

EFEITO DO CONTROLE DE PLANTAS CONCORRENTES NA BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA EM PLANOSSOLO CULTIVADO COM SOJA BRS 244RR

EFFECT OF WEED CONTROL ON THE BIOMASS AND MICROBIAL ACTIVITY OF ALBAQUALF CULTIVATED WITH SOYBEAN BRS 244RR

BOHM, Giani Mariza Bärwald¹; CASTILHOS, Danilo²; PIGOSSO, Gustavo³; TRICHEZ, Daniel⁴; ROMBALDI, Cesar Valmor⁵.

¹ * Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica de Pelotas, doutoranda do programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Agrícola, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário, s/n°, Capão do Leão, RS, CEP 96010-900. E-mail: gbbohm@terra.com.br.

² Professor Adjunto do Departamento de solos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário, s/n°, Capão do Leão, RS, CEP 96010-900.

³ Graduando do quarto semestre de agronomia. Universidade Federal de Pelotas. Bolsista FAPERGS.

⁴ Graduando do quarto semestre de agronomia. Universidade Federal de Pelotas. Bolsista PET.

⁵ Professor Titular do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário, s/n°, Capão do Leão, RS, CEP 96010-900.

Apoio financeiro: FAPERGS e PROAP/UFPEL.

(Recebido para Publicação em 10/11/2006, Aprovado em 27/08/2007)

RESUMO

Avaliou-se o efeito de métodos de controle de plantas concorrentes na biomassa e atividade microbiana de planossolo cultivado com soja BRS 244RR, durante a safra 2005/2006, numa área sem cultivo prévio com soja. Os tratamentos testados foram: T1 - sem aplicação de herbicida, com capina manual; T2 - uma aplicação de glifosato a 960 g ia ha⁻¹; T3 - duas aplicações de glifosato a 960 g ia ha⁻¹; T4 - uma aplicação de herbicida imazetapir a 100 g ia ha⁻¹. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Monitoraram-se aspectos relativos ao carbono orgânico total, carbono da biomassa microbiana, respiração basal e quociente metabólico. A aplicação de glifosato resultou em menor incorporação de carbono pela biomassa microbiana, bem como maior liberação de CO₂ pela respiração, não havendo resposta ao número de aplicações desse herbicida. O menor valor do quociente metabólico e a maior relação entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico total foi obtida no tratamento sem uso de herbicida, o que qualifica esse tratamento como o de maior estabilidade da microbiota em relação aos demais. Os processos microbiológicos são afetados pelo uso de glifosato e imazetapir.

Palavras-chave: Glifosato, Imazetapir, resíduos, soja geneticamente modificada.

ABSTRACT

The biomass and microbial activity of Albaqualf cultivated with soybean BRS 244RR, with different weed control methods were evaluated, during the crop 2005/2006, in an area without previous cultivation with soybean. Treatments tested were: T1- without application of herbicide, with hand weeding; T2- one application of glyphosate the 960 g ai ha⁻¹; T3- two application of glyphosate the 960 g ai ha⁻¹; T4- one application of imazethapyr the 100 g ai ha⁻¹. The experimental design was completely randomized with four replications. Aspects relative to total and microbial biomass carbon, basal respiration and metabolite quotient were assessed. The conclusion was that the treatment with application of glyphosate decreased carbon of microbial biomass, but increased CO₂ release, regardless the number of applications. The lower value of metabolite quotient and the greater relation between carbon of microbial biomass and organic carbon were obtained for the treatment without herbicide, indicating that this treatment is the most stable regarding soil microbial dynamics. The microbiological processes are affected by the use of glyphosate and imazethapyr.

Key words: Glyphosate, imazethapyr, residue, genetically modified soybean

INTRODUÇÃO

A área com cultivo de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] geneticamente modificada *Roundup Ready* (GM_{RR}), resistente ao glifosato, foi substancialmente incrementada durante a última década, sem haver conhecimento amplo dos efeitos do manejo desse cultivo sobre os processos biológicos do ecossistema. A produção mundial de soja foi de aproximadamente 220 milhões de toneladas em 2005, sendo o Brasil, atualmente, o segundo maior produtor com 53 milhões de toneladas (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2006). Desse total, aproximadamente, 6 milhões de toneladas foram produzidas no Rio Grande do Sul, das quais estima-se que 85% seja originada de sementes GM_{RR}.

