

# ATIVIDADE MICROBIANA E PRODUÇÃO DE MILHO (*Zea mays*) E DE *Brachiaria brizantha* SOB DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS<sup>1</sup>

*Microbial Activity and Production of Corn (Zea mays) and Brachiaria brizantha Under Different Methods of Weed Control*

JAKELAITIS, A.<sup>2</sup>, SANTOS, J.B.<sup>3</sup>, VIVIAN, R.<sup>3</sup> e SILVA, A.A.<sup>4</sup>

RESUMO - Avaliaram-se nesta pesquisa os efeitos dos herbicidas atrazine + nicosulfuron aplicados no consórcio entre milho e *Brachiaria brizantha* sobre a atividade microbiana do solo e a produtividade de ambas as espécies consorciadas. Os tratamentos constituíram-se do consórcio entre o milho e a forrageira *B. brizantha*, tratado com os herbicidas atrazine (1.500 g ha<sup>-1</sup>) ou a mistura deste com nicosulfuron (0, 4 e 32 g ha<sup>-1</sup>), e de duas testemunhas, representadas pelo consórcio capinado e sem capina. Os herbicidas foram aplicados 30 dias após a emergência (DAE) do milho. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados a respiração, a biomassa microbiana (BM) e o quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) de amostras de solo coletadas aos sete dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), no florescimento e em pré-colheita do milho. Amostras de solo não tratadas foram coletadas a campo e tratadas com herbicidas atrazine (1.500 g ha<sup>-1</sup>) + nicosulfuron (0, 2, 4, 8, 16 e 32 g ha<sup>-1</sup>) em laboratório, onde se determinaram também a respiração, a BM e o qCO<sub>2</sub>. Em pré-colheita do milho, avaliaram-se as massas secas das plantas daninhas e da forrageira e o rendimento de grãos de milho. Observou-se que os métodos de controle não influenciaram a respiração, a BM e o qCO<sub>2</sub> no solo nas três épocas avaliadas em campo e nas amostras de solo tratadas em laboratório. Todavia, em campo, verificou-se maior BM por ocasião do florescimento e maior qCO<sub>2</sub> após a aplicação dos herbicidas, aos 7 DAA. Maior produção de massa seca de plantas daninhas foi observada nas parcelas não-capinadas e naquelas tratadas somente com atrazine. O rendimento forrageiro de *B. brizantha* foi superior no consórcio capinado, enquanto o rendimento de grãos de milho foi superior tanto no consórcio capinado quanto nas parcelas tratadas com nicosulfuron.

**Palavras-chave:** atrazine, biomassa microbiana, consórcio, nicosulfuron, plantio direto, quociente metabólico.

**ABSTRACT** - This study aimed to evaluate the effects of atrazine + nicosulfuron on soil microbial activity and biomass production of corn and *Brachiaria brizantha* intercropping. The treatments were constituted of corn and *B. brizantha* intercropping, treated with atrazine (1,500 g ha<sup>-1</sup>), or with atrazine + nicosulfuron (0, 4 and 32 g ha<sup>-1</sup>) and two controls represented by intercropping control with and without weeds. Herbicides were applied 30 days after corn emergence (DAE). The experiment was arranged in a randomized block design, with four replicates. Microbial biomass (MB), respiration and metabolic quotient (qCO<sub>2</sub>) obtained from soil samples seven days after herbicide application on corn flowerage and pre-harvesting were evaluated. No-treated soil samples were collected in field and treated with atrazine (1,500 g ha<sup>-1</sup>) + nicosulfuron (0, 2, 4, 8, 16 and 32 g ha<sup>-1</sup>) under laboratory condition. Weed and *B. brizantha* dry matter and corn grain yield were evaluated at corn pre-harvesting. Methods of control did not influence respiration,

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 30.7.2006 e na forma revisada em 27.2.2007.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Av. Norte Sul, 7300, 78987-000 Rolim de Moura-RO, <ajakelaitis@unir.br>. <sup>3</sup> Pós-graduando do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – DFT/UFV, Av P. H. Rolfs, s/n, Campus da UFV, 36570-000 Viçosa-MG, <jbarbosasantos@yahoo.com.br>, <agrovivian@yahoo.com.br>; <sup>4</sup> Professor Associado – DFT/UFV, <aasilva@ufv.br>.



