

CHRISTIANE AUGUSTA DINIZ MELO

**ATIVIDADE MICROBIANA E INTERFERÊNCIA DE PLANTAS  
DANINHAS NA CULTURA DO MILHO EM SOLO COM DIFERENTES  
MANEJOS DE FERTILIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M528a  
2012

Melo, Christiane Augusta Diniz, 1985-  
Atividade microbiana e interferência de plantas daninhas na  
cultura do milho em solo com diferentes manejos de  
fertilidade / Christiane Augusta Diniz Melo. – Viçosa, MG,  
2012.  
ix, 67f. : il. ; 29cm.

Orientador: Francisco Affonso Ferreira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Ervas daninhas - Controle. 2. Milho - Nutrição. 3. Milho  
- Crescimento. 4. Microorganismos do solo. 5. Calcário.  
6. Silfício. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 632.5

CHRISTIANE AUGUSTA DINIZ MELO

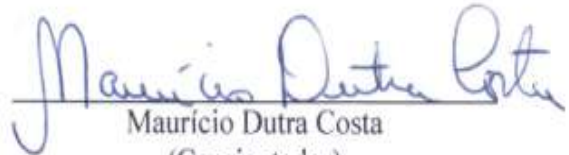
**ATIVIDADE MICROBIANA E INTERFERÊNCIA DE PLANTAS  
DANINHAS NA CULTURA DO MILHO EM SOLO COM DIFERENTES  
MANEJOS DE FERTILIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de fevereiro de 2012.



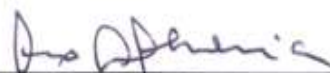
Lino Roberto Ferreira  
(Coorientador)



Maurício Dutra Costa  
(Coorientador)



Leonardo David Tuffi Santos



Francisco Affonso Ferreira  
(Orientador)

Aos meus pais José Arnaldo e Maria Augusta, meu  
irmão Douglas e meu noivo Wilker,  
pelo amor, apoio e incentivo.

Dedico

Aos familiares, amigos de Ita e Viçosa, pela torcida.

Ofereço

“... todas as armas de que precisamos para vencer qualquer batalha estão dentro de nós;  
basta ter fé, determinação e paciência que a vitória virá...”

Autor desconhecido

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Departamento de Fitotecnia (DFT), pela oportunidade de realizar o mestrado;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro;

Ao professor Francisco Affonso Ferreira, pela confiança, pelos conselhos e pela orientação em todos estes anos;

Aos coorientadores Lino Roberto Ferreira e Maurício Dutra Costa, pela atenção, pelas sugestões ao trabalho e pelos ensinamentos;

Ao professor Paulo Roberto Cecon, pela ajuda na execução das análises estatísticas;

Ao professor Leonardo David Tuffi Santos, pela participação na banca e pelas sugestões dadas;

Às secretárias da Pós-graduação do DFT, Tatiane e Rafaela, pelo suporte nos momentos de dúvida;

Ao técnico da EMATER-MG Rogério Jacinto Gomes, pela colaboração ao estudo e por permitir a retirada do solo na área experimental em Cajuri-MG.

Ao Tironi e funcionários do Vale da Agronomia-UFV, pelo auxílio na coleta do solo.

Aos estudantes de graduação, pós-graduação, técnicos e professores da Equipe Plantas Daninhas, pela convivência, pelo aprendizado e pela valiosa ajuda na realização deste trabalho.

Aos colegas do laboratório de Associações Micorrízicas, em especial ao André, Zé Maria, Gilberto, Tomás e Cíntia, pela boa recepção, pelas dicas e assistência na utilização dos equipamentos.

Aos colegas que passaram pelos laboratórios de Herbicida na Planta e no Solo: Leo, Marcelo, Aroldo, Pará, Evander, Alessandra, Leandra, Tironi, Tibúrcio, Naira e Larissa, pela amizade, pelo incentivo e participação em minha formação acadêmica.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para que eu chegasse até aqui. Muito Obrigada!

## **BIOGRAFIA**

Christiane Augusta Diniz Melo, filha de José Arnaldo de Melo e Maria Augusta Resende Melo, nasceu em 17 de setembro de 1985 em Itapeçerica, Minas Gerais.