A soja GM_{RR}, pela modificação genética do gene que codifica a enzima EPSPS (5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase; E.C. 2.5.1.19) tornou-se tolerante ao herbicida glifosato, que inibe a enzima EPSPS, envolvida na via biossintética de aminoácidos aromáticos (BUSSE et al., 2001). O fato de ter-se induzido essa resistência, com a introdução de um gene que corresponde a uma izoenzima da EPSPS, tem possibilitado a aplicação de glifosato na pós-emergência no cultivo de soja GM_{RR}, gerando a dúvida se

esse procedimento pode ou não causar impacto sobre a microbiota do solo.

Vários autores como BUSSE et al. (2001), HANEY et al. (2002), ARAUJO et al. (2003), GINSING et al. (2004) e LIPHADZI et al. (2005), avaliaram o efeito do herbicida glifosato, em diferentes tipos de solos e condições de manejo, sobre a atividade microbiana do solo, tendo-se verificado que a aplicação desse herbicida pode estimular ou inibir os processos de mineralização de compostos orgânicos no solo. Efeitos tóxicos do glifosato sobre microrganismos do solo podem ocorrer devido à ação sobre a enzima EPSPS que é inibida pelo glifosato tanto em plantas como microrganismos (BUSSE et al., 2001). Entretanto, HANEY et al (2002) observaram significativo aumento do carbono da biomassa microbiana e evolução de CO₂ quando Roundup Ultra[®] foi adicionado na dosagem de 234 mg ia kg⁻¹, em nove tipos de solos, com diferentes valores de pH e teores de carbono orgânico e argila, na Georgia e no Texas-EUA. Nesse mesmo estudo, também observaram que solos com maior conteúdo de carbono orgânico tendem a mineralizar o glifosato mais rapidamente do que solos com baixo teor de carbono orgânico, possivelmente devido à maior biomassa microbiana no primeiro caso.

De forma semelhante, ARAUJO et al. (2003) detectaram um incremento de 10 a 15% na liberação de CO₂ em solos onde houve aplicação de glifosato, sugerindo que a microbiota do solo é capaz de metabolizar o glifosato como uma fonte de carbono, em ensaios *in vitro*. Outro fato relatado nesse trabalho foi o incremento de fungos, indicando que esses microrganismos foram beneficiados diante à aplicação de glifosato, demonstrando estarem aptos a utilizá-lo como fonte de nutrientes e energia.

GINSING et al. (2004), investigaram, em condições de laboratório, a mineralização do glifosato e a adsorção do metabólito ácido aminometilfosfônico (AMPA) em cinco tipos de solos agrícolas coletados na Dinamarca, nos quais observaram que o principal metabolismo de bioconversão de glifosato no solo está associado à mineralização, especialmente, por *Pseudomonas* spp.

Em contraste, BUSSE et al. (2001) aplicando glifosato nas concentrações recomendáveis para a cultura de pinus (5-50 mg ia kg⁻¹), seja a campo ou em laboratório, não detectaram diferença sobre a evolução de CO₂ e populações de bactérias e fungos. Entretanto, quando esse herbicida foi aplicado em dosagens 100 vezes maior do que o recomendado houve incremento significativo na evolução de CO₂ em áreas tratadas, tanto a campo quanto em ensaios laboratoriais. Nos ensaios com microbiota isolada em meio de cultura o glifosato mostrou-se tóxico para fungos e bactérias. Quando esses estudos foram conduzidos em vasos com solo esse efeito não se reproduziu.

Em condições de campo, LIPHADZI et al. (2005) analisando o efeito do herbicida glifosato a 1120 g ia ha⁻¹, bem como de outros herbicidas recomendados para a cultura de milho e soja, não detectaram alterações para variação de carbono da biomassa microbiana e da respiração basal.

