

Ação do herbicida alachlor na microbiota do solo, nodulação e rendimento de plantas de amendoim

PEIXOTO, M.S.F.P.^{1*}; PEIXOTO, C. C.¹; SAMPAIO, L.S.V.²; SAMPAIO, H.S.V.³;
SOUZA, R.A.S.⁴; ALMEIDA, J.R.C.⁴.

^{1*}Professor do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Campus Universitário, CEP: 44.380.000-Cruz das Almas-BA. e-mail : fatima@ufrb.edu.br

²Professor aposentado do Departamento de Fitotecnia da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia.

³Professor aposentado do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Campus Universitário, CEP: 44.380.000-Cruz das Almas-BA

⁴Engenheiro agrônomo, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do herbicida alachlor na nodulação e rendimento de dois genótipos de amendoim, bem como a população de bactérias e fungos e atividade microbiana do solo, em condições de campo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial (2x4x4). Foram utilizados dois genótipos de amendoim (Vagem Lisa – G1 e Tatuí – G2) e quatro tratamentos, a saber: capina + semente inoculada (C+SI), capina + semente não inoculada (C+SNI), herbicida + semente inoculada (H+SI), herbicida + semente não inoculada (H+SNI), com quatro repetições, totalizando 32 parcelas. O herbicida alachlor foi aplicado em cobertura na dose de 6 L ha⁻¹ do produto comercial. A semeadura foi realizada em parcela experimental de 17,5 m². Aos 42 e 56 dias após a emergência (DAE) foram determinados o número e massa seca dos nódulos. O rendimento de grãos e a quantificação de fungos e bactérias foram determinados aos 84 DAE. A atividade microbiana foi monitorada quinzenalmente, durante 84 dias. O rizóbio introduzido (*Bradyrhizobium japonicum*) não foi eficiente para competir com a população indígena no processo de nodulação. A presença do herbicida aumenta a população de bactérias e a atividade microbiana do solo. O genótipo Tatuí apresenta rendimento superior ao Vagem Lisa apenas no tratamento herbicida com inoculação.

Palavras-chave: Amendoim, herbicida, fixação biológica, microrganismos.

ABSTRACT

The present study aimed at evaluating the effect of alachlor in nodulation and yield of two peanut genotypes, as well the population of bacteria and fungi and microbiotic activity of the soil under field conditions. The experimental design was the randomized blocks in a factorial scheme (2x4x4). The experiment was carried out with two peanut genotypes (“Vagem Lisa” – G1, and “Tatuí” – G2) and four treatments: hoeing + inoculated seed (H + IS), hoeing + non-inoculated seed (H + NIS), herbicide + inoculated seed (HE + IS), herbicide + non-inoculated seed (HE + NIS), with four replicates and 32 plots. The alachlor herbicide was applied in the ground cover at a dose of 6 L ha⁻¹ of the commercial product. Sowing was carried out in experimental plots of 17,5 m² and data were collected 42 and 56 days after emergence in order to determine the number and dry mass of nodules. Grain yield and quantification of fungi and bacteria were determined 84 days after emergence. Microbiotic activity was monitored every fifteen days, during 84 days. The rhizobium (*Bradyrhizobium japonicum*) introduced was not efficient to compete with the indigenous population in the nodulation

process. The presence of herbicide increases the population of bacteria and the soil microbial activity. Compared to the “Vagem Lisa” genotype, the “Tatuí” genotype presented superior yield only in the treatment of herbicide + inoculated seed.

Keywords: Peanut, herbicide, biological fixation, soil microorganisms.

INTRODUÇÃO

O amendoim é uma planta cultivada em todas as regiões do Brasil, cuja produção aumentou significativamente nos últimos anos. Conforme levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) a produção de amendoim na safra 2008/2009 alcançou 300 mil toneladas (CONAB, 2009).

