

Solubilização microbiana de fosfato inorgânico após aplicação de herbicidas em plantas de cana-de-açúcar.

Marcelo Rodrigues dos Reis¹; André Marcos Massenssini¹; Antonio Alberto da Silva¹; Maurício Dutra Costa¹; Amanda Azarias Guimarães¹; Evander Alves Ferreira¹; Marco Antonio Moreira de Freitas¹

¹ Universidade Federal de Viçosa - UFV, Departamento de Fitotecnia, Av. P H Rolphs s/n, 36571-000, Viçosa, MG.

RESUMO

Objetivou-se avaliar, com este trabalho, o impacto dos herbicidas ametryn e trifloxysulfuron-sodium, isolados ou em mistura, e 2,4-D na atividade microbiana de solubilização de fosfato inorgânico e a densidade populacional de bactérias e fungos do solo rizosférico de cana-de-açúcar. Plantas de cana-de-açúcar com três a quatro folhas completamente expandidas foram aspergidas com soluções de 2,4-D, ametryn, trifloxysulfuron-sodium e ametryn+trifloxysulfuron-sodium nas doses de 1,30; 1,00; 0,0225 e 1,463+0,0375 kg ha⁻¹ respectivamente. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliados os efeitos dos herbicidas e nas subparcelas o efeito tempo após a aplicação dos herbicidas. Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA), amostras de solos rizosférico e não rizosférico foram coletadas e, em seguida, analisadas estimando-se a densidade populacional de bactérias e fungos, a atividade potencial de solubilização de fosfato inorgânico. O 2,4-D reduziu a densidade populacional bacteriana do solo em todas as épocas de avaliação, demonstrando a maior sensibilidade desse grupo de organismos a este composto. Todos os herbicidas provocaram redução na densidade populacional fúngica do solo somente aos 15 DAA. O trifloxysulfuron-sodium e o 2,4-D favoreceram as maiores atividades de solubilização de fosfato inorgânico aos 15, 30 e 45 DAA e aos 15 e 30 DAA, respectivamente, sem, no entanto, afetar a biomassa microbiana do solo.

Palavras-chave: bactérias, fungos, ametryn, trifloxysulfuron-sodium, 2,4-D.

ABSTRACT - Action of herbicides on inorganic phosphate-solubilizing microorganisms from sugar cane rhizospheric soil.

The objective of this work was to evaluate the impact of the herbicides ametryn and trifloxysulfuron-sodium, singly or combined, and 2,4-D, on the activity of inorganic phosphate-solubilizing microorganisms and the number of fungi and bacteria in the rhizosphere of sugar cane. Sugar cane plants with three to four fully expanded leaves were sprayed with ametryn, trifloxysulfuron-sodium, and ametryn + trifloxysulfuron-sodium at the doses of 1.30; 1.00; 0.0225, and 1.463 + 0.0375 kg ha⁻¹, respectively. A completely randomized design was adopted in a split plot scheme with four replications. The effect of

the herbicides was evaluated in the whole plots and the effect of time after application in the split-plots. At 15, 30, 45, and 60 days after spraying (DAS), rhizospheric and non-rhizospheric soil samples were collected and immediately analyzed for the populational densities of bacteria and fungi and the potential inorganic phosphate solubilization activity in the soil. 2,4-D caused a reduction in the densities of bacterial populations in the rhizosphere for all periods of time after application, evidencing a higher sensitivity of bacteria to this compound. At 15 DAS, all herbicides tested led to reductions in the number of fungi in the soil. Trifloxysulfuron-sodium and 2,4-D led to higher inorganic phosphate solubilization at 15, 30, and 45 DAS, and 15 and 30 DAS, respectively, without affecting the microbial biomass.

Keywords: bacteria, fungi, ametryn, trifloxysulfuron-sodium, 2,4-D.