*MB nor  $qCO_2$  but higher MB in flowerage and higher  $qCO_2$  were observed after seven days of application. Higher weed dry matter production was observed in the control treated only with atrazine. Forage yield of *B. brizantha* was superior in the control plots without weeds, while corn grain yield was superior both in the control plots without weeds and treated with nicosulfuron.*

**Keywords:** atrazine, microbial biomass, intercrop, nicosulfuron, no-tillage, metabolic quotient.

## INTRODUÇÃO

Recentemente, tem se observado crescente interesse pela integração entre a agricultura e a pecuária no que diz respeito a técnicas de cultivos que possam ser aplicadas na renovação de pastagens degradadas. Dentre as técnicas pesquisadas, destaca-se a utilização de culturas cultivadas em sistemas de sucessão, rotação ou em consórcios com espécies forrageiras (Kichel et al., 1998; Kluthcouski et al., 2003). A recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria* spp. com a semeadura direta de soja em sistemas de rotação cultura anual-pastagem constitui uma das formas de integração mais utilizadas (Kluthcouski & Yokoyama, 2003). Outra técnica de cultivo baseia-se na semeadura de espécies forrageiras consorciadas com culturas anuais de interesse econômico, como o milho, o arroz e o sorgo (Kluthcouski et al., 2003).

No consórcio da forrageira *Brachiaria brizantha* com milho, vários trabalhos demonstram que a competição e o sombreamento exercidos pelo milho reduziram o crescimento e a produção de forragem de *B. brizantha* até a senescência da cultura, porém com rápido estabelecimento da pastagem após a colheita do milho (Portes et al., 2000; Jakelaitis, 2004). Por sua vez, em experimentos com o consórcio de milho e *Brachiaria* spp., Cobucci (2001) e Jakelaitis (2004) relatam que a forrageira não afetou o rendimento de milho e que em outros ensaios foi necessário o uso de herbicidas em doses reduzidas como regulador de crescimento da forrageira para, com isso, assegurar a produção econômica de milho.

A utilização de herbicidas no consórcio entre milho e gramíneas forrageiras tem sido uma prática recomendada no controle da interferência exercida pela forrageira sobre a cultura e no controle de plantas daninhas (Jakelaitis et al., 2005; Freitas et al., 2005).

Dentre os herbicidas utilizados, têm-se destacado o atrazine e algumas sulfonilurêias, como o nicosulfuron e a mistura pronta de foramsulfuron + iodossulfuron methyl sodium. No entanto, essas sulfonilurêias são consideradas não-seletivas para plântulas do gênero *Brachiaria*, quando as aplicações são realizadas em pós-emergência precoce nas doses comerciais indicadas para milho; dessa forma, em consórcio, esses herbicidas são usados em baixas doses, aquém da recomendada para o monocultivo de milho (Jakelaitis et al., 2005).

A atividade microbiana no solo constitui importante fator que influencia o comportamento de herbicidas, e a taxa de dissipação dessas moléculas no ambiente é obtida em função da interação existente entre os microrganismos, o substrato e os constituintes do solo (Aislabie & Lloyd-Jones, 1995). A taxa de evolução de  $CO_2$  do solo tem sido utilizada como índice da atividade e da biomassa microbiana do solo. A biomassa microbiana responsável pelo controle de funções essenciais no solo – como a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica, ou transformações envolvendo nutrientes minerais ou compostos no solo – tem sido proposta como medida sensível de distúrbios no solo, principalmente daqueles resultantes da aplicação de substâncias xenobióticas. Pesquisas indicam que herbicidas afetam negativamente a biomassa microbiana (Edwards, 1989; Wardle, 1994; Perschbacher et al., 1997; Kinney et al., 2005; Santos et al., 2005); no entanto, tais estudos ainda são escassos em condições de clima, sistemas de cultivo e solos tropicais.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos dos herbicidas atrazine + nicosulfuron, aplicados no consórcio entre milho e *Brachiaria brizantha*, sobre a atividade e biomassa microbiana do solo e a produtividade de ambas as espécies consorciadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se este trabalho em Coimbra-MG, em Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, onde se cultiva milho consorciado com *B. brizantha* há três anos em sistema de semeadura direta. Quinze dias antes da semeadura, fez-se a dessecação química da vegetação com glyphosate ( $1.440 \text{ g ha}^{-1}$ ) e a coleta de solo à profundidade de 0,20 m, cuja análise química constou de pH em água de 5,30; H+Al, Ca e Mg de 4,29; 2,00 e  $0,80 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente; P de  $25,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ; K de  $32,3 \text{ mg dm}^{-3}$ ; matéria orgânica de  $3,75 \text{ dag kg}^{-1}$ ; e granulometria de 44, 11 e  $45 \text{ dag kg}^{-1}$  de areia, silte e argila, respectivamente.

