, aos 56 e 70 dias (Tabela 9). No segundo ano, os dados foram contraditórios (Tabela 9). A dificuldade na interpretação dos dados é explicada por Siqueira & Franco (1988) que relataram que a alteração de

TABELA 7 - Efeito de linuron versus oryzalin sobre o peso de matéria seca (mg/planta) e número de nódulos (por planta) de plantas de soja, nos 2 anos de condução do experimento (1986/87) e na atividade da nitrogenase ($\mu\text{Mol C}_2\text{H}_4/\text{planta.hora}$) em 1987, em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Nódulos				Atividade da Nitrogenase	
	peso de matéria seca		número ¹		Linuron	Oryzalin
	Linuron	Oryzalin	Linuron	Oryzalin		
Primeiro Ano						
28	60,0	61,8 ² *	45,8	40,8 ^{ns}	N.A. ³	N.A.
42	114,1	102,6 *	31,9	24,3 **	N.A.	N.A.
56	282,8	275,5 ^{ns}	30,8	26,8 ^{ns}	N.A.	N.A.
70	242,2	204,7 *	32,9	19,4 **	N.A.	N.A.
84	394,7	287,9 ^{ns}	44,6	28,1 **	N.A.	N.A.
98	221,8	225,0 ^{ns}	17,5	18,6 ^{ns}	N.A.	N.A.
Segundo Ano						
28	5,9	5,1 ^{ns}	11,7	13,8 ^{ns}	22,74	19,71 ^{ns}
42	81,0	56,2 **	50,0	31,6 **	514,54	238,32 **
56	197,7	203,5 **	111,4	45,0 **	134,58	58,73 **
70	278,6	288,8 ^{ns}	76,3	49,0 **	743,39	525,40 **
84	620,7	238,0 *	110,8	46,2 **	26,28	37,94 *
105	448,3	352,9 *	56,8	32,0 **	N.A.	N.A.

1. Para a análise de variância, os dados foram transformados para \sqrt{X} .

2. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade.

3. N.A = não analisada

qualquer característica química, física e biológica do solo implica em alterações nas demais. Essas alterações limitam as previsões do comportamento dos microrganismos específicos sejam eles nativos ou introduzidos.

Com referência ao número de nódulos, não houve diferença significativa entre doses de linuron no primeiro ano (Tabela 9). No segundo ano, verificou-se que aos 28, 56 e 105 DAS, houve efeito prejudicial da dose maior de linuron; ocorrendo o oposto aos 42 dias. A atividade da nitrogenase, exceto aos 42 dias, foi reduzida pela dose maior de linuron (Tabela 9).

Dunigan et al. (1972) observaram que aplicações de doses recomendadas de linuron foi

prejudicial à nodulação sem afetar o crescimento da planta. Alaa-Eldin et al. (1981), estudando o efeito de doses de diversos herbicidas na nodulação e na fixação simbiótica do N, observaram que, linuron inibiu a formação de nódulos mas que este efeito era função da concentração do produto e do estágio do desenvolvimento da planta. Fletcher & Alcorn (1958) testaram diversos herbicidas, inclusive o linuron, e muitos tiveram efeito inibitório em diferentes espécies de rizóbio. Entretanto, as concentrações testadas eram, frequentemente, muito superiores às recomendadas. Já Aguilera Mejía (1986) verificou que linuron pouco afetava a viabilidade do rizóbio.