INTRODUÇÃO

A utilização de grandes áreas e quantidades expressivas de insumos agrícolas pode afetar a qualidade do solo, sendo as práticas utilizadas questionadas pela comunidade científica quanto à sustentabilidade dos agroecossistemas. Algumas propriedades biológicas do solo - enfatizando as de natureza microbiológica - têm sido propostas como as mais sensíveis a mudanças quando os solos são submetidos a diferentes tipos de manejo. O nutriente fósforo (P) é encontrado em baixíssimas concentrações na solução do solo, portanto, para sua disponibilização, as plantas e os microrganismos acidificam naturalmente o solo rizosférico por meio da liberação de prótons e ácidos orgânicos, sendo os microrganismos denominados de solubilizadores de fosfato inorgânico (MSFI) (Novais & Smith, 1999; Rodríguez & Fraga, 1999). Os MSFI são responsáveis pela liberação de ácidos orgânicos, os quais atuam como doadores de prótons e agentes quelantes dos íons Ca, Al e Fe, favorecendo a solubilização do fosfato inorgânico do solo (Rodríguez & Fraga, 1999). Em face do exposto, neste trabalho, objetivou-se avaliar o impacto dos herbicidas ametryn e trifloxysulfuron-sodium, isolados e em mistura, e também do 2,4-D na atividade e dinâmica populacional dos microrganismos solubilizadores de fosfato inorgânico (MSFI) e totais do solo rizosférico da cultura de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e as análises microbiológicas no Laboratório de Associações Micorrízicas - BIOAGRO/UFV, Viçosa, MG. O substrato utilizado foi o Latossolo Vermelho-Amarelo, apresentando classe textural argilo-arenosa, pH em água de 5,4, CTC (T), CTC (t), H + Al, Ca e Mg de 12,58; 7,30; 5,28; 6,2 e 0,8 cmolc dm⁻³, respectivamente, P e K respectivamente 29,5 e 116 mg dm⁻³, Prem de 34 mg

L⁻¹ e 4,18 dag kg⁻¹ de matéria orgânica. Foram plantados dois toletes de cana-de-açúcar da variedade RB867515 em vasos de 10 L. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas; nas parcelas avaliaram-se os efeitos dos herbicidas e, nas subparcelas, o efeito do tempo após a aplicação dos herbicidas, com quatro repetições. Quando as plantas de cana-de-açúcar se encontravam com três a quatro folhas expandidas, realizou-se aspersão com solução dos herbicidas 2,4-D, ametryn, trifloxysulfuron-sodium e ametryn+trifloxysulfuron-sodium com concentrações equivalentes às doses de 1,30; 1,00; 0,0225 e 1,463+0,0375 kg ha⁻¹, respectivamente. Aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) das soluções herbicidas, amostras de solos rizosférico e não rizosférico foram coletadas. Para estimativa de densidade populacional de microrganismos do solo, adotou-se o método de contagem de células viáveis em placas contendo meio de cultura Glicose-Extrato de Levedura (GEL) e Martin (1950) utilizados para crescimento seletivo de bactérias e fungos, respectivamente, adicionados de 50 mL da solução estéril de KHPO₄ (100 g L⁻¹) e 100 mL da solução estéril de CaCl₂ (100 g L⁻¹). A estimativa do potencial da atividade de solubilização de fosfato inorgânico foi determinada de acordo com o método descrito por Nautyal, 1999. Para interpretação dos resultados, após a análise de variância a 5% de significância, utilizou-se o critério de agrupamento de médias Scott-Knott, para fatores qualitativos, e a análise de regressão, para os fatores quantitativos. Posteriormente, os modelos foram submetidos ao teste de identidade de modelos, comparando dois a dois, com modelo testemunha (solo rizosférico sem aplicação de herbicidas) (Regazzi, 1993).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O 2,4-D reduziu a densidade populacional bacteriana em todas as épocas de avaliação (15, 30, 45 e 60 DAA), demonstrando efeito negativo nas bactérias do solo (Tabela 1). Após 30 DAA, a mistura comercial ametryn+trifloxysulfuron-sodium causou redução na densidade populacional de bactérias do solo em relação aos compostos isolados (Tabela 1), enfatizando o efeito sinérgico da mistura ou a ação tóxica de aditivos na formulação comercial. Santos et al. (2004) também verificaram efeitos distintos de formulações comerciais de glyphosate sobre estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio da soja, sugerindo serem decorrentes da ação de aditivos nas formulações dos herbicidas. Aos 15 DAA, os herbicidas 2,4-D e ametryn apresentaram as maiores reduções na densidade populacional fúngica do solo, análogas às observadas para densidade populacional bacteriana do solo, também aos 15 DAA (Tabela 1). Analisando o efeito dos herbicidas em cada época de avaliação (DAA), verificou-se que o herbicida 2,4-D e o trifloxysulfuron-sodium favoreceram maiores atividades de solubilização de fosfato inorgânico aos 15 e 30