A semeadura das espécies consorciadas foi feita simultaneamente em 13/12/2004, com semeadora-adubadora específica para o sistema de semeadura direta. O milho, DKB455, foi semeado no espaçamento de 1 m entre fileiras, sendo utilizadas sete sementes por metro linear. A profundidade de semeadura foi de 4 cm, com adubação de plantio de  $320 \text{ kg ha}^{-1}$  da formulação 08-28-16 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). *B. brizantha* cv. Vitória-MG5 com 76% de valor cultural foi semeado a profundidade de 1,5 cm, no espaçamento de 0,5 m nas entrelinhas do milho, seguindo a recomendação de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes puras viáveis. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada com uréia aos 25 dias depois da emergência (DAE) do milho, aplicando-se  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Os tratamentos avaliados em campo foram compostos do consórcio entre o milho e a forrageira *B. brizantha* tratado com os herbicidas atrazine ( $1.500 \text{ g ha}^{-1}$ ) e a mistura deste com nicosulfuron (0, 4 e  $32 \text{ g ha}^{-1}$ , respectivamente), aplicados aos 30 DAE do milho. Também foram avaliadas duas testemunhas, representadas pelo consórcio capinado e sem capina, sendo mantido nessas condições durante todo o ciclo de convivência. Foi adotado o delineamento em blocos completos casualizados (DBC), com quatro repetições. Cada unidade experimental teve  $60 \text{ m}^2$ , constituída por seis fileiras de milho de dez metros de comprimento e doze fileiras da forrageira.

Os herbicidas foram aplicados com pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, equipado com barra dotadas de pontas de pulverização TT 110.02, que aspergiu  $100 \text{ L ha}^{-1}$  de calda.

A aplicação foi feita de manhã, com solo úmido, velocidade do vento inferior a  $5 \text{ km h}^{-1}$ , umidade relativa do ar e temperatura de 88% e  $26 \text{ }^\circ\text{C}$ , respectivamente. As plantas daninhas predominantes antes da aplicação eram *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis* e *Bidens pilosa*.

Para avaliação da atividade microbiana, as amostras de solo foram coletadas aos sete dias após aplicação dos herbicidas (DAA), no início do florescimento e em pré-colheita do milho. A profundidade amostrada foi de 0 a 10 cm e a amostragem foi aleatória, retirando-se dez amostras simples com trado, que constituíram uma única amostra composta por parcela. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e mantidas sob refrigeração durante o transporte e posterior armazenamento no Laboratório de Herbicidas no Solo da Universidade Federal de Viçosa. As amostras, após serem passadas por peneira de 2 mm, secas ao ar e determinado o teor de água, foram pesadas e incubadas em erlenmeyer com teor de água a 80% da capacidade de campo.

A respiração microbiana foi estimada a partir da quantidade de CO<sub>2</sub> evoluído das amostras de solo, o qual foi capturado em frascos com 100 mL de NaOH ( $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ ), em sistema contínuo de fluxo de ar isento de CO<sub>2</sub> e umidade após sete dias de incubação. Em seguida, procedeu-se à titulação do NaOH com HCl ( $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ ), em que o excesso de NaOH que não reagiu com o CO<sub>2</sub> evoluído foi quantificado. Após a avaliação, determinou-se o carbono da biomassa microbiana (CBM) pelo método descrito por Vance et al. (1987), utilizando-se, em lugar do clorofórmio (fumigação), forno de microondas (irradiação) (Islam & Weil, 1998), e o quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) foi calculado pela relação entre o CO<sub>2</sub> acumulado e o CBM.