No entanto, essas mudanças ainda não foram estudadas em Planossolos cultivados com soja GM_{RR}, com o gene EPSPS, que incorporaram nova sistemática de manejo de plantas concorrentes, ou seja, a aplicação de um herbicida que até então não vinha sendo aplicado na pós-emergência, o glifosato. Além disso, tem-se empregado, em alguns casos, mais do que uma aplicação desse princípio ativo. Nesse contexto, buscou-se avaliar métodos de controle de plantas concorrentes, incluindo capina manual e herbicidas, sobre a biomassa e a atividade microbiana de um solo cultivado com

soja BRS 244 RR. A hipótese do trabalho é que a aplicação de herbicidas no controle de plantas concorrentes no cultivo de soja GM_{RR} causa alterações na microbiota do solo que possam implicar em mudanças no funcionamento do ecossistema e na qualidade do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado, na safra 2005/2006, em campo experimental do Centro Agropecuário da Palma (CAP) da Universidade Federal de Pelotas, localizado no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. O solo da área experimental é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Solódico, tendo como origem sedimentos derivados de granito (EMBRAPA, 2006). Como material vegetal foram utilizadas sementes de soja da cultivar BRS 244 RR fornecidas pela Embrapa-Trigo (Passo Fundo).

A área experimental foi selecionada considerando-se o histórico (nunca houve plantio de soja antes), homogeneidade topográfica (plana), tipo e qualidade do solo.

As parcelas experimentais constaram de áreas individuais com 4 x 5 m, aleatoriamente distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado dentro do campo experimental com quatro repetições.

O plantio foi realizado durante a primeira quinzena de dezembro de 2005, com sementes previamente tratadas com fungicida Derosal Plus® e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* Semia 5079 e *Bradyrhizobium elkanii* Semia 587.

Os tratamentos foram: T1 - sem aplicação de herbicida, com capina 28 dias após o plantio (dap); T2 - uma aplicação de glifosato a 960 g ia ha⁻¹, 28 dap; T3 - duas aplicações de glifosato a 960 g ia ha⁻¹, 28 e 56 dap; T4 - uma aplicação de herbicida imazetapir a 100g ia ha⁻¹, 28 dap.

As características físico-químicas do solo foram determinadas conforme proposto por TEDESCO et al. (1995). Teores de argila 16 g kg⁻¹, pH 4,5, índice SMP 5,7, matéria orgânica 2,6%, fósforo 4,8 mg dm⁻³, potássio 27 mg dm⁻³, cálcio 1,2 cmol_c dm⁻³, magnésio 1 cmol_c dm⁻³, alumínio 1,4 cmol_c dm⁻³, cobre 1,4 mg dm⁻³, ferro 10 g dm⁻³, manganês 51 mg dm⁻³, zinco 1,3 mg dm⁻³ e sódio 48 mg dm⁻³.

Os 90 dias após o plantio, correspondendo ao estágio R6 do desenvolvimento da soja foram retiradas, com auxílio do trado de rosca, quatro subamostras de solo de cada unidade experimental para análise química (carbono orgânico total-COT) e de atividade microbiana do solo (carbono da biomassa microbiana-CBM e respiração basal-RB). Calculou-se a relação entre CBM/COT e RB/CBM.

Os teores de Carbono Orgânico Total (COT) foram determinados pelo método de Walkley-Black conforme descrito por TEDESCO et al. (1995).

O Carbono da Biomassa Microbiana (CBM) foi determinado baseando-se no método descrito por VANCE et al. (1987). Entretanto, para eliminação dos microrganismos, substituiu-se o clorofórmio por tratamento com microondas a 2.450 MHz, durante quatro minutos. Esse procedimento foi validado por FERREIRA et al. (1999).

O valor de Carbono da Biomassa Microbiana foi calculado através da fórmula:

$CBM = (C_i - C_{ni}) / K_c$, sendo, CBM= carbono da biomassa microbiana do solo; C_i= Leitura da amostra irradiada; C_{ni}= Leitura da amostra não irradiada; K_c= 0,33 (fator de correção adotado por PASSIANOTO et al. (2001). Os resultados foram expressos em µg g⁻¹ solo.

A relação CBM/COT foi obtida pela razão entre o carbono da biomassa microbiana e o carbono orgânico total do solo.

A Respiração Basal (RB), que consiste em mensurar a atividade microbiana através da decomposição do carbono

orgânico e da quantificação do CO₂ liberado, foi determinada conforme método proposto por ANDERSON & DOMSCH (1978), e adaptado por SANTOS et al. (2004). Cada repetição de 100 g de solo foi acondicionada em frascos de vidro com capacidade de 0,8 L, hermeticamente fechados. Para cada tratamento, 4 repetições foram adicionados de 2g sacarose, e outras 4 permaneceram sem adição desse açúcar. Em cada frasco, colocou-se um becker de 50 mL contendo 20 mL de NaOH 1 M, à temperatura de 21 °C. A RB do solo foi determinada pela quantificação do dióxido de carbono (CO₂) liberado no processo de respiração microbiana durante 26 dias de incubação. O CO₂ foi quantificado por titulação, com uma solução de HCL 1 M após a adição de uma solução de BaCl₂ (25% m/v) e 3 gotas de fenolftaleína (1%) como indicador.