DAA e aos 15, 30 e 45 DAA, respectivamente (Tabela 2). Aos 60 DAA, os tratamentos foram equivalentes quanto à atividade de solubilização de fosfato inorgânico em solo rizosférico (Tabela 2), indicando que as concentrações residuais dos herbicidas pouco afetaram a atividade dos microrganismos do solo. Observou-se que o trifloxysulfuron-sodium estimulou a atividade dos MSFI em todo o período de avaliação, com atividade máxima aos 54 DAA, obtida pela derivada primeira da equação ajustada para liberação de fosfato inorgânico (Figura 1). A maior liberação de Pi pode estar relacionada à acidificação do solo em razão da maior produção de CO₂ em solos tratados com herbicidas. Com base nos resultados supramencionados, conclui-se que os herbicidas estudados interferiram na densidade populacional fúngica e bacteriana do solo, sendo o 2,4-D mais tóxico às bactérias do solo. A atividade dos MSFI não foi influenciada negativamente devido à aplicação dos herbicidas, sendo ainda estimulada na presença de trifloxysulfuron-sodium.

LITERATURA CITADA

MARTIN, J.P. Use of acid, rose bengal, and estreptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil. Sci. Am. J.**, v.69, p.215-232, 1950.

NAUTIYAL, C.S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. **FEMS Microbiol. Lett.**, v. 170, p. 265-270, 1999.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T. J.(Eds) **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399p.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de modelos de regressão e a igualdade de alguns parâmetros num modelo polinomial ortogonal. **Revista Ceres**, v. 40, n. 228, p. 176-195, 1993.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotech Adv**, v.17, p.319–339, 1999.

SANTOS, J.B. et al. Efeitos de diferentes formulações comerciais de glyphosate sobre estirpes de *Bradyrhizobium*. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 293-299, 2004.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

Tabela 1 - Densidade populacional de bactérias e fungos do solo obtidos a partir da contagem de células viáveis de amostras de solo não rizosférico (SNRSH) e de solos tratados com ametryn (SRA), trifloxysulfuron-sodium (SRT), ametryn+trifloxysulfuron-sodium (SRA+T), 2,4-D (SR2,4-D) e sem herbicida (SRSH), aos 15, 30, 45 e 60 dias após aplicação dos herbicidas (DAA).

Tratamentos	DAA			
	15	30	45	60
Bactérias (log UFC g ⁻¹ de solo seco) – CV parcela (%)= 1,48				
SNRSH	6,19 c ^{1/}	6,54 a	6,47 b	6,30 c
SRSH	6,51 a	6,60 a	6,68 a	6,66 a
SRA	6,35 b	6,47 a	6,23 c	6,50 b
SRT	6,54 a	6,45 a	6,62 a	6,49 b
SRA+T	6,59 a	6,37 b	6,26 c	6,37 c
SR2,4-D	6,32 b	6,32 c	5,98 d	6,37 c
Fungos (log UFC g ⁻¹ de solo seco) – CV parcela (%)= 2,08				
SNRSH	4,41 d	4,96 b	5,24 a	4,20 c
SRSH	5,49 a	5,10 a	5,23 a	5,27 a
SRA	5,11 c	5,19 a	5,29 a	5,15 b
SRT	5,27 b	5,10 a	5,33 a	5,28 a
SRA+T	5,31 b	5,07 a	5,24 a	5,41 a
SR2,4-D	5,01 c	5,07 a	5,29 a	5,35 a

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra na coluna e para cada grupo microbiano não diferem entre si pelo critério de Scott-Knott (P < 0,05).