A região Nordeste é o segundo maior pólo consumidor de amendoim no Brasil, com uma demanda superior a 50 mil toneladas de vagens. O consumo na região é alto, entretanto, a produção regional ainda é insuficiente para atender esta demanda (Santos et al., 2006). A Bahia se destaca como um dos principais estados produtores da região Nordeste. Na safra 2008/2009 o estado obteve uma produção de 6,8 mil toneladas de amendoim em uma área de 6,7 mil hectares (CONAB, 2009). A exploração da cultura do amendoim na região do Recôncavo baiano é bastante difundida e tem importância destacada na renda familiar dos agricultores.

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma planta dicotiledônea, da família Leguminosae, originária do Brasil e bastante cultivada no Recôncavo Baiano em sistema de agricultura familiar, cujas características principais são o reduzido uso de insumos e mecanização e com baixa produtividade média.

Durante as fases iniciais de desenvolvimento, a cultura sofre a concorrência competitiva das plantas daninhas, que reduzem severamente a produção (Sader et al., 1979). Além disso, a presença de plantas daninhas no momento da colheita pode dificultar a colheita das plantas e secagem posterior. A presença de folhas e ramos de outras plantas, junto com as vagens do amendoim desfavorece a secagem das mesmas, o que pode ocasionar a contaminação por *Aspergillus* e conseqüentemente por aflatoxinas (Suassuna et al., 2008).

O controle de plantas daninhas é realizado basicamente com enxada, em uma ou duas capinas. A gradual mudança de tecnologia, prevendo a utilização de herbicidas, semeadura mecânica em linhas, adensamento dentro das linhas, irrigação e adequação de épocas de cultivo em diferentes estações do ano, implica na necessidade de se avaliar, a resposta de genótipos, prevendo-se a existência de possíveis interações de genótipo x ambiente.

Dentre as práticas de manejo de plantas daninhas, o controle químico tem sido o mais utilizado, principalmente por ser um método rápido e eficiente (Guimarães et al., 2007). Dentre os herbicidas utilizados na cultura do amendoim cita-se alachlor, bentazon, lactofen, linuron, pendimethalin e trifluralin. Conforme Rodrigues & Almeida (1995), o alachlor é um herbicida não-iônico pertencente ao grupo químico dos cloroacetamidas, registrado no Brasil para controle em pré-emergência de plantas daninhas dicotiledôneas e gramíneas. A absorção do alachlor ocorre principalmente pelo caulículo das plântulas.

Por outro lado, a intensificação do uso de herbicidas nas lavouras pode alterar significativamente a funcionalidade da microbiota do solo, pela influência tanto na biomassa como na atividade microbiana do solo, podendo levar a alterações na ciclagem de nutrientes (Vieira, 1999; Araújo et al., 2003; Fernandez et al., 2009). Segundo alguns estudos a partir do momento em que um herbicida atinge o solo, ele pode vir a favorecer determinadas populações microbianas, e inibir outras (Wardle & Parkinson, 1992; Carrillo & Honrubia, 2003).

Outro aspecto a ser considerado são os possíveis efeitos da aplicação dos herbicidas sobre a nodulação das plantas. Estudos realizados por Novo et al. (1998) concluíram que o fluazifop-p-butyl, aplicado em pós emergência, em lavoura de amendoim, causou redução do

número e da massa seca de nódulos aos 28 dias após a aplicação, com posterior recuperação. Por outro lado, Novo & Ortolan (1991) estudaram a influência da nodulação espontânea de plantas de amendoim em rotação com cana-de-açúcar em áreas que utilizaram herbicidas e avaliaram a tolerância do rizóbio isolado do solo à trifluralin. Observaram que 100% das plantas nodularam e o *Bradyrhizobium* nativo associado ao amendoim apresentou alta tolerância a trifluralin em meio de cultura.