Ingressou, em 2005, no curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, graduando-se Engenheira Agrônoma em janeiro de 2010. Em março de 2010, iniciou o Mestrado em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação em 16 de fevereiro de 2012.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	01
1.1. LITERATURA CITADA .....	05
2. ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES POR PLANTAS DANINHAS E DE MILHO EM CONVIVÊNCIA EM SOLO COM DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE.....	10
2.1. RESUMO .....	10
2.2. ABSTRACT .....	11
2.3. INTRODUÇÃO .....	12
2.4. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
2.6. AGRADECIMENTOS .....	32
2.7. LITERATURA CITADA .....	32
3. ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO CULTIVADO COM MILHO EM CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS SOB DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE.....	37
3.1. RESUMO .....	37
3.2. ABSTRACT .....	38
3.3. INTRODUÇÃO .....	39
3.4. MATERIAL E MÉTODOS .....	41
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
3.6. AGRADECIMENTOS .....	61
3.7. LITERATURA CITADA .....	61
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66

## RESUMO

MELO, Christiane Augusta Diniz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Atividade microbiana e interferência de plantas daninhas na cultura do milho em solo com diferentes manejos de fertilidade.** Orientador: Francisco Affonso Ferreira. Coorientadores: Lino Roberto Ferreira e Maurício Dutra Costa

A habilidade competitiva das culturas e das plantas daninhas está relacionada à utilização eficiente dos recursos do meio na qual se encontram. No entanto, pode também estar relacionada com as associações dessas espécies com a microbiota do solo e a capacidade de alterá-la para minimizar a interferência. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da interferência de cinco plantas daninhas no acúmulo de matéria seca e no conteúdo relativo de macronutrientes de plantas de milho, bem como a biomassa e a atividade microbiana associada às plantas daninhas e de milho em monocultivo e em competição, em solos com diferentes manejos de fertilidade. O experimento foi realizado em casa de vegetação, considerando-se como primeiro fator quatro manejos de fertilidade do solo (com silicato de cálcio e magnésio e adubação; com calcário e adubação; sem correção de acidez, mas com adubação; sem correção de acidez e sem adubação) e como segundo fator cinco arranjos de competição entre *Zea mays* e as plantas daninhas *Brachiaria brizantha*, *Ipomoea grandifolia*, *Conyza canadensis*, *Hyptis suaveolens* e *Bidens pilosa*, acrescido das seis espécies em monocultivo e de solo sem cultivo. A convivência do milho com plantas daninhas provocou reduções médias de 43,9%, 39,8% e 41,9% na massa da matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e total da cultura, respectivamente. Sob interferência de *B. brizantha*, o milho apresentou reduções superiores a 50% no conteúdo de todos os macronutrientes, sendo esta a planta daninha mais danosa a cultura. Adicionalmente, *B. brizantha* e *B. pilosa* em competição com o milho se destacaram entre as demais plantas daninhas, apresentando elevada habilidade de extração e utilização de macronutrientes nas quatro condições de solo. Observou-se tendência de redução do carbono da biomassa microbiana (CBM) nos solos que não tiveram correção de acidez. *B. pilosa* e o arranjo formado por *Z. mays* e *B. brizantha*, independente do solo, apresentaram elevados valores de CBM. Baixa atividade biológica foi verificada no solo sem correção de acidez e sem adubação. No solo corrigido com silicato de cálcio e magnésio e cultivado com milho livre de interferência, o quociente metabólico ( $qCO_2$ ) foi maior do que com as plantas

daninhas em monocultivo e arranjos de competição, sugerindo maior suscetibilidade desse sistema a perdas de carbono. *Z. mays* em competição com *H. suaveolens* mostrou ser o sistema misto mais conservativo da matéria orgânica ( $<qCO_2$ ) nos quatro manejos de fertilidade do solo. As plantas daninhas apresentaram não só habilidades competitivas distintas, provocando reduções consideráveis no acúmulo de matéria seca e nutrientes das plantas de milho, como também potencial diferenciado para ciclagem dos nutrientes estudados, a depender da condição de solo. Silicato de cálcio e magnésio e calcário não diferiram quanto à interferência das plantas daninhas sobre o acúmulo de biomassa seca das plantas de milho, sendo variável a influência dessas fontes sobre o acúmulo de nutrientes pelas plantas em monocultivo ou sob interferência. A biomassa e atividade microbiana foram alteradas pelas espécies de plantas, pela convivência e pelos manejos de fertilidade do solo, e a manipulação dos microrganismos do solo pode ser uma estratégia utilizada pela cultura do milho e, ou pelas plantas daninhas para minimizar a competição em determinado ambiente.