TABELA 8 - Efeito de doses do herbicida linuron sobre o peso de matéria seca de raiz e da parte aérea de plantas de soja (g/planta), nos 2 anos de condução do experimento (1986/87), em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Peso da matéria seca			
	Raiz		Parte Aérea	
	Linuron (kg i.a./ha)		Linuron (kg i.a./ha)	
	1,00	2,00	1,00	2,00
Primeiro Ano				
28	0,50	0,37 ¹ **	2,37	1,83 **
42	1,54	1,75 *	11,91	9,78 *
56	5,39	6,58 **	27,12	34,83 ^{ns}
70	3,77	4,43 ^{ns}	53,77	50,03 ^{ns}
84	8,30	5,48 **	102,96	78,67 **
96	13,54	8,93 **	196,03	142,31 **
Segundo Ano				
28	0,46	0,55 ^{ns}	2,55	2,91 ^{ns}
42	1,76	2,18 *	10,62	12,33 *
56	4,25	5,17 *	38,90	38,84 ^{ns}
70	11,22	9,75 ^{ns}	94,90	71,32 **
84	16,95	18,34 ^{ns}	166,34	154,51 ^{ns}
105	22,80	22,59 ^{ns}	304,01	291,04 ^{ns}

1. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade. i.a. = ingrediente ativo.

c) Efeito de Doses de Oryzalin

As massas da matéria seca de raiz e da parte aérea tiveram, nas amostragens onde houve diferença significativa, seu crescimento estimulado pela dose maior de oryzalin (Tabela 10).

Quanto à massa nodular, foi observado que, houve mais efeito de doses de oryzalin no primeiro ano que no segundo. No primeiro ano, aos 28 e 56 DAS, a massa nodular foi maior quando se aplicou 1,875 kg/ha e, a partir desta amostragem com a dose de 3,75 kg/ha. No segundo ano, só houve diferença entre doses de oryzalin aos 42 e 84 DAS, sendo que na primeira amostragem houve maior massa com a aplicação de 3,75 kg/ha e, na segunda com 1,875 kg/ha (Tabela 11).

Quanto ao número de nódulos, no primeiro ano, não foi observado diferença significativa entre doses de oryzalin até os 84 dias. Aos 98 dias verificou-se que com a dose de 1,875 kg/ha havia maior número de nódulos, entretanto, essa diferença deve ser considerada com restrição pois, no final do ciclo a grande maioria dos nódulos já estava senescendo (Tabela 11). No segundo ano, somente houve diferença aos 56, 70 e 105 DAS, sendo que, em todas estas amostragens houve maior nodulação com a aplicação de 1,875 kg/ha (Tabela 11).

Embora tenha havido resposta diferenciada da nodulação às doses nas amostragens, a fixação simbiótica do nitrogênio mostrou que até os 70 dias, exceto aos 42 dias, a atividade da nitrogenase foi menor com a dose maior de oryzalin (Tabela 11).

TABELA 9 - Efeito de doses do herbicida linuron sobre o peso de matéria seca (mg/planta) e número de nódulos (por planta) de plantas de soja nos 2 anos de condução do experimento (1986/87) e na atividade da nitrogenase ($\mu\text{Mol C}_2\text{H}_4/\text{planta.hora}$) em 1987, em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Nódulos				Atividade da Nitrogenase	
	peso de matéria seca		número ¹		Linuron (kg i.a./ha)	
	Linuron (kg i.a./ha)	Linuron (kg i.a./ha)	Linuron (kg i.a./ha)	Linuron (kg i.a./ha)		
1,00	2,00	1,00.	2,00	1,00	2,00	
Primeiro Ano						
28	67,0	52,9 ² *	42,9	48,7 ^{ns}	N.A. ³	N.A.
42	140,2	87,9 *	32,5	31,2 ^{ns}	N.A.	N.A.
56	257,8	307,8 *	29,5	32,0 ^{ns}	N.A.	N.A.
70	219,4	265,0 *	34,8	30,9 ^{ns}	N.A.	N.A.
84	422,6	366,8 ^{ns}	39,6	49,5 ^{ns}	N.A.	N.A.
98	214,1	229,5 ^{ns}	16,8	18,2 ^{ns}	N.A.	N.A.
Segundo Ano						
28	6,7	5,1 ^{ns}	15,3	8,0 **	33,19	12,29 **
42	69,8	92,2 **	42,8	57,2 **	330,23	698,84 **
56	356,5	238,9 *	119,5	103,2 **	194,14	75,02 **
70	238,4	318,7 *	73,2	79,4 ^{ns}	924,55	562,23 **
84	667,2	574,2 ^{ns}	112,9	108,6 ^{ns}	21,49	31,06 ^{ns}
105	595,5	301,0 **	70,4	43,1 **	N.A.	N.A.