Considerando a importância da cultura do amendoim para a região do Recôncavo Baiano, e a introdução de novas tecnologias de produção, estudos que permitam uma melhor compreensão dos efeitos do uso do controle químico nessa cultura são de grande importância para a condução da atividade, levando em consideração fatores relacionados à nodulação, rendimento de plantas e efeitos na microbiota do solo.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do herbicida alachlor na nodulação e rendimento de dois genótipos de amendoim, bem como, na população de bactérias e fungos e atividade microbiana do solo, em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no município de Cruz das Almas, Bahia (12°40'39" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste de Greenwich, a 220 metros de altitude), no período de setembro/2008 a janeiro/2009. O clima da região, segundo a classificação de Köppen (Ometto, 1981) é do tipo Aws de transição entre Af e Aw – quente e úmido com estação seca compensada pelos totais elevados de precipitação pluviométrica. A temperatura média anual é de 24,5° C, com umidade relativa média anual de 80% e precipitação pluvial média anual de 1.197 mm (Brasil, 1992). O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo coeso (EMBRAPA, 2006), representativo da região do Recôncavo Baiano e pertencente à zona dos tabuleiros costeiros, cujas características químicas constam na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas da camada superficial (0,0-0,20 m) do Latossolo Amarelo coeso, representativo dos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo da Bahia

pH _{CaCl₂}	P	K	Ca+M	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	S	CTC	V
	mg Kg ⁻¹		g			cmol _c dm ⁻³					%
4,4	51	36	2,3	1,5	0,8	0,1	3,3	0,8	3,19	6,49	49

A área total do experimento foi de 550 m². O preparo do solo foi constituído por correção da acidez do solo, aplicando-se calcário na dose de 2 t ha⁻¹ e incorporação realizada através de uma gradagem. Foi realizada uma adubação mineral antes da semeadura aplicando-se 80 kg de P₂O₅ e 60 kg de K₂O, baseada na análise de solo e na necessidade da cultura.

A parcela experimental tinha uma dimensão de 17,5 m², com 8 linhas/parcela e espaçamento entre linhas de 0,5 m, estabelecendo-se uma área útil central de 6,0 m². O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial(2x4x4). Foram utilizados dois genótipos de amendoim (Vagem Lisa – G1 e Tatuí – G2) e quatro tratamentos, a saber: capina + semente inoculada (C+SI), capina + semente não inoculada (C+SNI), herbicida + semente inoculada (H+SI), herbicida + semente não inoculada (H+SNI), com quatro repetições, totalizando 32 parcelas.

O inoculante turfoso utilizado (contendo a bactéria *Bradyrhizobium japonicum*) foi obtido do Centro Nacional de Biologia do Solo (CNBS/EMBRAPA), Seropédica-RJ. A inoculação das sementes foi feita no mesmo dia da semeadura, utilizando-se 1 kg de inoculante para 40 kg de sementes. A semeadura foi realizada em sulcos, com 15

sementes/metro linear. Para manutenção de boas condições de umidade para o desenvolvimento das plantas, forneceu-se água utilizou-se um sistema de irrigação por aspersão.

O herbicida usado no estudo foi o alachlor. Utilizou-se a dose de 6 L ha⁻¹ do produto comercial, segundo recomendação de Rodrigues & Almeida (1998) para a cultura do amendoim. A aplicação foi realizada em cobertura, logo após a semeadura na área total de cada parcela, utilizando-se pulverizador costal de 20 litros, de vazão constante.

A nodulação foi avaliada pela massa seca e número total de nódulos aos 42 e 56 dias após a semeadura, utilizando-se raízes de 10 plantas/parcela. Após a coleta, as raízes foram lavadas e procedeu-se a contagem dos nódulos, os quais, posteriormente foram secos em estufa a 60°C, até peso constante (massa seca de nódulos) (Rezende et al., 1985).