## ABSTRACT

MELO, Christiane Augusta Diniz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2012. **Microbial activity and weed interference on corn in soil with different fertility managements.** Adviser: Francisco Affonso Ferreira. Co-advisers: Lino Roberto Ferreira and Maurício Dutra Costa

The competitive ability of crops and weeds is related to the efficient use of environmental resources. However, it may also be related to the associations of these species with soil microbiota and the ability to change it to minimize interference. The objective of this study was to evaluate the effects of the interference of five weeds in dry matter accumulation of corn plants and in the relative content of nutrients, as well as evaluate the biomass and microbial activity associated with weeds and corn in monoculture and in competition, in soils with different fertility managements. The experiment was conducted in a protected environment, considering four soil fertility managements (with calcium and magnesium silicate and fertilization; with limestone and fertilization; without correction of acidity, but with fertilization; without correction of acidity and without fertilization) and five arrangements competition between *Zea mays* and the weeds *Brachiaria brizantha*, *Ipomoea grandifolia*, *Conyza canadensis*, *Bidens pilosa* and *Hyptis suaveolens*, addition of species in monoculture and soils without plants. The coexistence of corn with weeds caused average reductions of 43.9%, 39.8% and 41.9% in dry matter of shoot, root and total culture, respectively. Under interference of *B. brizantha*, the corn had reductions exceeding 50% in the content of all macronutrients, being this weed the most damaging to the culture. Additionally, *B. brizantha* and *B. pilosa* in competition with corn stood out among the other weeds and has high ability to extract and use macronutrients in the four soil conditions. There was a tendency of reduction of microbial biomass carbon (MBC) in soils that receive were not correction acidity. *B. pilosa* and the arrangement formed by *Z. mays* and *B. brizantha*, showed high values of MBC, regardless of soil management. Low biological activity was observed in soil without acidity correction and without fertilization. In soil with calcium and magnesium silicate and maize plants in monoculture, the metabolic quotient ( $qCO_2$ ) was higher than the value observed with the weeds in monoculture and in competition arrangements, suggesting greater susceptibility of this system for carbon losses. *Z. mays* in competition with *H. suaveolens* was the arrangement that had

greater preservation of organic matter ( $<qCO_2$ ) in the four soils. The weeds showed different competitive abilities causing reductions in the dry matter and nutrients accumulation in the corn plants, and showed distinct potential for nutrient cycling, depending on soil condition. Calcium and magnesium silicate and limestone did not differ in the weed interference on the dry biomass of corn plants, being the influence of these sources variable on nutrient accumulation by plants in monoculture or under interference. The microbial biomass and activity were altered by plant species, interference and managements of soil fertility. The manipulation of soil microorganisms may be a strategy used by corn and, or the weeds to minimize the competition in a given soil.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O manejo da fertilidade do solo envolvendo correção de acidez e adubação é prática comum em solos tropicais e determinante para a produtividade das culturas.

Os silicatos de cálcio e magnésio vêm sendo utilizados como opção para a correção de acidez em substituição aos calcários devido às características químicas e físicas desses materiais (Barbosa Filho et al., 2004). Como efeito adicional ao fornecimento de nutrientes, além de diminuir a disponibilidade de elementos considerados nocivos às plantas, a exemplo dos metais pesados, essa correção estimula a atividade microbiana e resulta, também, na preservação do teor de matéria orgânica do solo e, em alguns casos, no seu aumento pelo maior aporte de resíduos vegetais (Borges et al., 2003).

