

## VII. MICROBIOLOGIA DO SOLO

### EFEITO DE DIFERENTES HERBICIDAS NA NODULAÇÃO E NA ATIVIDADE DA NITROGENASE NO AMENDOIM<sup>(1)</sup>

MARIA DO CARMO DE SALVO SOARES NOVO<sup>(2)</sup>;  
LUCIANO SOUZA PAES CRUZ<sup>(2)</sup>; ANTONIO LÚCIO MELLO MARTINS<sup>(4)</sup>;  
VIOLETA NAGAI<sup>(2)</sup>; MARIA LUIZA COLOGNESI DE OLIVEIRA LOMBARDI<sup>(2)</sup>;  
ELI SIDNEY LOPES<sup>(2,5)</sup> • LUIZ ALBERTO AMBRÓSIO<sup>(2)</sup>

#### RESUMO

Em ensaio de herbicidas na cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), realizado em Ribeirão Preto, SP, em 1984/85, sem o uso de inoculante, não foram encontrados nódulos nos diferentes tratamentos. Como é comum sua presença em amendoim nessa região, suspeitou-se que os herbicidas utilizados pudessem ter efeito inibitório na nodulação. Avaliou-se, então, o efeito de alachlor, linuron, oxadiazon, pendimetalin e trifluralin aplicados na dose recomendada, na nodulação e na atividade da nitrogenase, durante dois anos consecutivos, usando-se sementes inoculadas e não inoculadas. Foram feitas amostragens aos 28, 42, 63, 84 e 105 dias após a semeadura, observando-se nodulação abundante, em todos os tratamentos, e reduções ocasionais na nodulação e na fixação do nitrogênio, porém não consistentes nas diversas amostragens. A atividade da população nativa de *Rhizobium* em geral permaneceu num nível maior do que nos tratamentos com inoculação. Embora alguns herbicidas tenham afetado a nodulação e a fixação do nitrogênio, não houve influência na produção de grãos.

**Termos de Indexação:** amendoim, nodulação, atividade da nitrogenase, herbicidas.

#### ABSTRACTS

##### EFFECT OF HERBICIDES ON NODULATION AND NITROGENASE ACTIVITY IN PEANUTS

No nodules were found in a peanut herbicide trial held at Ribeirão Preto, State of São Paulo, Brazil, during the growing season 1984/85. Since spontaneous nodulation is common in this region, a hypothesis was raised that herbicides could

---

<sup>(1)</sup> Trabalho apresentado no 1º Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Londrina, PR, 1987. Com apoio financeiro da EMBRAPA e da FAPESP. Recebido para publicação em 13 de setembro de 1990 e aceito em 31 de janeiro de 1991.

<sup>(2)</sup> Seção de Microbiologia do Solo, Instituto Agrônomo, (IAC), Caixa Postal 28, 13001 Campinas, SP.

<sup>(3)</sup> Seção de Fisiologia, IAC.

<sup>(4)</sup> Estação Experimental de Pindorama, IAC.

<sup>(5)</sup> Seção de Técnica Experimental e Cálculo, IAC.

<sup>(6)</sup> Com bolsa de pesquisa do CNPq.

have an inhibitory effect on nodulation. To test the effect of herbicides on nodulation and nitrogenase activity an experiment was carried out on two consecutive years, using a factorial design with two factors: a) five herbicides (alachlor, linuron, oxadiazon, pendimethalin and trifluralin) applied in usual dosages and a control without herbicide and b) with and without *Bradyrhizobium* inoculation. Samples were collected at 28, 42, 63, 84 and 105 days after planting. The results showed that nodulation was abundant in all treatments. Nitrogenase activity in the non inoculated treatments persisted for a longer period than in the inoculated ones. Although some herbicides reduced nodulation and nitrogen fixation, peanut grain production was not affected.

**Index terms:** peanuts, nodulation, nitrogenase activity, herbicides.

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização de herbicidas no controle de plantas daninhas pode ficar comprometida se houver efeitos prejudiciais em processos microbiológicos, como a alteração em atividades de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, com conseqüente prejuízo na formação de nódulos ou na fixação de nitrogênio. Acredita-se que, dependendo da dose, os herbicidas possam ter efeito inibitório ou mesmo esterilizante sobre a flora e fauna do solo. Na literatura, há exemplos de herbicidas afetando a nodulação e a fixação do nitrogênio em algumas leguminosas (KAPUSTA & ROUWENHORST, 1973; LORENZI & ARAÚJO, 1974; DEUBER et al., 1981 e BOLLIICH et al., 1984).