A quantificação de bactérias e fungos foi realizada no final do experimento. Utilizou-se o método da diluição em série e plaqueamento (EMBRAPA, 1994), com transformação das potências em logaritmos. Amostras de 10 g de solo foram diluídas em 90 mL de solução salina (NaCl 0,89%) e agitadas em agitador de 100mL, e posteriormente foram deixadas em repouso até a decantação. Em seguida, realizaram-se as diluições e plaqueamento, em triplicatas. Para o plaqueamento foi usado 0,1 mL das seguintes diluições: para bactérias: 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵, 10⁻⁶, 10⁻⁷ em meio nutriente-ágar e fungos: 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ em meio de Martin. As placas foram incubadas a 28°C, por 3, 5 e 7 dias, respectivamente.

A atividade microbiana foi determinada quinzenalmente, durante 84 dias. Quantificou-se o desprendimento de CO₂, através do método titulométrico descrito por Pramer & Schimidt (1964).

Ao final do ciclo da cultura foi feita a colheita e avaliação do rendimento. Os grãos coletados foram secos em estufa a 60°C, posteriormente pesados. O rendimento foi corrigido para 13% de umidade (Novo et al., 1998).

Os dados foram submetidos à análise de variância empregando-se o programa de análise estatística SAS (2002) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito dos tratamentos na nodulação e rendimento do amendoim

O número e massa seca de nódulos são parâmetros indiretos que avaliam o processo de fixação biológica do nitrogênio. Na Tabela 2 é apresentada a massa seca de nódulos (MSN) para os dois genótipos avaliados nos diferentes períodos. Na primeira avaliação aos 42 dias, considerando-se isoladamente os genótipos, não se verificou diferenças significativas na MSN entre os tratamentos, para o genótipo Tatuí. Em contraste, para o genótipo Vagem Lisa, houve diferença estatística entre os tratamentos, com os maiores valores para o tratamento C+SNI. Entre os genótipos, houve diferença significativa para o tratamento com H+SNI. A maior MSN foi obtida para genótipo Tatuí. Este resultado indica que nos tratamentos não inoculados, a presença de bactérias nativas no solo proporcionou a nodulação nas raízes do genótipo Vagem Lisa e Tatuí. Resultados semelhantes têm sido reportados em estudos sobre nodulação em amendoim (Novo et al., 1991) e feijão-caupi (Xavier et al., 2006; Gualter et al., 2008).

Na segunda avaliação (56 dias), os resultados indicam que não houve diferença estatística entre os tratamentos. No entanto, no tratamento C+SI houve superioridade do genótipo Tatuí em relação à Vagem Lisa. Cabe ressaltar, que os maiores valores obtidos para o genótipo Tatuí, ocorreram nos dois períodos de avaliação. De acordo com Krust & Struckmeyer (1971), o controle químico pode causar problemas na nodulação. Este fato foi

comprovado por Novo et al. (1998), que observaram diminuição da massa seca de nódulos aos 28 dias após aplicação do herbicida fluazifop-p-butil, em amendoim.

Tabela 2. Massa seca dos nódulos (g planta⁻¹) nos genótipos Vagem Lisa e Tatuí, aos 42 e 56 dias após semeadura, nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	42 dias		56 dias	
	Vagem Lisa	Tatuí	Vagem Lisa	Tatuí
Capina+semente inoculada	300,0 baA	407,5 aA	290,2 aB	875,0 aA
Capina+semente inoculada	não 397,5 aA	407,5 aA	557,5 aA	672,5 aA
Herbicida+semente inoculada	257,5 baA	447,5 aA	479,0 aA	717,5 aA
Herbicida+semente inoculada	não 195,0 bB	422,5 aA	672,5 aA	512,5 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (tratamentos) e maiúscula na horizontal (genótipos), dentro de cada período não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o número de nódulos (NN), não houve efeito dos tratamentos nos genótipos estudados, dentro de cada período (Tabela 3). Este resultado está de acordo com os estudos de Novo & Ortolan (1991), que verificaram a tolerância de *Bradyrhizobium* nativo na nodulação espontânea de plantas de amendoim à trifluralina. Deuber & Novo (2006) estudaram o efeito dos herbicidas diclosulam e flumetsulam na nodulação e no desenvolvimento de plantas de soja e verificaram que houve tolerância aos herbicidas pelas bactérias nos solos estudados, não havendo redução do NN ou MSN. O genótipo Tatuí para os dois períodos de avaliação apresentou tendência a um maior número de nódulos.