A quantidade de CO₂ liberada em cada tratamento e período de avaliação foi calculada através da fórmula: RB= (VPB-VA) x M ácido x Eq. C-CO₂, Sendo: VPB= volume de HCL gasto na prova em branco; VA= Volume de HCL gasto na amostra; M ácido= concentração do HCL; Eq. C-CO₂= Equivalente grama do C-CO₂ (6). Os resultados foram expressos em mg C-CO₂ 100g⁻¹.

A taxa de respiração por unidade de biomassa ou quociente metabólico (qCO₂), foi obtida pela relação entre a taxa de respiração basal, que consiste na medida da produção de CO₂, resultante da atividade metabólica do solo, e biomassa microbiana (ANDERSON & DOMSCH, 1990).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e à comparação de médias pelo método LSD, utilizando-se o programa Statistix 8.0 (for Windows, Analytical Software Inc., Tallahassee, FL, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de COT foram constatadas nas parcelas tratadas com herbicida Imazetapir, em média, 28% superiores aos valores observados nos demais tratamentos. Não houve diferenças significativas entre os demais tratamentos (Tabela 1). Esse fato pode estar relacionado com a maior prevalência da cobertura vegetal no tratamento com Imazetapir, no qual observou-se menor eficiência (dados não apresentados) no controle de plantas concorrentes, quando comparado com as demais formas de manejo.

O CBM diminuiu em tomo de 36,7% e 40% nos tratamentos com uma e duas aplicações de glifosato, respectivamente, quando comparado com os demais tratamentos (Tabela 1). Diferentemente desses resultados, HANEY et al. (2002) detectaram maior CBM em solos nos quais houve aplicação de herbicida glifosato. Para esses autores, aplicações de glifosato a 234 mg ia kg⁻¹ de solo, estimula a atividade microbiana de solos com pH entre 4,7 a 8,2 e com COT de 4,1 a 52,3 g kg⁻¹ de solo e com teor de argila de 6 a 45% em solos da Georgia e Texas. BUSSE et al. (2001) avaliando essa variável em solos com cultivo de *Pinus* sp verificaram que a aplicação de glifosato, nas concentrações recomendadas para essa cultura (5-50 mg ia kg⁻¹), não alterou o CBM, provavelmente por não ter atuado na população de fungos e bactérias.

Para a relação CBM/COT, que indica o percentual do carbono orgânico total representado pelo carbono microbiano, os tratamentos com herbicida (T2, T3 e T4) tiveram uma redução significativa de 40%, 43% e 30%, respectivamente, quando comparado ao solo sem herbicida, com capina (T1). Resultados semelhantes foram obtidos por LIPHDZI et al. (2005) quando testaram o efeito de glifosato a 1,12 kg ia ha⁻¹ em cultivos de soja no Kansas- EUA. Isso indica que os

herbicidas podem apresentar um efeito inibidor sobre populações de microrganismos do solo.

Tabela 1. Carbono orgânico total do solo (COT), carbono da biomassa microbiana (CBM) e a relação carbono microbiano e carbono orgânico total (CBM/COT).

Tratamentos	COT %	CBM $\mu\text{g g}^{-1}$ solo	CBM/COT %
T1- controle- capina	1,06 b	590,48 a	5,72 a
T2- 1 aplicação de glifosato a 960g ia ha^{-1}	1,10 b	373,75 b	3,39 b
T3- 2 aplicações glifosato a 960g ia ha^{-1}	1,09 b	350,86 b	3,23 b
T4- 1 aplicação de imazetapir a 100g ia ha^{-1}	1,35 a	536,93 a	3,98 b
Média	1,15	463,00	4,084
C.V (%)	11,14	20,93	27,31
P	0,0251	0,0097	0,031