Num ensaio com herbicidas, realizado com amendoim em Ribeirão Preto, SP, no florescimento não se encontraram nódulos em nenhum dos tratamentos (CRUZ<sup>1</sup>). Como na região de Ribeirão Preto ocorre nodulação natural devido à população autóctone infectiva de rizóbios (GIARDINI et al., 1982), suspeitou-se que os herbicidas empregados pudessem estar inibindo diretamente aquelas bactérias ou afetando o processo de nodulação.

No mesmo local e no ano seguinte a essas observações, foi realizado um ensaio, por dois anos consecutivos, com o objetivo de estudar a compatibilidade entre inoculação e aplicação de herbicidas na formação de nódulos, na atividade da nitrogenase e na produção de grãos de amendoim.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo, nos anos agrícolas 1985/86 e 1986/87, na Estação Experimental de Ribeirão Preto (SP), do IAC, em latossolo roxo, de textura argilosa, com a cultura de amendoim *Arachis hypogaea* L. 'Tatu'.

(<sup>1</sup>) L.S.P. CRUZ. Informação pessoal, 1983.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, tendo quatro repetições no primeiro ano e cinco no segundo. Nas parcelas, estudaram-se os herbicidas pendimethalin a 1,25kg/ha e trifluralin a 1,068kg/ha, aplicados em pré-plantio e incorporados; alachlor a 2,88kg/ha; linuron a 1,0kg/ha e oxadiazon a 0,875kg/ha, aplicados em pré-emergência, e mais um tratamento testemunha. Nas subparcelas, estudaram-se os tratamentos com e sem inoculação.

A aplicação dos herbicidas foi feita com pulverizador costal manual, com agitador de calda, dotada de barra com dois bicos de jato plano da série 110.02, com consumo de calda correspondente a 500l/ha. Os herbicidas aplicados em pré-plantio foram incorporados com grade dupla de disco até a profundidade de 0,10m, na véspera da sementeira.

As parcelas tinham oito linhas de 10m espaçadas de 0,60m, com duas subparcelas de 5m, separadas também por 5m de linhas de plantas não inoculadas, para minimizar possíveis contaminações de bactérias entre os tratamentos inoculados e os sem inoculação. Entre as parcelas, foi deixado um espaço com 3m sem plantio. Das oito linhas de cada parcela, mantiveram-se as três centrais para a produção, sendo as demais sorteadas, em cada subparcela, para amostragens de plantas nas cinco épocas.

Efetou-se o plantio em 5.11.85 no primeiro ano e em 3.11.86 no segundo e a inoculação das sementes pouco antes, na base de 5g do inoculante/quilograma de sementes. O inoculante foi preparado com turfa esterilizada por irradiação gama e com uma mistura em partes iguais de caldo (cerca de  $10^8$  bactérias/mililitro) das estirpes SMS-319, SMS-400 e SMS-519 da coleção de estirpes do Instituto Agrônomo (LOPES et al., 1987). No primeiro ano, empregou-se um inoculante contendo  $1,1 \times 10^8$  células; no segundo, um inoculante recém-preparado, mas sem fazer contagem dos rizóbios.

Efetuaram-se amostragens de plantas aos 23, 42, 63, 84 e 105 dias após a sementeira (DAS), retirando-se seis plantas de cada subparcela, sendo três destinadas à determinação da atividade da nitrogenase e três à avaliação da nodulação. Após a amostragem dos 28 dias, eliminaram-se as plantas daninhas com cultivador.

Nas amostragens, avaliaram-se a massa de matéria seca de raiz, da parte aérea e de nódulo, o número de nódulos e a atividade da nitrogenase dos nódulos das raízes de três plantas. A atividade da nitrogenase foi avaliada pela técnica da redução do acetileno e etileno (HARDY et al., 1968) expressa em  $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{grama de nódulo seco.hora}$ . Na colheita, determinou-se a produção de grãos.

O efeito da inoculação foi verificado pelo teste F e as médias de herbicidas, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois anos do ensaio, as condições climáticas foram satisfatórias para a cultura, sendo a média de produtividade de grãos para o ensaio no primeiro ano de 2.682kg/ha e no segundo, de 2.577kg/ha.