Diversos autores têm trabalhado com escórias industriais no sentido de melhorar os conhecimentos sobre o efeito desses resíduos no solo e nas culturas de interesse agrônômico. As escórias de siderurgia são fontes de silício para as culturas e, apesar de não ser considerado elemento essencial para as plantas, o silício é tido como elemento favorável para o crescimento e a produção de algumas espécies, principalmente por aumentar a disponibilidade do fósforo, aumentar a resistência ao ataque de pragas e doenças e aumentar a fotossíntese líquida. Trabalhos realizados com gramíneas, leguminosas, fruteiras tropicais e café comprovam os efeitos benéficos do silício para diversas espécies vegetais (Korndörfer et al., 1999; Barbosa Filho et al., 2000; Prado et al., 2002; Barbosa Filho et al., 2004; Carvalho-Puppato et al., 2004; Moraes et al., 2006; Marcussi et al., 2008).

Os silicatos de cálcio e magnésio possuem liberação de nutrientes mais lenta no solo que os calcários, apresentando, portanto, efeito residual importante para ampliar a manutenção da neutralização da acidez do solo e a liberação de nutrientes e de silício para as plantas (Prado e Fernandes, 2000; Prado et al., 2003). Martins e Alovisi (2010) verificaram que, três anos após aplicação das doses de silicato de cálcio, a cana soca se beneficiou do residual desta fonte, evidenciado por aumentos lineares de altura de planta, diâmetro do colmo e número de perfilhos. Efeito residual positivo apresentado pelo silicato de cálcio e magnésio, bem como pelo calcário foi observado por Prado et al. (2003), após 48 meses da aplicação na produção da soqueira de cana-de-açúcar e nos atributos de acidez do solo, e por Rocha et al. (2011) que constataram efeito residual satisfatório das fontes de correção de acidez

no estado nutricional, desenvolvimento e produção de grãos de sorgo cultivado no segundo ano após aplicação dos corretivos e cultivo de milho.

A correção de acidez em sistema de plantio direto é feita através da aplicação superficial do corretivo. Considerando que a correção em superfície pode ter ação limitada às camadas superficiais, principalmente nos primeiros anos de cultivo, uma alternativa para a melhoria do ambiente radicular seria a aplicação de gesso agrícola em superfície (Caires et al., 2003). Vários resultados indicaram aumento de produtividade de soja, milho e trigo em função da aplicação superficial de calcário e gesso em sistema de plantio direto já estabelecido (Oliveira e Pavan, 1996; Caires et al., 2002, 2004). A correção de acidez do solo, independente da fonte utilizada e da associação com o gesso agrícola, é prática importante principalmente quando a saturação por alumínio é alta e quando se utilizam espécies e cultivares sensíveis ao alumínio, como no caso do milho.

A acidez do solo pode afetar a produtividade do milho por restringir o crescimento radicular em decorrência de teores tóxicos de  $Al^{3+}$  e deficiência de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ . Para a cultura do milho, a correção de acidez é necessária quando o solo apresentar concentração de  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$  inferior a  $3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e saturação por alumínio superior a 15%, considerado por Alves et al. (1999) o nível de saturação crítico suportado pela cultura.

Além das características químicas do solo, a convivência da cultura com plantas daninhas, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento, pode resultar em prejuízos à produção e operacionalização da colheita. A cultura do milho, apesar de ser considerada competitiva por sombrear intensamente o solo, é afetada pela interferência de plantas daninhas, reduzindo o crescimento e a produtividade de grãos (Constantin et al., 2007). Reduções de produtividade ocorrem de forma direta, por meio de competição por água, nutrientes e luz, além de perdas indiretas na colheita (Pitelli, 1985). As perdas podem atingir mais de 85% no sistema de plantio convencional e 100% no sistema de plantio direto, dependendo das condições ambientais e da população de plantas daninhas na área (Carvalho et al. 2007).

De acordo com Silva et al. (2007) algumas características conferidas às plantas daninhas como a elevada capacidade de produção de sementes ou outros disseminulos, a manutenção da viabilidade das sementes no solo por longo tempo, a capacidade diferenciada de germinação e o rápido desenvolvimento inicial, fazem com que elas sejam mais eficientes no uso de fatores do ambiente e dominem as

espécies cultivadas. Essas e outras características conferem às plantas daninhas elevada agressividade mesmo em ambientes adversos ao desenvolvimento do milho, como por exemplo, em situações de baixa disponibilidade hídrica e, ou de alta saturação por alumínio no solo, apresentando uso mais eficiente da água, com bom desenvolvimento do sistema radicular, respectivamente.