De maneira geral, verifica-se que não houve efeito da inoculação. Conforme Herridge & Bergensen (1988), quando existe no solo população naturalizada de rizóbio, os mesmos formam uma barreira à penetração dos indivíduos das estirpes do inoculante que está sendo introduzido. Por outro lado, segundo Rumjanek et al. (2005), não é apenas a densidade de células no inoculante responsável por promover a nodulação satisfatória, mas também outros eventos como a interferência dos fatores ambientais, do solo e a capacidade de sobrevivência da estirpe.

Tabela 3. Número de nódulos (planta⁻¹) nos genótipos Vagem Lisa e Tatuí, aos 42 e 56 dias após semeadura, nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	42 dias		56 dias	
	Vagem Lisa	Tatuí	Vagem Lisa	Tatuí
Capina+semente inoculada	232,5 aA	437,3 aA	299,5 aA	504,0 aA
Capina+semente inoculada	não 267,5 aA	385,3 aA	286,0 aA	293,5 aA
Herbicida+semente inoculada	211,0 aA	210,3 aA	325,0 aA	274,0 aA
Herbicida+semente inoculada	não 237,5 aA	294,5 aA	181,8 aA	338,8 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, dentro de cada período, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O rendimento de grãos variou de 4051 kg ha⁻¹ a 5404 kg ha⁻¹ para o genótipo Vagem Lisa, mas sem diferença entre os tratamentos (Tabela 4). Em contraste, os resultados obtidos para o genótipo Tatuí revelam que o maior rendimento ocorreu nos tratamentos H+SI, diferindo estatisticamente dos tratamentos C+SI e do tratamento H+SNI. O rendimento para o genótipo Tatuí variou de 4096 kg ha⁻¹ a 5677 kg ha⁻¹. Entre os genótipos, verifica-se que o rendimento para o genótipo Tatuí foi superior a Vagem Lisa dentro do tratamento H+SI. Para os demais tratamentos, não houve diferença estatística. Novo et al. (1998) verificaram resposta na produtividade de grãos de amendoim à aplicação de herbicidas. De um modo geral, os maiores rendimentos obtidos para o genótipo Tatuí, provavelmente, é uma consequência dos resultados observados para a nodulação. Foi verificado maior MSN e NN para este genótipo, e conseqüentemente, deve ter influenciado a produção de biomassa vegetal e acúmulo de nitrogênio. O genótipo Vagem Lisa foi mais sensível aos tratamentos estabelecidos.

Tabela 4. Peso fresco de grãos (kg ha⁻¹) dos genótipos Vagem Lisa e Tatuí, nos diferentes tratamentos

Tratamentos	Genótipos	
	Vagem Lisa	Tatuí
	----- kg ha ⁻¹ -----	
Capina+semente inoculada	5404 aA	4271 bA
Capina+semente não inoculada	5144 aA	4863 abA
Herbicida+semente inoculada	4051 aB	5677 aA
Herbicida+semente não inoculada	4911 aA	4096 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (tratamentos) e maiúscula na horizontal (genótipos), dentro de cada genótipo, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Efeito dos tratamentos na população microbiana

Na Tabela 5 observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos e os genótipos estudados para a quantificação de bactérias e fungos. A combinação H+SI favoreceu a população de bactérias, tanto no genótipo Vagem Lisa quanto Tatuí, diferindo dos demais tratamentos.

Tabela 5. População de bactérias e fungos (n^o g solo⁻¹) x 10⁴), nos diferentes tratamentos.