#### 3.1. Influência da inoculação

**a) Nodulação** - Em ambos os ensaios, verificou-se nodulação natural abundante nos tratamentos não inoculados. Nodulação natural em amendoim foi observada na região dos ensaios (GIARDINI et al., 1982) e em outros locais (LOPES et al., 1972, 1976; NAMBIAR & DART, 1980).

No primeiro ano, não se notaram efeitos significativos de inoculação sobre o número e massa dos nódulos; por isso, os dados foram agrupados. As figuras 1 e 2 apresentam, respectivamente, as médias de número e da massa seca de nódulos, em cada época de amostragem: pode-se verificar que o número e a massa nodular aumentaram até aos 84 dias após a sementeira, diminuindo a partir dessa data. A função quadrática mostrou um bom ajuste aos dados de época com coeficiente de determinação superior a 93%. A massa seca dos nódulos, em 1986/87, aumentou nas amostragens feitas aos 63 e aos 84 dias, uma vez que o peso médio de um nódulo foi 56 e 75% maior que na amostra obtida aos 28 dias respectivamente.

No segundo ano do experimento, observaram-se diferenças significativas entre as médias dos números de nódulos somente na 2ª e 4ª épocas de amostragem dos tratamentos sem e com inoculação (Quadro 1). Aos 42 dias, o oxadiazon com inoculação foi inferior ao não inoculado, ocorrendo o inverso com pendimethalin. Aos 84 dias, os tratamentos inoculados testemunha, linuron e trifuralin apresentaram médias superiores às dos não inoculados.

**b) Fixação do nitrogênio** - A influência da inoculação e dos herbicidas na fixação do nitrogênio foi avaliada pela estimativa da atividade da nitrogenase.

A análise dos dados da atividade de nitrogenase por grama de nódulo seco para o primeiro ano revelou que não houve diferenças significativas devidas à inoculação, nem interações herbicidas x inoculação. Como na nodulação, na figura 3, os resultados são apresentados por época de amostragem.

No segundo ano - Quadro 2 - houve efeito significativo da inoculação apenas nas amostragens efetuadas aos 42 e aos 105 DAS. Aos 42 dias, a atividade da nitrogenase nos tratamentos com nódulos formados apenas pela população autóctone foi significativamente maior que a dos tratamentos inoculados, na testemunha e no tratamento com linuron. Aos 105 dias, embora na testemunha tenha havido efeito significativo da inoculação, a fixação foi muito baixa.

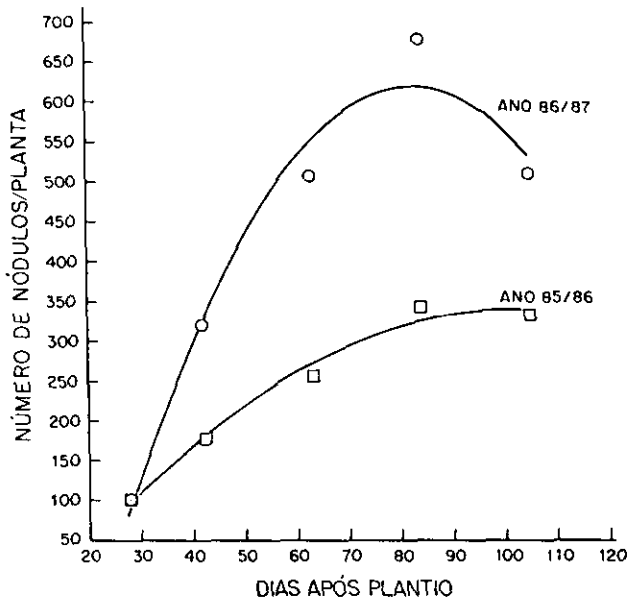


FIGURA 1. Número de nódulos em amendoim nas diferentes épocas de amostragem. Os dados são médias de quatro repetições e de seis tratamentos para 1985/86 e de cinco repetições e seis tratamentos para 1986/87