A habilidade competitiva de uma espécie está relacionada à utilização eficiente dos recursos do meio no qual a planta se encontra (Rizzardí et. al., 2001). No entanto, pode também estar relacionada com as associações dessas plantas com a microbiota do solo e a capacidade de alterá-la para minimizar a competição. Diversos são os trabalhos envolvendo a competição por recursos entre plantas daninhas e o milho (Balbinot e Fleck, 2005; Severino et al., 2005; Salgado et al., 2006; Galon et al., 2008; Carvalho et al., 2007; Carvalho et al., 2011), porém, não há pesquisas considerando as interações entre microrganismos do solo e plantas daninhas como possível fator de interferência na cultura.

Santos (2009) constatou a presença de associações de fungos micorrízicos arbusculares com algumas plantas daninhas e, avaliando o crescimento e o acúmulo de nutrientes em oito plantas daninhas, plantas de milho e de feijão, cultivadas em solo fumigado e não-fumigado, observou que as culturas de feijão e milho foram menos afetadas pela esterilização do solo em comparação às plantas daninhas, evidenciando uma possível dependência dessas últimas às associações com a biota edáfica (Santos et al., 2012). Assim, pode-se inferir que a vantagem competitiva das plantas daninhas sobre as culturas pode ser, em parte, resultante da interação dessas plantas com diversos grupos de microrganismos do solo (Reinhart e Callaway, 2006). Essa associação pode proporcionar às espécies vegetais envolvidas, maior eficiência no uso dos recursos disponíveis, principalmente água e nutrientes (Smith e Read, 1997), tornando-as mais aptas a competir com as culturas.

De acordo com Siqueira e Franco (1988) a sobrevivência e a capacidade produtiva dos vegetais estão condicionadas aos microrganismos do solo a eles associados. Deste modo, como comprovada a complexa relação entre microbiota do solo e espécies vegetais num dado ecossistema (Nusslein e Tiedje, 1999; Aquino e Assis, 2005; Moreira e Siqueira, 2006), espera-se que características de adaptabilidade de plantas daninhas, sejam influenciadas diretamente por microrganismos do solo. Vários autores relataram a maior capacidade de adaptação e desenvolvimento de plantas em ambientes que permitem a associação com

microrganismos do solo (Siqueira e Franco, 1988; Aquino e Assis, 2005; Silva e Mendonça, 2007), sendo a rizosfera o sítio onde ocorre exsudação de compostos da planta para o solo, caracterizado pela maior proliferação das populações microbianas no local.

A rizosfera foi definida por Hiltner (1904) como a região ao redor das raízes onde há crescimento microbiano, podendo variar de acordo com fatores relacionados ao solo, idade e espécie vegetal, dentre outros. Atualmente, a rizosfera é definida como “a região do solo que recebe influência direta das raízes, possibilitando proliferação microbiana”. Nela, os microrganismos desempenham importante papel nos sistemas naturais e agrícolas, já que participam das transformações da matéria orgânica e dos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes.

Os exsudatos radiculares influenciam o crescimento de bactérias e fungos que colonizam a rizosfera pela alteração do ambiente do solo circundante, servindo como substrato para crescimento seletivo de microrganismos do solo, capazes de utilizar eficientemente determinado substrato. Por sua vez, os microrganismos influenciam a composição e a quantidade de vários componentes dos exsudatos radiculares, por meio de seus efeitos no metabolismo das células da raiz, bem como no estado nutricional das plantas (Cardoso e Nogueira, 2007). Assim, a comunidade microbiana da rizosfera pode variar em estrutura e composição de espécies em função do tipo de solo, de características do ambiente e das plantas como espécie, estado nutricional, idade, estresse, vigor, profundidade do sistema radicular, número e tamanho de raízes, quantidade de exsudatos, materiais solúveis, mucigel e mucilagem produzidos (Moreira e Siqueira, 2006).