Tratamentos		Genótipos			
		Vagem Lisa	Tatuí	Vagem Lisa	Tatuí
		Bactéria	Bactéria	Fungo	Fungo
Capina+semente inoculada		6,0 bB	7,0 bA	3,0 cA	2,0 dB
Capina+semente inoculada	não	5,0 cA	4,0 cB	2,5 dA	1,5 cB
Herbicida+semente inoculada		9,0 aA	8,0 aB	4,0 bA	3,0 bB
Herbicida+semente inoculada	não	2,0 dA	1,0 dB	5,0 aA	4,0 aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical (tratamentos) e maiúscula na horizontal (genótipos), dentro de cada genótipo, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação do herbicida estimulou a população de fungos para os dois genótipos, entretanto sementes não inoculadas apresentaram maior população de fungos, diferindo dos demais tratamentos. Resultados semelhantes foram reportados em estudos sobre o uso de herbicidas e seus efeitos na microbiota do solo por Araújo et al. (2003).

A Figura 1 se refere a atividade microbiana do solo para todos os tratamentos, nos genótipos Vagem Lisa (a) e Tatuí (b). Observa-se relação direta entre o aumento da população de bactérias no tratamento H+SI (para os dois genótipos) e a atividade microbiana do solo. Verifica-se um aumento crescente da atividade microbiana para todos os tratamentos até o final do ciclo da cultura (84 dias), no entanto, praticamente em todo período, houve uma superioridade do tratamento H+SI. O contrário ocorreu com o tratamento H+SNI (menor atividade microbiana em todo período).