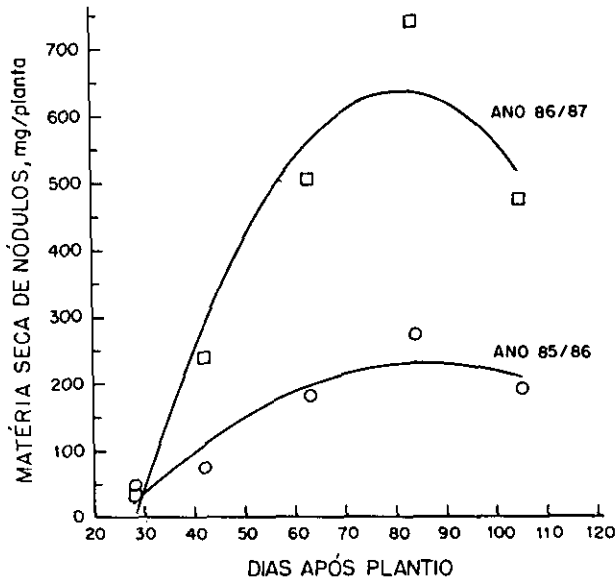


FIGURA 2. Matéria seca de nódulos em amendoim nas diferentes épocas de amostragem. Os dados são médias de quatro repetições e de seis tratamentos para 1985/86 e de cinco repetições e seis tratamentos para 1986/87.

QUADRO 1. Efeito de herbicidas no número de nódulos de plantas de cinco amendoim, em Ribeirão Preto, SP. Os dados são médias de repetições, para 1986/87, em diversas épocas de amostragem

	Sem inoculação	Com inoculação	Média		
<b>28 DAS (1)</b>					
Testemunha .....	95,2a	113,0a	104,1a		
Alachlor .....	47,2a	79,4a	78,3ab		
Linuron .....	88,4a	129,6a	109,0a		
Oxadiazon .....	96,2a	112,8a	104,5a		
Pendimethalin .....	93,4a	113,4a	103,4a		
Trifluralin .....	81,8a	120,4a	101,1a		
<b>42 DAS</b>					
Testemunha .....	317,80ab	271,4b	294,6a		
Alachlor .....	242,4b	324,4ab	283,4ab		
Linuron .....	297,6ab	386,6a	342,1a		
Oxadiazon .....	388,6aA	285,2bB	336,9a		
Pendimethalin .....	277,2bB	415,6aA	346,4a		
Trifluralin .....	-	-	-		
<b>63 DAS</b>					
Testemunha .....	421,4b	692,0a	556,8		
Alachlor .....	562,4ab	575,2ab	568,8		
Linuron .....	655,2a	499,2b	577,2		
Oxadiazon .....	484,6ab	552,6ab	518,6		
Pendimethalin .....	383,5b	460,6b	422,2		
Trifluralin .....	427,8b	418,0b	422,9		
<b>84 DAS</b>					
Testemunha .....	290,8cB	730,6bA	510,7cd		
Alachlor .....	434,4bc	607,0b	520,7c		
Linuron .....	593,2bB	826,4aA	709,8ab		
Oxadiazon .....	811,0a	1.016,0a	913,5a		
Pendimethalin .....	772,0a	799,8a	785,9ab		
Trifluralin .....	511,0bB	774,2aA	642,6bc		
<b>105 DAS</b>					
Testemunha .....	469,6a	607,8a	538,7ab		
Alachlor .....	407,0a	399,6a	403,3b		
Linuron .....	683,4a	566,6a	625,0a		
Oxadiazon .....	600,4a	579,2a	589,8a		
Pendimethalin .....	542,2a	506,2a	524,2ab		
Trifluralin .....	401,2a	381,4a	391,3bc		
	28 DAS	42 DAS	63 DAS	84 DAS	105 DAS
CV % parcela .....	35,11	25,23	19,60	24,74	25,33
CV % subparcela .....	25,50	21,91	18,34	22,41	25,55

(1) DAS: dias após a semeadura.

(2) Dentro do tratamento valores com a mesma letra não são significativos ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

c) **Produção de grãos** - Tanto no primeiro como no segundo ano, não houve efeitos significativos da inoculação na produção de grãos - Quadro 3. Resultados semelhantes foram obtidos por GIARDINI et al. (1985), que também não tipificaram as estirpes do inoculante. Entretanto, aqueles autores observaram que nos tratamentos inoculados com as estirpes SMS-319 e SMS-400, também empregadas neste experimento, houve maior taxa diária de assimilação de nitrogênio do que nos nodulados apenas pela população autóctone.

### 3.2. Influência de herbicidas

a) **Nodulação** - No primeiro ano, nenhum dos herbicidas teve influência significativa no número e na massa dos nódulos - Figuras 1 e 2 - por isso, os dados foram agrupados. No segundo ano, só se notaram diferenças significativas na massa de nódulo na amostragem realizada aos 105 dias e no tratamento inoculado, onde, em todos os herbicidas, à exceção do oxadiazon, observou-se menor massa de nódulo que a do tratamento sem herbicida. Comparando-se médias de matéria seca com a nodulação dos dois anos, verifica-se, que exceto para a primeira amostragem, a massa de nódulos por planta foi maior em 1986/87 que no ano anterior.