Na literatura são escassos trabalhos que abordam a influência de diferentes manejos de fertilidade do solo na interferência de plantas daninhas sobre a cultura do milho, bem como os efeitos desses sobre a atividade microbiana. Além disso, informações sobre as interações existentes entre as plantas daninhas e a microbiota do solo a elas associadas e as implicações dessas associações sobre a competição com a cultura do milho são incipientes, justificando-se a realização desse trabalho.

## 1.1. LITERATURA CITADA

ALVES, V. M. C. et al. Sugestões de adubação para diferentes culturas em Minas Gerais - Milho. In: RIBEIRO, A. C. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa, CFSEMG, p. 313-316, 1999.

AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L., (Eds.). **Processos biológicos do sistema solo-planta**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 181-200, 2005.

BALBINOT JR., A. A.; FLECK, N. G. Competitividade de dois genótipos de milho (*Zea mays*) com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 415-421, 2005.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Importância do silício para a cultura do arroz: uma revisão de literatura. **Informações Agronômicas**, v. 8, p. 1-9, 2000. (Encarte técnico)

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Influência da escória silicatada na acidez do solo e na produtividade de grãos de arroz de terras altas. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, p. 323-331, 2004.

BORGES, A. L. et al. **Cultivo orgânico de fruteiras tropicais – manejo do solo e da cultura**. Cruz das Almas – BA: Embrapa CNPMF, 2003. 12p. (Circular Técnica, 64)

CAIRES, E. F. et al. Lime and gypsum application on the wheat crop. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 357-364, 2002.

CAIRES, E. F. et al. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 275-286, 2003.

CAIRES, E. F. et al. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 125-136, 2004.

CARDOSO, E. J. B. N; NOGUEIRA, M. A. A rizosfera e seus efeitos na comunidade microbiana e na nutrição de plantas. In: SILVEIRA, A. P. D; FREITAS, S. S. **Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental**, Campinas: Instituto Agronômico, 2007. p 79-96.

CARVALHO, L. B. et al. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho Var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v.25, n. 2, p. 293-301, 2007.

CARVALHO, F. P. et al. Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 373-382, 2011.

CARVALHO-PUPATTO, J. G. et al. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1213-1218, 2004.

CONSTANTIN, J. et al. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade do milho. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 513-520, 2007.

GALON, L. et al. Períodos de interferência de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho na Região Sul do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 779-788, 2008.

HILTNER, L. Über neuere Erfahrungen und Probleme auf dem Gebiet der Bodenbakteriologie unter besonderer Berücksichtigung der Gründüngung und Brache. **Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft**, v. 98, p. 59-78, 1904.

KORNDÖRFER, G. H. Existe alguma relação entre Si e Plantio Direto? In: **Direto no Cerrado**, APDC - Associação de Plantio Direto no Cerrado, 1999.

NÜSSLEIN, K.; TIEDJE, J. M. Soil bacterial community shift correlated with change from forest to pasture vegetation in a tropical soil. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 3622-3644, 1999.

MARCUSSI, S. A. et al. Resposta da cultura do milho à aplicação de calcário e de escória de siderurgia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.563-574, 2008.

MARTINS, F. C.; ALOVISI, A. M. T. Efeito residual do silicato de cálcio na cana soca. **Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente**, v. 13, n. 17, p. 397-407, 2010.

MORAES, S. R. G. et al. Efeito de fontes de silício na incidência e na severidade da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, p. 69-75, 2006.

MOREIRA, F. S. M.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Universidade Federal de Lavras, 2006. 626 p.

OLIVEIRA, E. L.; PAVAN, M. A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. **Soil & Tillage Research**, v. 38, p. 47-57, 1996.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Eficiência da escória de siderurgia em Areia Quartzosa na nutrição e na produção de matéria seca de cana-de-açúcar cultivada em vaso. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v. 18, p. 36-39, 2000.

PRADO, R. M. et al. Efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 24, p. 1493-1500, 2002.

PRADO, R. M. et al. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, p. 287-296, 2003.

REINHART, K. O; CALLAWAY. R. M. Soil biota and invasive plants. **New Phytologist**, v. 170, n. 3, p. 445-457, 2006.

RIZZARDI, M. A. et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 707-714, 2001.