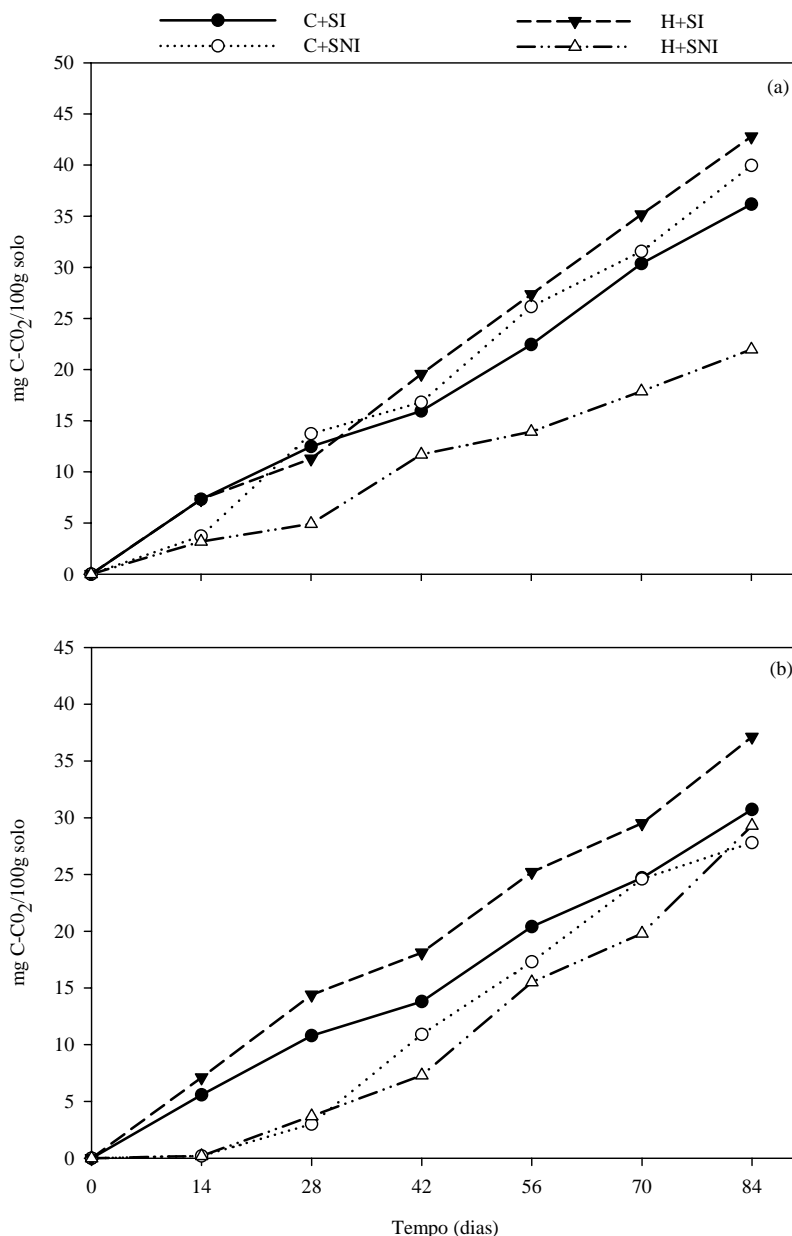


Figura 1. Atividade microbiana do solo (mg C-CO₂/100g solo) nos tratamentos capina + semente inoculado (C+SI), capina + semente não inoculado (C+SNI), herbicida + semente inoculada (H+SI) e herbicida + semente sem inoculação (H+SNI) para o genótipo vagem lisa (a) e tatuí (b).

De acordo com ABEAS (1983), aplicações de herbicida em doses recomendadas normalmente não causam toxidez. Neste caso, provavelmente, a população de bactérias e fungos adaptou-se metabolicamente para degradar a molécula de alachlor, utilizando-a como fonte de energia e nutrientes. Segundo Rodrigues & Almeida (1998), a degradação desta molécula ocorre principalmente por via microbiana, e tem uma persistência de 6 a 10 semanas, em função das condições edafoclimáticas. Conforme Peixoto et al. (2000), a degradação de uma molécula depende entre outros fatores, de sua estrutura química e da capacidade dos microrganismos em produzir enzimas específicas para degradá-la. Desta forma, podemos inferir que tanto o rizóbio introduzido quanto as espécies de fungos nativos possuem estas enzimas.

CONCLUSÕES

1. O rizóbio introduzido não foi eficiente para competir com a população indígena no processo de nodulação.
2. Houve maior atividade microbiana do solo em todo período, quando se utilizou a combinação herbicida e inoculação, nos dois genótipos estudados.
3. A presença do herbicida aumentou a população de bactérias e a atividade microbiana do solo.
4. O genótipo tatuí apresenta rendimento superior ao vagem lisa apenas no tratamento herbicida com inoculação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEAS - Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Comportamento dos Herbicidas no Solo. In: **Defensivos Agrícolas** – Módulo 2-Herbicidas, p.140-162. 1983.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R.; ABARKELI, R. B. Effect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soil. **Chemosphere**, London, v.52, n.5, p.799-804, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas Climatológicas**: 1961-1990. Brasília, DF: SPI/Embrapa, 1992. 84 p.

CARRILLO, G. D; HONRUBIA, M. Differentail responses of ectomycorrhizal fungi to pesticides in pure culture. **Cryptogamie Mycologie**, Paris, v.24, n.3, p.199-211, 2003.

Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: Grãos - safra 2008/2009 (quarto levantamento)**. 2009. 39p. Disponível em: <www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4_levantamento_jan2009.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2009.

DEUBER, R.; NOVO, M. C. S. Nodulação e desenvolvimento de plantas de soja IAC 19 com aplicação dos herbicidas diclosulam e flumetsulam. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, n. 2, v.3, p. 57-63, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília, 1994. 542p. (EMBRAPA-CNPAF-Documentos, 46).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Rio de Janeiro, 2006, 306p.

FERNANDEZ, G.; PITELLI, R. A.; CADENAZZI, M. Evolução de CO₂ e atividades enzimáticas em amostras de solo tratado com herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.27, n.3, p.601-608, 2009.