Para aferição foram coletadas também amostras de solo das testemunhas que não receberam os herbicidas no campo, as quais foram processadas em laboratório (conforme detalhamento anterior) e adicionadas em erlenmeyer, onde receberam os herbicidas (atrazine + nicosulfuron) por meio de pulverização com uma seringa. Atrazine ( $1.500 \text{ g ha}^{-1}$ ) + nicosulfuron (0, 2, 4, 8, 16 e  $32 \text{ g ha}^{-1}$ ) foram aplicados com base na área coberta por solo no frasco. Nesse caso, também houve uma testemunha sem herbicidas. Os frascos com



solo foram incubados por 35 dias em sistema contínuo de fluxo de ar, e as avaliações da respiração microbiana foram realizadas em cinco épocas (7, 14, 21, 28 e 35 dias após incubação), constituindo um fatorial 7x5 com quatro repetições, em DBC. Da mesma forma descrita anteriormente, no final do período de incubação realizou-se a determinação do CBM e do  $qCO_2$ .

As avaliações da massa seca de plantas daninhas e de *B. brizantha* foram feitas em pré-colheita do milho por meio de duas amostras de 1 m<sup>2</sup> nas parcelas, onde as plantas foram cortadas rente ao solo, separadas por espécies, secas em estufa de ventilação forçada a 70 °C até obtenção da massa constante e, posteriormente, pesadas. Também foram determinados o estande final e o rendimento de grãos de milho (13% de umidade), em área útil de 10 m<sup>2</sup> nas parcelas.

A respiração microbiana, o CBM e o  $qCO_2$  – avaliados aos 7 DAA dos herbicidas, no início do florescimento e em pré-colheita do milho – foram analisados como parcelas subdivididas, em que os tratamentos no campo constituíram as parcelas e as épocas de avaliação as sub-parcelas, sendo os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a respiração microbiana

resultante da aplicação dos herbicidas, em laboratório, foram ajustadas curvas de regressão para evolução do  $CO_2$  acumulado durante o período de 35 dias de incubação, e para o CBM e o  $qCO_2$  foram obtidos modelos de regressão em função das doses testadas. Os modelos referentes ao  $CO_2$  acumulado nos 35 dias de incubação foram testados quanto à igualdade de parâmetros e identidade de modelos, conforme procedimento descrito por Regazzi (2002). As massas secas de plantas daninhas e de *B. brizantha*, bem como o estande e o rendimento de milho, foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação entre os tratamentos utilizados no consórcio entre milho e *B. brizantha* e as avaliações realizadas aos 7 DAA dos herbicidas, no florescimento e em pré-colheita do milho para atividade respiratória dos microrganismos, mensurada pelo desprendimento de  $CO_2$  de amostras de solo (Tabela 1). Os valores encontrados para a atividade respiratória situaram-se entre 47 e 57  $\mu g\ g^{-1}\ d^{-1}$  de  $CO_2$  liberado. Quando as amostras de solo providas de área não tratada com herbicidas (testemunha de campo) receberam estes em laboratório e foram incubadas

**Tabela 1** -  $CO_2$  liberado pela atividade respiratória, carbono da biomassa microbiana (CBM) e quociente metabólico ( $qCO_2$ ) em amostras de solo sob milho consorciado com *Brachiaria brizantha* retiradas de parcelas submetidas a diferentes manejos culturais, em avaliações realizadas aos sete dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), no florescimento e em pré-colheita do milho