ROCHA L. C. M. et al. Efeito residual da escória de siderurgia como fonte de silício para cultura do sorgo. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.18, n. 2, p. 101-115. 2011.

SALGADO T. P. et al. Efeitos da adubação fosfatada nas relações de interferência inicial entre plantas de milho (*Zea mays*) e de tiririca (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 37-44, 2006.

SANTOS, E. A. **Microrganismos do solo no manejo integrado de plantas daninhas**. 2009. 56p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

SANTOS, E. A. et al. The effects of soil fumigation on the growth and mineral nutrition of weeds and crops. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, n. 2, p. 207-212, 2012.

SEVERINO F. J. et al. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. I – Implicações sobre a cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 589-596, 2005.

SILVA, A. A. et al. Biologia de Plantas Daninhas . In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas**. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. Editora UFV. p.17-80, 2007.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria Orgânica do Solo. In: NOVAIS et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG. Editora: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. UFV. p. 275-374, 2007.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do Solo: Fundamentos e Perspectivas**. Lavras: Esal/Faepe, 1988. 236p.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**. London. 1997. 605p.

## 2. ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E MACRONUTRIENTES POR PLANTAS DANINHAS E DE MILHO CULTIVADAS EM CONVIVÊNCIA EM SOLO COM DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE

### 2.1. RESUMO

Nos sistemas agrícolas o entendimento da interferência de plantas daninhas sobre as culturas é de grande importância. No entanto, pouco se sabe sobre a influência do manejo de fertilidade do solo nas relações de competição entre plantas. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da interferência de plantas daninhas no acúmulo de matéria seca e no conteúdo relativo de macronutrientes do milho, em solo com diferentes manejos de fertilidade. O ensaio foi realizado em casa de vegetação, incluindo quatro manejos de fertilidade do solo (com silicato de cálcio e magnésio e adubação; com calcário e adubação; sem correção de acidez, mas com adubação; sem correção de acidez e sem adubação) e onze cultivos (cinco arranjos de competição entre *Zea mays* e as plantas daninhas *Brachiaria brizantha*, *Ipomoea grandifolia*, *Conyza canadensis*, *Hyptis suaveolens* e *Bidens pilosa*, acrescido das seis plantas em monocultivo). A convivência do milho com plantas daninhas provocou reduções médias de 43,9%, 39,8% e 41,9% na massa da matéria seca da parte aérea, do sistema radicular e total da cultura, respectivamente. Sob interferência de *B. brizantha*, o milho apresentou reduções superiores a 50% no conteúdo de todos os macronutrientes, sendo esta a planta daninha mais danosa à cultura. Adicionalmente, *B. brizantha* e *B. pilosa* em competição com o milho apresentaram elevado acúmulo de nutrientes nas quatro condições de solo. As plantas daninhas reduziram semelhante e significativamente o acúmulo de matéria seca de plantas de milho cultivadas nos solos que receberam correção de acidez e adubação. Silicato de cálcio e magnésio e calcário não diferiram quanto à interferência das plantas daninhas sobre o acúmulo de biomassa seca das plantas de milho, sendo variável a influência dessas fontes sobre o acúmulo de nutrientes pelas plantas em monocultivo ou sob interferência. As plantas daninhas apresentaram, a depender do manejo de fertilidade de solo, potenciais diferenciados de ciclagem dos macronutrientes.

**Palavras-chave:** interferência, conteúdo relativo de nutrientes, calcário, silicato de cálcio e magnésio

# ACCUMULATION OF DRY MATTER AND MACRONUTRIENTS BY WEED AND CORN IN COEXISTENCE IN SOIL WITH DIFFERENT FERTILITY MANAGERMENTS