1. Para a análise de variância, os dados foram transformados para \sqrt{X} .

2. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade.

3. N.A. = não analisada, i.a. = ingrediente ativo.

d) Efeito na Produtividade de Grãos

Os dados de rendimento de grãos nos diferentes contrastes estudados estão apresentados na Tabela 12. Embora tenha havido efeitos de herbicidas, doses e de tratamento de inoculação sobre o crescimento da planta, nodulação e fixação simbiótica do nitrogênio, nos 2 anos de condução do experimento, não foi observado efeito no rendimento de grãos para quaisquer dos contrastes estudados. Resultados semelhantes foram obtidos por Kolling *et al.* (1984) em áreas onde a inoculação havia sido realizada a nove anos atrás, e por Bollich *et al.* (1984 e 1988) quando testaram trifluralin, linuron e pendimethalin.

Conclui-se que:

1. De modo geral, não houve efeito benéfico da inoculação das sementes no crescimento e na nodulação de plantas de soja. Somente a atividade da nitrogenase foi beneficiada pela inoculação.
2. Houve maior efeito na aplicação dos herbicidas no primeiro ano. O crescimento da planta foi favorecido pela aplicação de herbicidas: a atividade da nitrogenase reduzida, sendo as doses maiores mais prejudiciais. Oryzalin prejudicou mais a atividade da nitrogenase que linuron.
3. Não houve efeito de inoculação, de herbicidas e de doses no rendimento de grãos.

TABELA 10 - Efeito de doses do herbicida oryzalin sobre o peso de matéria seca de raiz e da parte aérea de plantas de soja (g/planta), nos 2 anos de condução do experimento (1986/87), em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Peso da matéria seca			
	Raiz		Parte Aérea	
	Oryzalin (kg i.a./ha)		Oryzalin (kg i.a./ha)	
	1,875	3,75	1,875	3,75
Primeiro Ano				
28	0,47	0,50 ^{ns}	1,98	2,83 **
42	1,26	1,39 ^{ns}	10,69	8,98 ^{ns}
56	5,26	6,49 **	34,11	31,74 ^{ns}
70	6,35	6,78 ^{ns}	61,17	75,82 *
84	5,16	8,87 **	64,98	102,93 **
96	9,41	11,10 ^{ns}	106,01	161,01 **
Segundo Ano				
28	0,48	0,44 ^{ns}	2,70	2,34 ^{ns}
42	1,40	1,67 ^{ns}	9,05	10,02 ^{ns}
56	5,32	5,94 ^{ns}	42,15	46,45 ^{ns}
70	11,05	12,74 ^{ns}	78,99	97,93 **
84	13,48	17,91 *	156,39	165,99 ^{ns}
105	20,13	28,05 **	198,90	325,49 **

1. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade. i.a. = ingrediente ativo.

TABELA 11 - Efeito de doses do herbicida oryzalin sobre o peso de matéria seca (mg/planta) e número de nódulos de plantas de soja (por planta) nos 2 anos de condução do experimento (1986/87) e na atividade da nitrogenase ($\mu\text{Mol C}_2\text{H}_4/\text{planta.hora}$) em 1987, em Ribeirão Preto/SP.