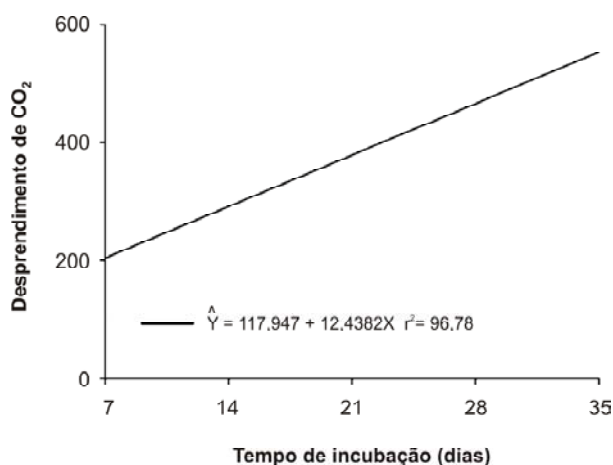
Tratamento	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	Atividade respiratória <sup>1/</sup>	CBM <sup>2/</sup>	$qCO_2$ <sup>3/</sup>
Atrazine	1.500	56,392 a	254,574 a	0,222 a
Atrazine + nicosulfuron	1.500 + 4	51,715 a	239,660 a	0,216 a
Atrazine + nicosulfuron	1.500 + 32	47,775 a	213,496 a	0,224 a
Testemunha capinada	-	47,925 a	244,232 a	0,196 a
Testemunha sem capina	-	56,605 a	263,803 a	0,215 a
Época de avaliação		Atividade respiratória	CBM	$qCO_2$
7 DAA	-	49,720 a	151,435 c	0,328 a
Florescimento do milho	-	50,048 a	342,877 a	0,146 c
Colheita do milho	-	56,480 a	235,148 b	0,240 b
CV (%)		11,49	18,09	24,23

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1/</sup>  $\mu g\ g^{-1}\ d^{-1}\ CO_2$ ; <sup>2/</sup>  $\mu g\ g^{-1}$ ; e <sup>3/</sup>  $\mu g\ CO_2\ \mu g\ CBM^{-1}\ d^{-1}$ .

por cinco semanas, também não foi verificado efeito das doses crescentes de nicosulfuron associado ao atrazine, do atrazine isolado e do solo não-tratado, sendo a taxa de desprendimento de  $\text{CO}_2$  explicada por somente um modelo de regressão, em função do período de incubação (Figura 1). Nesse modelo foi observado que o  $\text{CO}_2$  acumulado expressou-se linearmente em todos os tratamentos, com respiração média de  $12,44 \mu\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1} \text{CO}_2$ . Assim, verificou-se que, para o Argissolo Vermelho Amarelo, a quantidade de carbono adicionada via nicosulfuron ou atrazine, nas doses testadas, não promoveu alterações na atividade respiratória dos microrganismos.

O CBM também não foi afetado em decorrência do manejo adotado durante a convivência das espécies consorciadas (Tabela 1). Todavia, foram observados maiores valores de CBM no florescimento do milho, seguidos das avaliações realizadas em pré-colheita e aos 7 DAA dos herbicidas. De acordo com Cattelan & Vidor (1990), a atividade e o CBM são influenciados, entre outros fatores, pela temperatura, umidade, aeração e disponibilidade de substrato no solo. No entanto, nesta pesquisa não foram observadas mudanças climáticas, como déficit hídrico prolongado, que refletissem em alterações significativas no CBM.

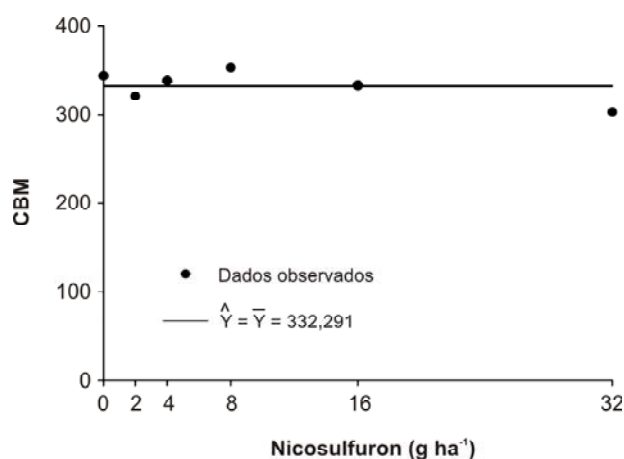


**Figura 1** -  $\text{CO}_2$  liberado pela atividade microbiana ( $\mu\text{g CO}_2 \text{ g}^{-1}$  de solo) em Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico que recebeu os herbicidas atrazine ( $1.500 \text{ g ha}^{-1}$ ) em mistura com nicosulfuron ( $0, 2, 4, 8, 16$  e  $32 \text{ g ha}^{-1}$ ), em laboratório, e a testemunha sem herbicidas incubados por trinta e cinco dias.