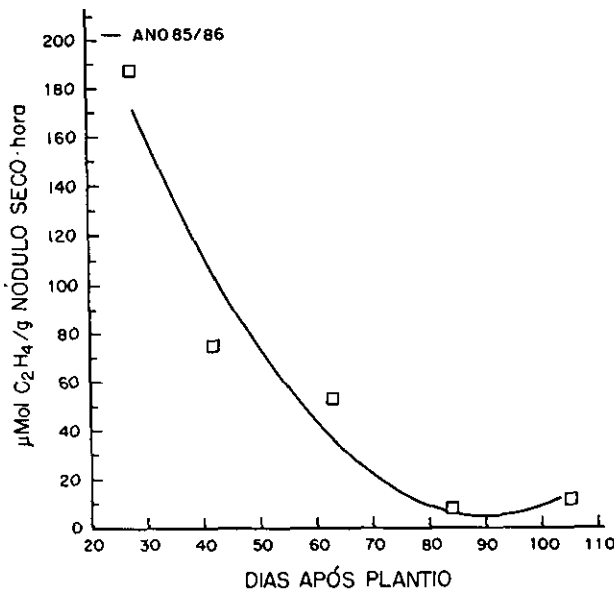


FIGURA 3. Atividade da nitrogenase ( $-\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{g}$  nódulo seco.hora) em amendoim nas diferentes amostragens em 1985/86. Os dados são médias de quatro repetições e de seis tratamentos com herbicidas.

QUADRO 2. Efeito de herbicidas na atividade da nitrogenase (redução do acetileno), em plantas de amendoim, Os dados são médias de cinco repetições, em 1986/87 em diversas épocas de amostragem

	Sem inoculação	Com inoculação	Média	Média
	$\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{g}$ nódulo seco.hora		$\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{planta.h.}$	
<b>28 DAS(*)</b>				
Testemunha .....	102,5	67,8	82,6a	0,731a
Alachlor .....	78,5	37,1	56,8ab	0,414bc
Linuron .....	65,9	68,1	67,0ab	0,721a
Oxadiazon .....	61,9	30,7	46,3bc	0,427b
Pendimethalin .....	54,4	62,7	58,6ab	0,680a
Trifluralin .....	71,2	31,2	51,2ab	0,596ab
<b>42 DAS</b>				
Testemunha .....	140,6aA(?)	100,4aB	120,5a	5,537a
Alachlor .....	59,8bc	64,5ab	65,8c	4,625ab
Linuron .....	94,0bA	29,6bB	61,8d	4,291ab
Oxadiazon .....	42,1c	30,7b	36,4f	4,016bc
Pendimethalin .....	58,8bc	63,6ab	61,2e	5,334ab
Trifluralin .....	77,1c	102,8a	90,0b	5,481a
<b>63 DAS</b>				
Testemunha .....	20,3a	16,3a	18,3b	4,341a
Alachlor .....	9,1a	8,3a	8,7c	1,937b
Linuron .....	7,0a	7,0a	7,0cd	1,756b
Oxadiazon .....	29,0a	29,8a	29,4a	4,511a
Pendimethalin .....	8,7a	12,3a	10,5bc	1,726bc
Trifluralin .....	32,6a	25,5a	29,6a	3,933a
<b>84 DAS</b>				
Testemunha .....	49,7	39,1	44,4ab	10,064ab
Alachlor .....	43,2	52,9	48,1a	8,534bc
Linuron .....	35,5	29,0	30,8ab	6,062cd
Oxadiazon .....	46,0	44,6	45,4ab	11,318a
Pendimethalin .....	26,3	32,4	29,4bc	8,658ab
Trifluralin .....	40,7	43,9	42,3ab	10,000ab
<b>105 DAS</b>				
Testemunha .....	20,6aA	10,8bB	15,7a	2,370a
Alachlor .....	10,8b	6,5b	8,7ab	1,236ab
Linuron .....	7,3b	7,0b	7,1bc	2,279ab
Oxadiazon .....	4,2b	6,0b	5,1cd	1,125bc
Pendimethalin .....	8,7b	5,0b	6,8bc	1,516ab
Trifluralin .....	9,8bB	19,4aA	14,5ab	1,641ab
	$\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{g}$ nódulo seco.hora			
	28 DAS	42 DAS	63 DAS	84 DAS
CV % parcela .....	38,66	41,67	34,17	32,76
CV % subparcela .....	38,31	41,33	33,87	25,19
	$\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{planta.hora}$			
	28 DAS	42 DAS	63 DAS	84 DAS
CV % parcela .....	27,95	20,06	18,05	21,01
CV % subparcela .....	40,53	21,28	15,72	18,79

(\*) DAS: dias após a semeadura.