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de LSD ao nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 1 pode-se observar que a atividade microbiana foi crescente no período de estudo, sendo mais intensa nos primeiros dias de incubação. Esse comportamento pode ser atribuído à maior disponibilidade de nutrientes nessa primeira fase. Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram um aumento significativo na evolução de CO_2 de 53,79 %, 25,64 % e 51,57%, respectivamente, em relação à capina (T1). Esse comportamento, embora os valores absolutos sejam distintos, é semelhante ao descrito por HANEY et al. (2002), que atribuem a maior liberação de CO_2 na presença do glifosato ao fato desse herbicida ser facilmente metabolizável pelos microrganismos do solo. Entretanto, os resultados de BUSSE et al (2001), indicam que essa resposta depende das concentrações de glifosato. Por exemplo, dosagens de

glifosato entre 5-50 mg kg^{-1} de solo não afetam a liberação de CO_2 , mas concentrações cem vezes maiores resultam em aumento significativo na evolução de CO_2 . GIMSING et al. (2004), reportaram que a mineralização do glifosato, para cinco diferentes tipos de solos testados, está diretamente relacionada com a população de bactérias heterotróficas, principalmente o tamanho da população de *Pseudomonas spp.* PASSIANOTO et al. (2001), que avaliaram o comportamento da atividade microbiana do solo diante de aplicações de resíduos com contaminantes químicos, afirmam que a respiração basal é maior em solos contaminados como consequência do maior consumo de energia pelos microrganismos, como forma de garantir a sobrevivência.

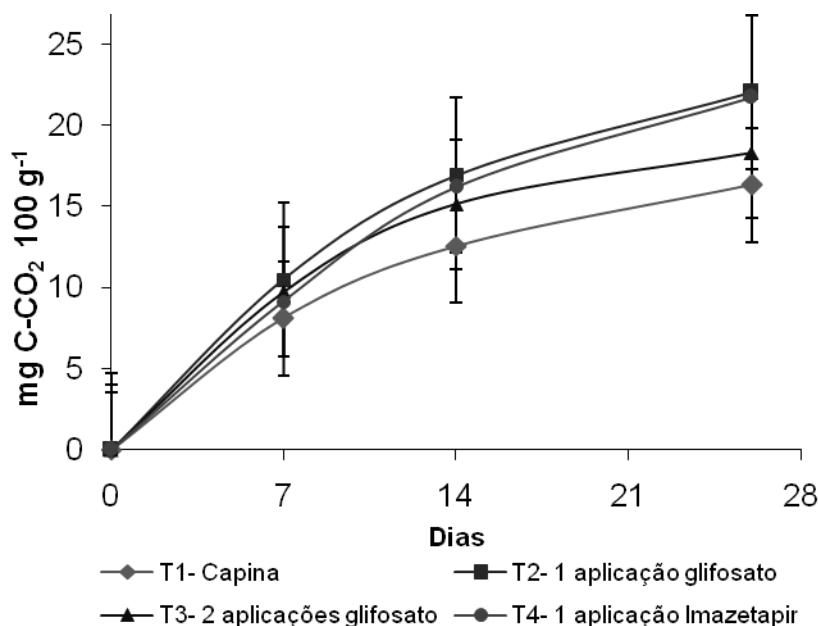


Figura 1- Liberação acumulada de CO_2 no solo, dos diferentes tratamentos de manejo da soja BRS 244 RR, no período de 26 dias de incubação.

A respiração basal induzida pela aplicação de sacarose e medida pela liberação de CO₂ apresentou comportamento crescente no período estudado, sem, no entanto, esgotar a fonte do substrato aplicado (Figura 2).

Entre os tratamentos não houve diferença significativa, indicando que as dosagens e tipos de herbicidas não afetaram a metabolização da sacarose. LIPHDZI et al. (2005) obtiveram resultados similares para a evolução de CO₂ induzido por substrato.

O potencial de biodegradação da sacarose pela microbiota heterotrófica não diferiu entre os tratamentos no período estudado (Tabela 2). Esse fato pode ser relacionado à ausência de efeitos tóxicos dos herbicidas testados e/ou ao fato do período de incubação não ter sido suficiente para obter maior degradação do carbono orgânico adicionado. Essa argumentação é feita tendo em vista que mesmo após os 26 dias de incubação a fonte de carbono orgânico ainda estava presente e continuava sendo mineralizada, conforme demonstrado na Figura 2