Assim, os maiores valores do CBM obtidos no florescimento do milho podem estar associados à maior atividade metabólica da cultura nesta fase, que conseqüentemente aumenta a quantidade de exsudados radiculares e de substrato para microrganismos, podendo ter estimulado a comunidade microbiana por meio do efeito rizosférico. Da mesma forma verificada no florescimento do milho, o maior CBM observado em pré-colheita pode ser em decorrência do crescimento e estabelecimento de *B. brizantha* nessa época, sendo que a forrageira se estabelece a partir da senescência do milho e da entrada de radiação no dossel da cultura (Jakelaitis, 2004).

O CBM também não se alterou quando o solo foi tratado com herbicidas em condições de laboratório (Figura 2). Tratado com a mistura de atrazine e as doses crescentes de nicosulfuron, o CBM médio foi de  $332,29 \mu\text{g g}^{-1}$  de carbono, enquanto para a testemunha não-tratada ele foi de  $363,34 \mu\text{g g}^{-1}$ . Igualmente observado para o  $\text{CO}_2$ , verifica-se que em solo com aporte de matéria orgânica as moléculas herbicidas não se proveram de substrato significativo para a microbiota ou não causaram efeito tóxico sobre esta a ponto de alterar significativamente este indicador da qualidade do solo.

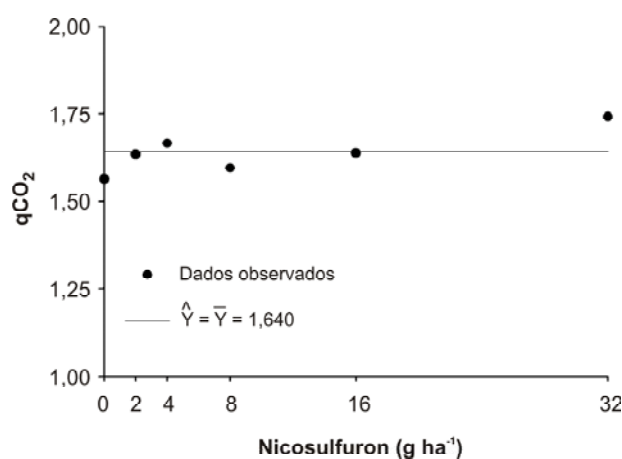


**Figura 2** - Carbono da biomassa microbiana (CBM) ( $\mu\text{g g}^{-1}$  de solo) em Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico que recebeu os herbicidas atrazine em mistura com nicosulfuron ( $0, 2, 4, 8, 16$  e  $32 \text{ g ha}^{-1}$ ), em laboratório. A CBM da testemunha sem herbicida foi de  $363,34 \mu\text{g g}^{-1}$  de solo.

Outro indicador de qualidade do solo é o quociente metabólico ( $qCO_2$ ), proposto por Anderson & Domsch (1985), o qual prediz que, à medida que a biomassa microbiana se torna eficiente em utilizar os recursos, menor quantidade de carbono é perdida como  $CO_2$  pela respiração, sendo este imobilizado no tecido microbiano; conseqüentemente, menor  $qCO_2$  representa biomassa microbiana mais estável, ou ambiente com menor grau de distúrbio. Assim, da mesma forma verificada para a atividade respiratória e para o CBM, os tratamentos adotados no manejo da interferência da forrageira com o milho não influenciaram esta variável (Tabela 1). Entretanto, à medida que se avançaram as fases fenológicas das espécies consorciadas e, conseqüentemente, houve aumento do CBM do solo, foram observados menores valores do  $qCO_2$ , refletindo a maior eficiência dos microrganismos em utilizar os substratos orgânicos disponíveis. Observou-se também que o solo incubado e tratado com os herbicidas em laboratório não promoveu alteração significativa do  $qCO_2$ , provavelmente pelo benefício advindo do conteúdo de carbono orgânico presente nesse solo, que lhe confere maior estabilidade perante substâncias adicionadas ao sistema (Figura 3). A avaliação do  $qCO_2$  fornece uma idéia da estabilidade do solo entre sistemas de cultivo (Santos, 2005). Em trabalhos realizados por Santos et al. (2005) com herbicidas e sistemas de cultivo, foi observado que o  $qCO_2$  de solos preparados com aração e gradagem foi superior ao observado em semeadura direta, evidenciando menor condição de distúrbio neste último; que, da mesma forma, a aplicação de herbicidas promove

aumento no  $qCO_2$  em solo sob preparo convencional; e que o efeito negativo de herbicidas sobre a microbiota do solo é diminuído em semeadura direta.