(?) Letras maiúsculas comparam tratamentos com e sem inoculação dentro de herbicidas.



Quanto ao número de nódulos - Quadro 1 - aos 28 dias, não houve efeito de herbicidas sobre a nodulação. Aos 42 dias, no tratamento não inoculado, oxadiazon foi superior a alachlor e a pendimethalin e, no tratamento com inoculação, linuron e pendimethalin foram superiores à testemunha e ao oxadiazon. Aos 63 dias, no tratamento inoculado houve diminuição do número de nódulos em relação à testemunha, quando aplicados os herbicidas linuron, pendimethalin e trifluralin. No tratamento não inoculado, linuron promoveu acréscimo na nodulação, sendo superior aos tratamentos testemunha, pendimethalin e trifluralin. Aos 84 dias, oxadiazon e pendimethalin não inoculados promoveram um acréscimo no número de nódulos superior ao dos demais e, no inoculado, na testemunha e no alachlor, houve redução no número de nódulos em relação aos outros. Aos 105 dias, linuron e oxadiazon apresentavam um acréscimo no número de nódulos em relação ao alachlor e ao trifluralin. O alachlor não afetou a nodulação tanto nos tratamentos inoculados como nos não inoculados em nenhuma das épocas de amostragem. Observação semelhante foi efetuada em soja cultivada em vasos com solo argiloso ou barrento, em amostragem realizada aos 30 dias do plantio (DEUBER & SIGNORI, 1980). Entretanto, MALLIK & TESFAI (1985) verificaram efeitos prejudiciais do mesmo herbicida na nodulação da soja.

QUADRO 3. Efeito de herbicidas na produção de grãos de amendoim, em Ribeirão Preto, SP. Os dados são médias de quatro repetições, em 1985/86, e de cinco, em 1986/87

	Produção de grãos	
	1985/86	1986/87
	kg/ha	
Testemunha .....	2.531,3ab <sup>1</sup>	1.608,2b
Alachlor.....	2.327,1b	2.745,7a
Linuron.....	2.635,4ab	2.440,9a
Oxadiazon.....	2.581,3ab	2.901,8a
Pendimethalin .....	3.097,9a	2.951,1a
Trifluralin .....	2.914,6ab	2.812,2a
	1985/86	1986/87
CV % parcela .....	10,52	28,56
CV % subparcela .....	15,59	21,25

(<sup>1</sup>) Valores com a mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5%.

Influência diferenciada de herbicidas na nodulação causada pela população de rizóbios do solo foi observada em feijoeiro (LOPES et al., 1971) e em soja (LORENZI & ARAUJO, 1974) com o uso de trifluralin. No feijoeiro, trifluralin beneficiou a nodulação no tratamento inoculado e não a afetou no não inoculado; em soja, esse herbicida prejudicou a nodulação existente no solo e não a do inoculante, como neste trabalho.

GIARDINI et al. (1979) verificaram, em soja, em ensaio no campo, em latossolo vermelho-escuro com três épocas de amostragem, que a nodulação não foi afetada pelo alachlor ou pelo trifluralin; entretanto, os dados de BOLLICH et al. (1988) sugerem que tanto trifluralin como pendimethalin, na dose de 0,1 kg/ha, afetam a nodulação da soja até 42 dias, no estágio reprodutivo. Os mesmos autores encontraram reduções ocasionais na nodulação e não-fixação do nitrogênio, não consistentes, como as observadas nas diferentes amostragens neste ensaio. MALLIK & TESFAI (1985) também notaram redução da matéria seca de nódulos pelo trifluralin.