dias após a aplicação	Nódulos				Atividade da Nitrogenase	
	peso de matéria seca		número ¹		Oryzalin (kg i.a./ha)	
	Oryzalin (kg i.a./ha)		Oryzalin (kg i.a./ha)			
	1,875	3,75	1,875	3,75	1,875	3,75
Primeiro Ano						
28	87,6	36,0 ^{2**}	51,3	30,2 ^{ns}	N.A. ³	N.A.
42	112,4	92,7 ^{ns}	25,9	22,7 ^{ns}	N.A.	N.A.
56	313,5	237,5 **	27,1	26,5 ^{ns}	N.A.	N.A.
70	167,2	242,2 **	18,6	20,1 ^{ns}	N.A.	N.A.
84	314,8	460,9 *	26,4	29,8 ^{ns}	N.A.	N.A.
98	175,9	274,0 *	21,0	16,1 *	N.A.	N.A.
Segundo Ano						
28	5,6	4,6 ^{ns}	13,6	13,9 ^{ns}	24,91	14,51 **
42	48,0	64,4 *	32,5	30,7 ^{ns}	231,80	244,83 *
56	211,3	195,7 ^{ns}	48,7	41,3 *	60,74	56,72 **
70	281,0	296,6 ^{ns}	63,8	34,1 **	769,88	280,92 **
84	380,7	95,2 *	43,7	48,6 ^{ns}	36,88	38,99 ^{ns}
105	424,6	281,2 ^{ns}	35,6	28,4 **	N.A.	N.A.

1. Para a análise de variância, os dados foram transformados para \sqrt{X} . 2. Significância dos contrastes ortogonais: ns = não significativo, * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% de probabilidade. 3. N.A. = não analisada. i.a. = ingrediente ativo.

TABELA 12 - Produtividade de grãos de soja (kg/ha), nos diferentes contrastes estudados, nos 2 anos de condução do experimento (1986/87), em Ribeirão Preto/SP.

Contrastes	1986	1987
Testemunha não Inoculada	3740	3708
Testemunha Inoculada	3456	3896
Testemunhas	3598	3802
Herbicidas	3553	3937
Linuron	3702	3735
Oryzalin	3573	4238
Linuron 1,00 kg/ha	3400	3994
Linuron 2,00 kg/ha	3535	3781
Oryzalin 1,875 kg/ha	3638	3987
Oryzalin 3,75 kg/ha	3468	3888
Coefficiente de Variação (%)	6,88	10,07

LITERATURA CITADA

- AGUILLERA MEJÍA, R.G. Efecto en la nodulación y sobrevivencia de *Rhizobium japonicum* causado por diferentes insectidas, herbicidas y fungicidas recomendados para leguminosas. *Tikalía*, v.1, n.1, p.83-98, 1986.
- ALAA-ELDIN, M.N., MAHMOUD, S.A.Z., MAKAWI, A., ABDEL-NASSER, M., HERZALLAH, N.A. Effect of pre-emergence application of some herbicides on nodulation, nitrogen fixation and growth of soybean. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.16, n.6, p.833-839, 1981.
- ARRARAS, E.A., BOIARDI, J.L., TAU, J.L., PASTRANA, C. Amplio de espectro de nodulación de 2 cepas selectas de *Rhizobium japonicum* en 16 variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 12, Campinas, 1984. *Anais*. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. p.141-151.
- AYANABA, A., LAWSON, T.L. Diurnal changes in acetylene reduction in field-grown cowpeas and soybeans. *Soil Biol. Biochem.*, v.9, n.2, p.125-129, 1977.
- BATAGLIA, O.C., MASCARENHAS, H.A.A. Nutrição mineral da soja. In: *A soja no Brasil Central*. 1982. Campinas: Fundação Cargill. p.115-133.
- BOLLICH, P.K., DUNIGAN, E.P., HARGER, T.R., KITCHEN, L.M. **Effects of herbicides on nodulation, nitrogen fixation, and seed yields of soybeans in Louisiana**. Baton Rouge: Louisiana Agricultural Experiment Station. 1984. 15p. (Bulletin, 762).
- BOLLICH, P.K., DUNIGAN, E.P., JADI, W.M. Effects of seven herbicides on N₂ (C₂H₂) fixation by soybeans. *Weed Sci.*, v.33, n.4, p.427-430, 1985.
- BOLLICH, P.K., DUNIGAN, E.P., KITCHEN, L.M., TAYLOR, V. The influence of trifluralin and pendimethalin on nodulation, N₂ (C₂H₂) fixation, and seed