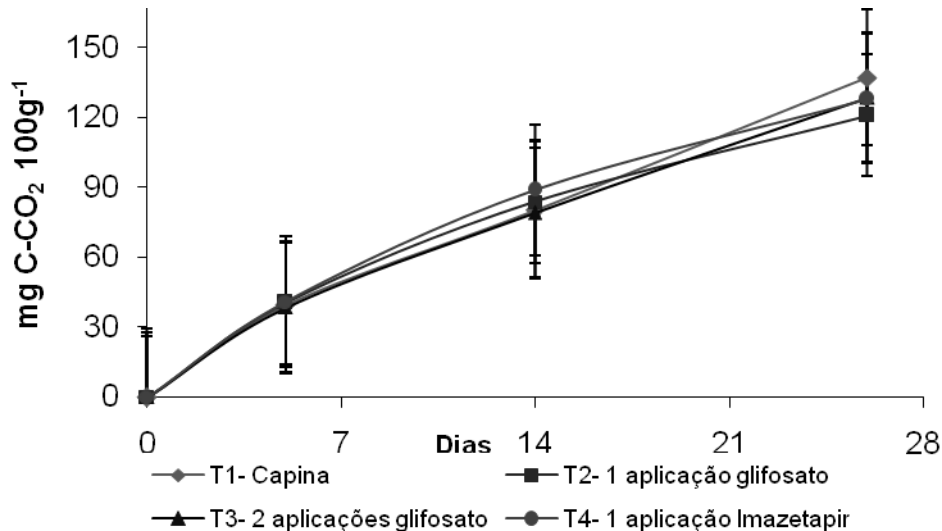


Figura 2- Liberação acumulada de carbono (CO₂) no solo submetido à aplicação de sacarose, dos diferentes tratamentos de manejo da soja BRS 244 RR.

Após 26 dias de incubação do solo verificou-se que a taxa de respiração basal foi maior para os tratamentos com aplicação de herbicidas, não havendo diferença entre dosagens e tipo de herbicida (Tabela 2). GIMSING et al. (2004) também detectaram um aumento nas taxas de RB em solos na presença de glifosato a 3,4 mg ia kg⁻¹. Esse comportamento não é unânime, como por exemplo, BUSSE et al. (2001) e LIPADZI et al. (2005), não observaram incremento na RB. Desse modo, percebe-se que as respostas à aplicação de glifosato são variáveis entre os trabalhos realizados. A causa exata não está determinada, mas acredita-se que as variações se devem às diferenças entre procedimentos experimentais (ensaios a campo ou laboratório ou casa de vegetação), tipo de solo (características físico-químicas e biológicas), bem como a cultura em estudo e as dosagens testadas.

Os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram maior qCO₂, quando comparados com a capina (T1). Esse resultado é consequência da maior atividade microbiana, com maior liberação de CO₂ por unidade de CBM, provocada pela presença de um substrato facilmente assimilável para o

desenvolvimento da atividade microbiana, corroborando com os resultados de SANTOS et al. (2004). O qCO₂ tem sido utilizado como um indicador biológico do equilíbrio do solo, uma vez que à medida que a biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é liberado como CO₂ pela respiração e uma maior proporção de carbono é incorporada à biomassa microbiana (ANDERSON & DOMSCH, 1990). De modo geral, a aplicação de glifosato e imazetapir resultaram em aumento no qCO₂ em comparação ao tratamento com capina. É conhecido que fatores de estresse (herbicidas, metais pesados, pH, limitações de nutrientes), assim como fatores de perturbação (condições ambientais) induzem à ineficiência microbiana. Um efeito potencial da aplicação do herbicida glifosato no solo é o estímulo ou inibição de microrganismos do solo com funções importantes como nos processos de mineralização e imobilização de nutrientes (BUSSE et al., 2001).

O menor valor de qCO₂ e a maior relação CBM/COT foi obtida no tratamento sem uso de herbicida com controle das plantas concorrentes com capina, o que qualifica esse tratamento como o de maior estabilidade da microbiota.

Tabela 2. Respiração Basal Induzida com sacarose (RB ind), Respiração Basal sem indução (RB), degradação da sacarose adicionada após 26 dias de incubação e quociente metabólico (qCO₂).