Quanto às plantas daninhas, foi observada maior produção de massa seca nas parcelas não-capinadas e naquelas tratadas somente com o herbicida atrazine, em relação às demais tratadas com nicosulfuron, independentemente da dose testada (Tabela 2). Esse fato deveu-se à eficiência do atrazine no controle de *B. pilosa* e à ineficiência no controle das gramíneas *D. horizontalis* e *B. plantaginea*. Acrescentando o nicosulfuron ao atrazine,



**Figura 3** - Quociente metabólico ( $qCO_2$ ) ( $\mu g CO_2 \mu g CBM^{-1}$ ) no período de incubação em Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico que recebeu os herbicidas atrazine em mistura com nicosulfuron (0, 2, 4, 8, 16 e 32  $g ha^{-1}$ ), em laboratório. O  $qCO_2$  da testemunha sem herbicida foi de 1,633  $\mu g CO_2 \mu g CBM^{-1}$  no período de incubação.

**Tabela 2** - Massa seca de *Brachiaria brizantha* e de plantas daninhas, população e rendimento de grãos de milho avaliados em pré-colheita do milho em consórcio

Tratamento	Dose (g ha <sup>-1</sup> )	<i>B. brizantha</i>	Planta daninha	Milho	
		Massa seca (kg ha <sup>-1</sup> )		População (plantas ha <sup>-1</sup> )	Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )
Atrazine	1.500	3.132,4 b	3.782,4 a	51.666,7 a	2.629,8 b
Atrazine + nicosulfuron	1.500 + 4	2.490,0 b	982,1 b	53.518,5 a	5.954,2 a
Atrazine + nicosulfuron	1.500 + 32	517,2 c	520,5 b	55.833,3 a	6.656,4 a
Testemunha capinada	-	8.136,3 a	-	52.686,7 a	5.159,9 a
Testemunha sem capina	-	2.749,2 b	4.366,4 a	53.981,5 a	2.701,3 b
CV (%)		19,85	21,07	11,30	13,16

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

verificou-se supressão no acúmulo de massa seca dessas gramíneas, principalmente *B. plantaginea*, na ordem de 77,5 e 88,1% para as doses de 4 e 32 g ha<sup>-1</sup> de nicosulfuron, respectivamente, se comparado às parcelas não-capinadas. Resultados semelhantes quanto à eficiência de controle de plantas daninhas promovida pela mistura de atrazine + nicosulfuron no consórcio de milho e *B. brizantha* são relatados por Jakelaitis et al. (2005) e Freitas et al. (2005).

O acúmulo de massa seca de *B. brizantha* avaliada em pré-colheita do milho está indicado na Tabela 2. A produção de forragem foi superior no consórcio capinado, seguido pela produção do tratamento com atrazine e da testemunha sem capina, os quais foram semelhantes entre si e superiores aos demais tratamentos em que o nicosulfuron foi empregado. Ficou evidente que a toxicidade do nicosulfuron sobre a forrageira – advinda com o aumento da dose e a interferência de plantas daninhas – pode comprometer o rendimento forrageiro, corroborando as informações de Silva et al. (2004) e Jakelaitis (2004). Em convivência com as plantas daninhas, observou-se que as monocotiledôneas *B. plantaginea* e *D. horizontalis* são espécies altamente agressivas a *B. brizantha* consorciada. A redução promovida por elas foi de 66,2 e 61,5% no rendimento forrageiro de *B. brizantha* da testemunha, sem capina, e quando se utilizou o atrazine, respectivamente, em comparação com o consórcio capinado. Por outro lado, utilizando o nicosulfuron, nas doses de 4 e 32 g ha<sup>-1</sup>, associado ao atrazine, verificou-se decréscimo no rendimento forrageiro de *B. brizantha* de 69,4 e 93,6%, respectivamente, comparado à testemunha capinada.