GARCIA & JORDAN (1969) sugeriram que os danos na nodulação e na fixação de nitrogênio causados pelos herbicidas devem ser atribuídos aos efeitos desses produtos na planta e no crescimento anormal das raízes. Os resultados de efeitos contraditórios na nodulação podem ser explicados por um comportamento diferencial das estirpes (LORENZI & ARAUJO, 1974; NOVO et al., 1991), a variações devidas ao solo (DEUBER & SIGNORI, 1980) e, possivelmente, às espécies e, mesmo, à variedade da planta.

**b) Fixação de nitrogênio** - Os resultados da atividade específica da nitrogenase ( $\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{grama de nódulo seco.hora}$ ) para 1986/87, estão no quadro 2. Os valores maiores (até  $140\mu\text{M}$ ) foram encontrados nas primeiras amostragens, decaindo continuamente até a última, com os menores valores ( $42\mu\text{M}$ ). Nota-se que nas primeiras amostragens os tratamentos sem herbicidas apresentaram maiores atividades. Aos 84 dias, apenas o tratamento com alachlor diferiu do pendimethalin; os demais não diferiram significativamente entre si.

Os dados de atividade da nitrogenase por planta revelaram (Quadro 2) que, para o amendoim, ela foi maior na amostragem dos 84 dias após a semeadura. O resultado é similar ao observado por NAMBIAR et al. (1982), que encontraram um pico de atividade por planta próximo aos 70 dias, num ensaio de campo no ICRISAT, Índia. Para linuron e alachlor, os resultados sugerem que, em geral, a fixação do  $\text{N}_2$  foi menor nos tratamentos sem herbicida.

**c) Produção de grãos** - As produções dos dois anos nos diferentes tratamentos com herbicidas encontram-se no quadro 3, onde se vê que no primeiro ano nenhum dos herbicidas diferiu significativamente da testemunha.

No segundo ano, entretanto, houve diferenças entre as médias dos tratamentos testemunhas e dos com herbicidas, sendo as destes significativamente maiores. Não foram constatadas interações herbicidas x inoculante, como verificado para o número de nódulos e atividade da nitrogenase.

Apesar de os valores absolutos da produção média de grãos nos tratamentos com alachlor e linuron terem sido menores que os dos demais tratamentos, no segundo ano, as diferenças com os demais herbicidas não foram significativas. Embora alguns herbicidas tenham afetado a nodulação e a fixação biológica do  $N_2$ , não houve influência na produção de grãos, como observado também para feijoeiro (LOPES et al., 1971) e soja (GIARDINI et al., 1979). Poder-se-ia supor que as plantas compensam a redução da fixação do  $N_2$ , absorvendo o nitrogênio que estaria disponível no solo, mas, nesse caso, os tratamentos sem inoculação deveriam apresentar níveis semelhantes de produção. Outro tipo de efeito benéfico dos herbicidas não pode ser descartado, uma vez que, no segundo ano, nos tratamentos sem herbicida, verificaram-se os maiores valores de atividade da nitrogenase associados a menores valores de produção. Tendências de aumentos na produção, devidas à utilização de herbicidas, não atribuíveis ao controle das plantas daninhas e aparentemente associadas a um aumento de nodulação, foram verificadas anteriormente em feijoeiro (LOPES et al., 1971).

#### 4. CONCLUSÕES

- 1) Os herbicidas aplicados não tiveram, de modo geral, efeito prejudicial no processo de nodulação, mas somente efeito ocasional na fixação do nitrogênio ( $C_2H_4$ ).
- 2) Independentemente dos efeitos dos herbicidas na nodulação e fixação do nitrogênio, os herbicidas não tiveram efeito adverso na produção.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOLLIICH, 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. 16p. (Bulletin, 762)
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & JADI, A.W.M. Effects of seven herbicides on  $N_2$  ( $C_2H_4$ ) fixation by soybeans. *Weed Science*, Champaign, **33**(4):427-430, 1985.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; KITCHEN, L.M. & TAYLOR, V. The influence of trifluralin and pendimethalin on nodulation,  $N_2$  ( $C_2H_4$ ) fixation, and seed yield of field-grown soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, Champaign, **36**(1):15-19, 1988.