Tratamentos	RB ind mg C-CO ₂ 100 g ⁻¹	RB mg C-CO ₂ 100 g ⁻¹	Degradação ¹ %	qCO ₂ (10-4)
T1- controle- capina	137,25	14,35 b	15,36	3,92 b
T2- 1 aplicação glifosato a 960g ia ha ⁻¹	120,98	22,07a	12,36	10,40 a
T3- 2 aplicações glifosato a 960g ia ha ⁻¹	128,67	18,03a	13,80	8,50 a
T4- 1 aplicação Imazetapir a 100g ia ha ⁻¹	128,10	21,75a	13,29	6,80 a
Média	128,75	19,12	13,70	7,40
C.V(%)	11,28	19,26	12,29	34,90
P	0,497	0,0378	0,1381	0,024

¹ Para o cálculo foi usada a seguinte expressão: [(mg C-CO₂ liberado tratamento c/ sacarose - mg C-CO₂ trat. s/ sacarose) / C adicionado] x 100.

Médias seguidas pelas mesmas letras, na mesma coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de LSD ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

O cultivo da soja geneticamente modificada (GM_{RR}) BRS 244RR, com uma ou duas aplicações de glifosato a 960 g ia ha⁻¹ no controle de plantas concorrentes, resulta em maior atividade microbiana representada pela maior respiração basal e maior quociente metabólico, indicando maior mineralização no solo. A estabilidade da microbiota do solo foi favorecida pela não aplicação de herbicida glifosato e imazetapir.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Trigo, de Passo Fundo-RS pelo fornecimento das sementes de soja, à FAPERGS financiamento (Proade 3, 05/2234-4) à pesquisa e bolsa, ao PROAP/CAPES pelo apoio financeiro, à SESU-MEC pela bolsa PET e ao Centro Agropecuário da Palma pelo apoio na instalação do experimento.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. Application of eco-physiological quocientes (qCO₂ and qP) on microbial biomasses from soils of diferent cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.22, n.2, p.251-255, 1990.

ANDERSON, J.P.E.; DOMSCH, K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.10, p.215-221, 1978.

ARAUJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R.; ABARKELI, R.B. Efect of glyphosate on the microbial activity of two Brazilian soils. **Chemosphere**, Oxford, v.52, p.799-804, 2003.

BUSSE, M.D.; RATCLIFF, G.A.; SHESTAK, C.J.; POWERS, R.F. Glyphosate toxicity and the effects of long-term vegetation control and soil on soil microbial communities. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.33, p.1777-1789, 2001.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Recomendações de adubação e calagem para os estados do

Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 4 ed., Passo Fundo:SBCS – Núdeo Regional Sul, 2004.

EMBRAPA- **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – Brasília: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2 ed., 306p, 2006.

FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização do microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.991-996, 1999.

GIMSING, A.L.; BORGGAORD, O.K.; JACOBSEN, O.S.; AAMAND, J.; SORENSEN, J. Chemical and microbiological soil characteristics controlling glyphosate mineralisation in Danish surface soils. **Applied Soil Ecology**, Denmark, v.27, p.233-242, 2004.

HANEY, R.L.; SENSEMAN, S.A.; HONS, F. M. Bioremediation and Biodegradation: Effect of Roundup Ultra on Microbial Activity and Biomass from Selected Soils. **Journal Environmental Quality**, Texas, v.31, p.730-735, 2002.

LIPHADZI, K.B.; AL-KHATIB, K.; BENSCH, C.N.; STAHLMAN, P.W.; DILLE, J.A.; TODD, T.; RICE, C.W.; HORAK, M.J.; HEAD, G. Soil microbial and nematode communities as affected by glyphosate and tillage practices in a glyphosate-resistant cropping system. **Weed Science**, Champaign, v.53, n.4, p. 536-545, 2005.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Agricultura brasileira em números- Anuário 2005. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br>> acesso em: 25 set. 2006.

PASSIANOTO, C.C; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V.; LIMA, A.C.R.; LIMA, C.L.R. Atividade e biomassa microbiana no solo com a aplicação de dois diferentes lodos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7, n.2, p. 125-130, 2001.

SANTOS, V.B.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R. M.V.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S.; SILVA, D. G. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.3, p. 333-338, 2004.

BÄRWALD et al. Efeito do controle de plantas concorrentes na biomassa e atividade microbiana em planossolo cultivado com..

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BONHEN, H. Análises de solos, plantas e outros materiais. 2ª ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p, 1995 (Boletim Técnico 5).

VANCE, E.D; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extracion method for measuring soil microbial biomass c. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.19, n.6, p.703-707, 1987.