GUALTER, R. M. R.; LEITE, L.F.C.; ARAÚJO, A. S. F.; ALCANTARA, R. M .M.; COSTA, D. B. Inoculação e adubação mineral em feijão-caupi: efeitos na nodulação, crescimento e produtividade. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p.469-474, 2008.

GUIMARÃES, S. C.; HRYCYK, M. F.; MENDONÇA, E. A. F. Efeito de fatores ambientais sobre a seletividade do alachlor ao algodoeiro. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.4, p.813-821, 2007.

HERRIDGE, D. F.; BERGENSEN, F. J. Symbiotic nitrogen fixation. In: WILSON, J.R. (ed.) **Advances in nitrogen cycling and agricultural ecosystems**. Symposium on Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems. 1987. Brisbane: CAB. 1988. p. 46-65.

KUST, C. A.; STRUCKMEYER, B.E. Effects of trifluralin on growth nodulation and anatomy of soybeans. **Weed Science, Champaign**, v.19, n.2, p.147-152, 1971.

VIEIRA, R. F. Parâmetros microbiológicos indicadores do efeito do Diuron sobre a microflora do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.897-902, 1999.

NOVO, M. C. S. S.; CRUZ, L. S. P.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; NAGAI, V. Influência de herbicidas aplicados em condições de pós-emergência no crescimento da planta e fixação simbiótica do nitrogênio na cultura do amendoim. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 276-284, 1998.

NOVO, M. D. D. S.; ORTOLAN, M. C. Spontaneous nodulation, isolation of rhizobia and persistence of herbicides in area of sugar-cane peanut rotations. **Revista de Microbiologia**, São Paulo, v.22, n.1, p.60-65, 1991.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

PEIXOTO, M. F. S. P.; LAVORENTI, A.; REGITANO, J. B.; TORNISIELO, V.L. Degradação, extração e formação de resíduos ligados de ¹⁴C-atrazina em dois solos do estado de São Paulo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.147-151, 2000.

PRAMER, D.; SCHMIDT, E. L. Experimental Soil Microbiology. University of Minnesota, Minnesota. 107.p. 1964.

REZENDE, P. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; NETO, J. C. V.; ALCANTARA, E.N. Influência da aplicação de herbicidas no rendimento de grãos, nodulação e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.25-30, 1985.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de. **Guia de Herbicidas**. 3. ed. Londrina, 1995. 675p.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F.S.de. **Guia de herbicidas**. 4.ed. Londrina: 1998. 648 p.

RUMJANEK, N. G.; MARTINS, L. M. V.; XAVIER, G. R.; NEVES, M. C. P. Fixação biológica do nitrogênio. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V.Q.(Eds.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 281-335.

SADER, R.; CARVALHO, N. M.; CAMARGO, M. Efeito de diferentes doses de trifluralina (treflan) no poder germinativo e produção de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v.1, n.1, p.59-63, 1979.

SANTOS, R. C.; GONDIM, T. M. S, FREIRE, R. M. M. **Cultivo do amendoim: mercado e comercialização**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006 (Sistemas de Produção, 7). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/CultivodoAmendoim/index.html>> Acesso em: 10 nov. 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS: User`s guide**: Statistics. 6th ed. Cary: Institute, 2002.

SUASSUNA, T. M. F; COUTINHO, W. M.; SOFIATTI, V.; SUASSUNA, N. D.; GONDIM, T. M. S. **Manual de boas práticas agrícolas para a produção do amendoim no nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA. 2008. 27p.

WARDLE, D. A; PARKINSON, D. The influence of the herbicide glyphosate on interspecific interactions between four soil fungal species. **Mycological Research**, London, v.96, n.3, p.180-186, 1992.

XAVIER, G. R.; MARTINS, L. M. V.; RIBEIRO, J. R. A.; RUMJANEK, N. G. Especificidade simbiótica entre rizóbios e acessos de feijão-caupi de diferentes nacionalidades. **Caatinga**, Mossoró, v.19, n.1, p. 25-33, 2006.