- DEUBER, R.; CAMARGO, P.N. & SIGNORI, L.H. Efeitos de herbicidas e populações de plantas na nodulação e produção da soja (*Glycine max* (L.) Merril 'Santa Rosa'). *Planta Daninha*, Campinas, 4:97-109, 1981.
- \_\_\_\_\_ & SIGNORI, L.H. Efeitos de herbicidas no início do desenvolvimento e da nodulação em soja (*Glycine max*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E ERVAS DANINHAS, 13., Ilhéus/Itabuna, 1980. *Resumos*. Ilhéus, Centro de Pesquisa do Cacau, 1980. p.99.
- GARCIA, M.M. & JORDAN, D.C. Action of 2,4-DB and dalapon on the symbiotic properties of *Lotus corniculatus* (birdsfoot trefoil). *Plant and Soil*, The Hague, 30(2):317-334, 1969.
- GIARDINI, A.R.; LOPES, E.S. & DEUBER, R. Influência de herbicidas na nodulação da soja (*Glycine max* L. Merr.). *Planta Daninha*, Campinas, 2(1):21-32, 1979.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ & LASCA, D.H.C. Levantamento da nodulação natural em cultivos comerciais de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: REUNION LATINOAMERICANA DE RHIZOBIUM, 11., Lima, 1982. *Memórias*. Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 1982. p.239-240.
- \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; SAVY FILHO, A. & NEPTUNE, A.M.L. Inoculação com *Rhizobium* e aplicação de nitrogênio em amendoim. *Bragantia*, Campinas 44(1):27-39, 1985.
- HARDY, R.W.F.; HOLSTEN, R.D.; JACKSON, E.K. & BURNS, R.C. The acetylene-ethylene assay for N<sub>2</sub> fixation: laboratory and field evaluation. *Plant Physiology*, Lancaster, 43:1185-1207, 1968.
- KAPUSTA, G. & ROUWENHORST, D.L. Interaction of selected pesticides and *Rhizobium japonicum* in pure culture and under field conditions. *Agronomy Journal*, Madison, 65(1):112-115, 1973.
- LOPES, E.S.; DEUBER, R.; FORSTER, R.; GARGANTINI, H. & BULISANI, E.A. Influência dos herbicidas EPTC e trifluralin e da inoculação das sementes com *Rhizobium phaseoli* na nodulação e produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bragantia*, Campinas, 30(2):109-116, 1971.
- \_\_\_\_\_; FREITAS, S.dos S.; LOMBARDI, M.L.C.de O.; PORTUGAL, E.P. & GIARDINI, A.R. *Coleção de bactérias fixadoras de nitrogênio para leguminosas: relação das estirpes de Bradyrhizobium para amendoim*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1987. 16p. (Boletim técnico, 118)
- \_\_\_\_\_; SAVY FILHO, A.; OLIVEIRA, M.L.C. de; GIARDINI, A.R. & POMPEU, A.S. Observação da nodulação natural em cultivares de amendoim. *Bragantia*, Campinas, 35(1):XI-XII, 1976. (Nota, 3)
- \_\_\_\_\_; TELLA, R. de; ROCHA, J.L.V. da & IGUE, T. Inoculação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). *Bragantia*, Campinas, 31:XXVII-XXXIV, 1972. (Nota, 6)

- LORENZI, H.J. & ARAUJO, S.C. Estudo da ação de alguns herbicidas na fixação simbiótica do nitrogênio em plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merril). In: REUNION LATINOAMERICANA SOBRE *RHIZOBIUM*, 7., Resistencia, 1974. *Anais. Resistencia*, Universidad Nacional del Nordeste, 1974. p.222-231.
- MALLIK, M.A.B. & TESFAI, K. Pesticidal effect on soybean-rhizobia symbiosis. *Plant and Soil*, The Hague, **85**(1):33-41, 1985.
- NAMBIAR, P.T.C. & DART, P.J. Studies on nitrogen fixation by groundnut at ICRISAT. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON GROUNDNUTS, Patancheru, 1980. *Proceedings*. Patancheru, ICRISAT, 1980. p.110-124.
- \_\_\_\_\_; RAO, M.R.; REDDY, M.S.; FLOYD, C.; DART, P.J. & WILLEY, R.W. Nitrogen fixation by groundnut (*Arachis hypogaea*) in intercropped and rotational systems. In: GRAHAM, P. & HARRIS, S.S., eds. *Biological nitrogen fixation technology for tropical agriculture*. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1982. p.647-652.
- NOVO, M.do C. de S.S.; LOPES, E.S. & ORTOLAN, M.C.A. Levantamento da nodulação, persistência de herbicida e isolamento de *Bradyrhizobium* sp. de áreas com rotação cana-de-açúcar/amendoim. *Revista de Microbiologia*, São Paulo, **22**(1):60-65, 1991.