Tabela 2 - Quantidade de fosfato inorgânico (Pi) liberado pela atividade de solubilização microbiológica de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ a partir de amostras de solo não rizosférico sem aplicação de herbicida (SNRSH) e de solos rizosféricos tratados com ametryn (SRA), trifloxysulfuron-sodium (SRT), ametryn+trifloxysulfuron-sodium (SRA+T), 2,4-D (SR2,4-D) e sem herbicida (SRSH), aos 15, 30, 45 e 60 dias após aplicação dos herbicidas (DAA).

Tratamentos	DAA			
	15	30	45	60
Solubilização de fosfato inorgânico (mg L^{-1}) – CV parcela = 12,79%				
SNRSH	36,61 (85,83) b ^{1/}	63,35 (76,52) c	81,89 (65,16) c	96,24 (77,71) b
SRSH	42,65 (100) b	82,78 (100) b	125,66 (100) b	123,83 (100) a
SRA	30,18 (70,76) b	104,10 (125,75)	124,41 (99,00) b	133,33 (107,67)
SRT	72,97 (171,09)	120,55 (145,62)	148,91 (118,50)	143,36 (115,77)
SRA+T	28,22 (66,16) b	113,08 (136,60)	137,66 (109,54)	126,33 (102,01)
SR2,4-D	57,93 (135,89) a	98,68 (119,20) a	114,16 (90,84) b	119,11 (96,18) a

() - Valores entre parênteses se referem à porcentagem em relação ao SRSH adotado como referência (100%). ^{1/} Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo critério de Scott-Knott ($P < 0,05$).

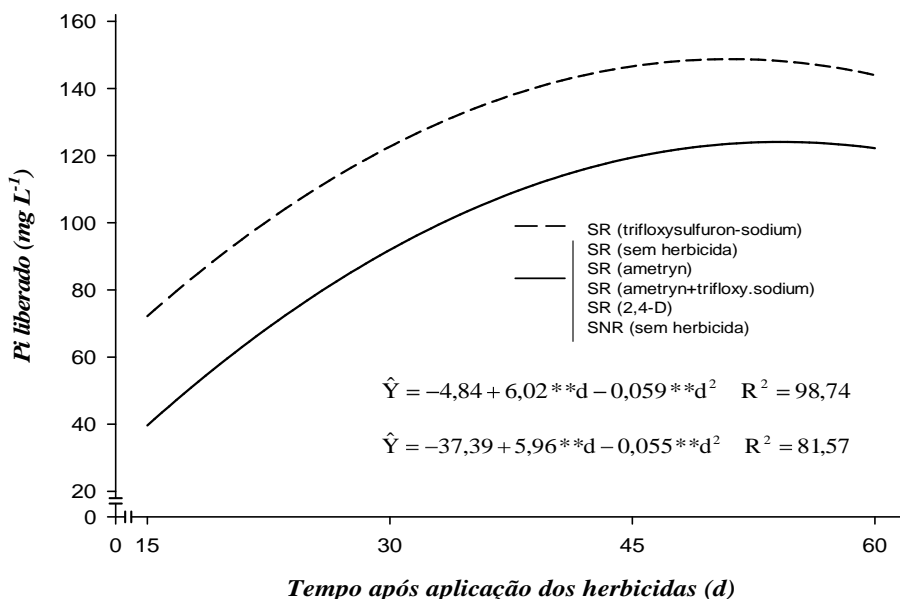


Figura 1 - Quantidade de fósforo inorgânico (Pi) liberado da solubilização de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ pelos microrganismos solubilizadores de fosfato do solo das amostras de solos tratados com ametryn, trifloxysulfuron-sodium, ametryn + trifloxysulfuron-sodium, 2,4-D e sem herbicida, aos 15, 30, 45 e 60 dias após aplicação dos herbicidas (DAA). SR= solo rizosférico e SNR= solo não rizosférico. ** - significativo ($P < 0,01$).