- grown soybeans (*Glycine max*). *Weed Sci.*, v.36, n.1, p.15-19, 1988.
- BOONKERD, N., WEBER, D.F., BEZDICEK, D.F. Influence of *Rhizobium japonicum* strains and inoculation methods on soybeans grown in Rhizobia-populated soil. **Agron. J.**
- BOUNIOLS, A., CABELGUENNE, M., JONES, C.A., CHALAMET, A., CHARPENTEAU, J.L., MARTY, J.R. Simulation of soybean nitrogen nutrition for a silty clay soil in southern France. **Field Crops Res.**, v.26, n.1, p.19-34, 1991.
- CIAFARDINI, G., BARBIERI, C. Effects of cover inoculation of soybean on nodulation, nitrogen fixation and yield. **Agron. J.**, v.79, n.4, p.645-648, 1987.
- DE POLL, H., FRANCO, A.A., DOBEREINER, J. Inoculação de leguminosas. **Cerrado**, v.5, n.22, p.19-21, 1973.
- DOBEREINER, J. Fixação biológica do nitrogênio. In: SIMPÓSIO SOBRE ENERGIA NA AGRICULTURA: tecnologias poupadoras de insumos. 1984. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 1984. **Anais**. p.155-173.
- DUNIGAN, E.P., FREY, J.P., ALLEN JR, L.D., MCMAHON, A. Herbicidal effects on the nodulation of *Glycine max* (L.) Merrill. **Agron. J.**, v.64, n.6, p.806-808, 1972.
- FRYER, J.D., KIRKLAND, K. Field experiments to investigate long-term effects of repeated applications of MCPA, triallate, simazine and linuron: Report after 6 years. **Weed Res.**, v.10, n.2, p.133-
- the nodulation of legumes. In: HALLSWORTH, E. G. ed. **Nutrition of legumes**. 1958. New York: Academic Press. p.284-288.
- ISWARAN, V., SARMA, K.S.B., COMHAIRE, M. Soil fertility, legumes and *Rhizobium* efficiency. First part: introduction, effect of organic matter and soil reaction. **Agri. Digest**, n.19, p.3-19, 1970.
- HILL, G.D., MCGAHEN, J.W., BAKER, H.M., FINNERTY, D.W., BINGEMAN, C.W. The fate of substituted urea herbicides in agricultural soils. **Agron. J.**, v.47, n.2, p.93-103, 1955.
- JOHNSON, H.W., MEANS, U.M. Interactions between genotypes of soybeans and genotypes of nodulating bacteria. **Agron. J.**, v.52, n.10, p.651-654, 1960.
- KAUFMANN, D.D., HORNG, L.C., AHARONSON, N. Loss of efficacy of pesticides due to rapid biodegradation by soil microorganisms. In: ANNUAL CORN & SORGHUM INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 40., Chicago, 1985. Proceedings. Washington, DC, American Seed Trade Association, 1985. **Anais**. p.175-191. (Publication, 40).
- KOLLING, J., FREIRE, J.R.J., PEREIRA, J.S., KOLLING, I.G. Resposta da soja à inoculação com níveis de inóculo e ocorrência de serogrupos de *Rhizobium japonicum* em solo com população estabelecida. In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 12, Campinas, 1984. **Anais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. p.358-363.
- KUST, C.A., STRUCKMEYER, B.E. Effects of trifluralin on growth, nodulation and anatomy of soybeans. **Weed Sci.**, v.19, n.2, p.147-152, 1971.
- FLETCHER, W.W., ALCORN, J.W.S. The effect of translocated herbicides on rhizobia and