Entretanto, em decorrência de se utilizar o milho como cultura acompanhante à forrageira com o objetivo de ressarcimento dos custos de implantação do pasto, justifica-se o uso da sulfoniluréia em subdoses no controle da interferência da forrageira durante a convivência com a cultura e no controle de plantas daninhas, principalmente quando a área se encontra infestada com monocotiledôneas, como *B. plantaginea*. Essa justificativa torna-se clara quando se analisa a produção de milho (Tabela 2). A interferência imposta pelas plantas daninhas mostradas na testemunha

sem capina e no tratamento com atrazine refletiu em menor produção de grãos: na ordem de 2.458,6 kg ha<sup>-1</sup> (47,6%) e 2.530,1 kg ha<sup>-1</sup> (49,0%) em relação à testemunha capinada e de 3.955,1 kg ha<sup>-1</sup> (59,4%) e 4.026,6 kg ha<sup>-1</sup> (60,5%) se comparado ao uso da maior dose do nicosulfuron associado ao atrazine (Tabela 2). Já a interferência promovida por *B. brizantha* no milho (testemunha capinada) não diferiu daquela manejada com o nicosulfuron, confirmando que o milho, quando consorciado, apresenta vantagem competitiva em relação a *B. brizantha*, conforme observado por Cobucci (2001), Cobucci & Portela (2003), Jakelaitis et al. (2005) e Freitas et al. (2005). Os tratamentos avaliados não afetaram a população de plantas de milho (Tabela 2).

Em síntese, verificou-se que a mistura de nicosulfuron + atrazine em subdosagem constitui-se em ferramenta no manejo da interferência e no controle de plantas daninhas no consórcio entre milho e *B. brizantha*, e esta, quando aplicada em agrossistemas estáveis, como o de semeadura direta com aporte de carbono orgânico, não influencia a atividade respiratória dos microrganismos e o CBM e não condiciona o ambiente edáfico à condição de distúrbio ou estresse.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

## LITERATURA CITADA

- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. **Biol. Fertil. Soils**, v. 1, p. 81-89, 1985.
- AISLAYLABIE, J.; LLOYD-JONES, G. A. A review of bacterial degradation of pesticides. **Aust. J. Soil Res.**, v. 33, n. 6, p. 925-942, 1995.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 14, p. 133-142, 1990.
- COBUCCI, T.; PORTELLA, C. M. O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Eds). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAP, GO, 2003. 569 p.



- COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIN, L. **Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 721 p.
- EDWARDS, C. A. Impact of herbicides on soil ecosystems. **Crit. Rev. Plant Sci.**, v. 8, p. 221-257, 1989.
- FREITAS, F. C. L. et al. A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005.
- ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biol. Fertil. Soils**, v. 27, p. 408-416, 1998.
- JAKELAITIS, A. **Técnicas para implantação do consórcio milho com *Brachiaria* spp.** 2004. 73 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.
- JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 59-68, 2005.
- KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; MACEDO, F. C. L. Uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 40-42.
- KINNEY, C. A.; MANDERNACK, K. W.; MOSIER, A. R. Laboratory investigations into the effects of the pesticides mancozeb, chlorothalonil, and prosulfuron on nitrous oxide and nitric oxide production in fertilized soil. **Soil Biol. Biochem.**, v. 37, p. 837-850, 2005.
- KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 2003. p. 129-141.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 2003. 569 p.
- PERSCHBACHER, P. W. et al. Evaluation of effects of common aerially-applied soybean herbicides and propanil on the plankton communities of aquaculture ponds. **Aquaculture**, v. 157, p. 117-122, 1997.
- PORTES, T. A. et al. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.
- REGAZZI, J. A. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de parâmetros no caso de dados de delineamentos experimentais. **R. Ceres**, v. 46, n. 266, p. 283-409, 1999.
- SANTOS, J. B. **Atividade microbiana após aplicação de herbicidas utilizados no cultivo do feijoeiro**. 2005. 71 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- SANTOS, J. B. et al. Atividade microbiana do solo após aplicação de herbicidas em sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 683-691, 2005.
- SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa, MG: Suprema, 2004. v. 6. p. 117-169.
- VANCE, E. D. et al. An extraction method for measuring soil microbial biomass. **Soil Biol. Biochem.**, v. 19, p. 703-707, 1987.
- WARDLE, D. A. Impact of disturbances on detritus food-webs in agro-ecosystems of contrasting tillage and weed management practices. **Adv. Ecol. Res.**, v. 26, p. 10-17, 1994.