- LOPES, E.S. Microrganismos na agricultura. In: FORUM DE DEBATES SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROPECUÁRIA, 1, São Paulo. 1990. **Anais**. São Paulo: Federação das Associações de Engenheiros Agrônomo do Brasil, 1991. p.124-126.
- MASCARENHAS, H.A.A. Soja. In: RAID, F. van; SILVA, N.M., BATAGLIA, O.C., QUAGGIO, J.A., HIROCE, R., CANTARELLA, H., BELLINAZI JÚNIOR, R., DECHEN, A.R., TRANI, P.E. ed. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico. 1985. p.20. (Boletim técnico, 100).
- MASCARENHAS, H.A.A., HIROCE, R., BRAGA, N.R., MIRANDA, M.A.C., BULISANI, E.A., POMMER, C.V., SAWAZAKI, E., GALLO, P.B., PEREIRA, J.C.V.N.A. **Efeito do N residual de soja na produção de milho**. 2 ed. rev. atual. 1983. Campinas: Instituto Agronômico. 24p. (Boletim técnico, 58).
- MENDES, I.C., PERES, J.R.R., VARGAS, M.A.T., SUHET, A.R. Efeitos de herbicidas na ocorrência de estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* em nódulos de soja cultivados em solos de cerrado. Brasília: EMBRAPA. 1990. 4p. (Pesquisa em andamento, 41).
- MENEGHEL, D., HING, M.W., CAMPOS, R.B., MACHADO, P.R., ROCHA, C.L. Orizalina - Culturas sequenciais à soja e resíduos em solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 13, Ilhéus/Itabuna. **Resumos**. Ilhéus/Itabuna: Centro de Pesquisas do Cacau. 1980. p.100.
- NOVO, M.C.S.S., CRUZ, L.S.P., LOPES, E.S., NAGAI, V., AMBRÓSIO, L.A., PEREIRA, J.C.V.N.A., LOMBARDI, M.L.C.O. Persistência de linuron e orizalina em latossolo roxo sob cultivo de soja. **Bragantia**, v.51, n.2, p.177-184, 1992.
- PATTERSON, T.G., LARUE, T.A. Nitrogen fixation by soybeans: seasonal and cultivar effects, and comparison of estimates. **Crop Sci.**, v.23, n.3, p.488-492, 1983.
- PERES, J.R., SUHET, A.R. Relações de especificidade na fixação de N₂. In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA SOBRE *RHIZOBIUM*, 12, Campinas, 1984. **Anais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1986. p.445-460.
- SENA FILHO, A., MACHADO NETO, J.G. Atividade biológica de metribuzin e linuron em 2 unidades de um latossolo vermelho originalmente sob vegetação de cerrado. **Pesqu. Agropecu. Bras.**, v.20, n.5, p.545-550, 1985.
- SIQUEIRA, J.O., FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC. Ministério da Educação, ABEAS; Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. 235p.
- TSUNECHIRO, A., BESSA JÚNIOR, A.A., GHILARDI, A.A., FERREIRA, C.R.R.T.F., SILVA, C.R.L., OKAWA, H., KIYUNA, I., SILVA, J.R., MIRANDA, L.C., OTANI, M.N., CARVALHO, M.A., ROCHA, M.B., BARBOSA, M.Z., OLIVEIRA, M.D.M., MARTIN, N.B., FREITAS, S.M., ARRUDA, S.T., MARTINS, S.S. Prognóstico agrícola 1995/96: algodão, amendoim, arroz, feijão, mandioca, milho, soja. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.25, n.9, p.19-23, 1995.
- VARGAS, M.A.T., PERES, J.R.R., SUHET, A.R. Adubação nitrogenada, inoculação e épocas de calagem para a soja em um solo sob

cerrado. **Pesqu. Agropecu. Bras.**, v.17, n.8, p.1127-1132, 1982.

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

VERNETTI, F.J. **Inoculação da soja**. Pelotas: Ministério da Agricultura/Instituto de Pesquisas Agropecuarias do Sul. 1971. 31p. (Boletim técnico, 75).

VIDOR, C., KOLLING, J., FREIRE, J.R.J., SCHOLLES, D., BROSE, E., PEDROSO, M.H.T. **Fixação biológica do nitrogênio pela simbiose entre *Rhizobium* e leguminosas**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Agronômicas. 1983. 52p. (Boletim técnico, 11)

WILSON, D.O. Nitrogen fixation by soybeans as influenced by inoculum placement: greenhouse studies. **Agro. J.**, v.67, n.1, p.76-78, 1975.