## 2.2. ABSTRACT

In agricultural systems the understanding of weed interference on crops is very important. However, little is known about the influence of soil fertility management in competitive relations between plants. The objective of this study was to evaluate the effects of weed interference in dry matter accumulation and content of macronutrients on corn under different soil fertility management. The experimental test was conducted in a greenhouse, considering four soil fertility management (with calcium and magnesium silicate and fertilization; with limestone and fertilization; without correction of acidity, but with fertilization; without correction of acidity and without fertilization) and eleven cultivations (five arrangements competition between *Zea mays* and the weeds *Brachiaria brizantha*, *Ipomoea grandifolia*, *Conyza canadensis*, *Hyptis suaveolens* and *Bidens pilosa*, plus the six species in monoculture). The coexistence of corn with weeds caused average reductions of 43.9%, 39.8% and 41.9% in dry matter of shoot, root and total culture, respectively. Under interference of *B. brizantha*, the corn had reductions exceeding 50% in the content of all macronutrients, being this weed the most damaging to the culture. Additionally, *B. brizantha* and *B. pilosa* in competition with corn stood out among the other weeds and has high ability to extract and use macronutrients in the four soil conditions. Weeds reduced the dry matter accumulation of corn plants grown in soils that received correction of acidity and fertilization similarly. Calcium and magnesium silicate and limestone did not differ in the weed interference on the dry biomass of corn plants, being the influence of these sources variable on nutrient accumulation by plants in monoculture or under interference. The weeds showed distinct potential for nutrient cycling, depending on the management of soil fertility.

**Keywords:** interference, relative content of nutrients, limestone, calcium and magnesium silicate

### 2.3. INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros, em geral, apresentam elevada acidez, sendo esta característica um dos principais fatores limitantes à produção agrícola. Dessa forma, a correção é prática essencial para a garantia do sucesso da produtividade das culturas, tendo como benefício além da neutralização da acidez do solo, o fornecimento de cálcio e magnésio e a redução da toxidez de alumínio. No sistema de plantio direto a correção de acidez tem sido realizada mediante a aplicação do corretivo na superfície do solo, sem incorporação (Soratto e Crusciol, 2008a).

Os silicatos de cálcio e magnésio, principais constituintes das escórias de siderurgia, apresentam efeito corretivo da acidez do solo similar aos calcários. Possuem macro e micronutrientes e ainda silício, considerado como elemento benéfico para as plantas. Adicionalmente, algumas fontes de silicato são mais solúveis que o calcário, apresentando, portanto, maior potencial para a correção da acidez do solo em profundidade (Ramos et al., 2006).

A resposta das culturas à correção superficial em sistema de plantio direto tem sido positiva quando a acidez do solo é elevada (Soratto e Crusciol, 2008b), principalmente quando a saturação por alumínio é alta e quando se utiliza espécies e cultivares sensíveis ao alumínio, como no caso do milho.

A cultura do milho destaca-se no contexto da Integração Lavoura e Pecuária devido às inúmeras aplicações que esse cereal tem dentro da propriedade agrícola, quer seja na alimentação animal e humana, ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente (Alvarenga et al., 2006).

Plantas de milho apresentam elevada capacidade em absorver e utilizar água e nutrientes, além de alta eficiência no uso da radiação solar. Todavia, a presença de plantas daninhas desde a fase inicial de desenvolvimento da cultura pode acarretar perdas e redução da produtividade, uma vez que além de competir pelos recursos de crescimento, algumas podem ainda inviabilizar a colheita mecanizada. De modo geral, as plantas daninhas apresentam grande capacidade adaptativa e competitiva (Silva et al., 2007), no entanto, estudos sobre aspectos positivos da presença dessas plantas devem ser também considerados quando se objetiva o manejo integrado da lavoura (Merotto et al., 2001).

As plantas daninhas requerem, para seu desenvolvimento, os mesmos fatores de crescimento exigidos pela cultura do milho, estabelecendo um processo

competitivo quando se desenvolvem conjuntamente. As perdas ocasionadas na cultura do milho em razão da interferência imposta pelas plantas daninhas têm sido descritas na ordem de 13,1%, podendo chegar a 85% nos casos em que não tenha sido realizado nenhum método de controle (Carvalho et al., 2007).

A competição por nutrientes é de grande importância, pois estes, na maioria das vezes, são limitados (Carvalho et al., 2007). A alocação de biomassa, além de ser outro aspecto fundamental na competição entre espécies de plantas (Domingos et al., 2005), é um fator que está condicionado à habilidade competitiva das mesmas (Barrat-Segretain, 2001).

O entendimento da competição entre espécies de plantas é de fundamental importância nos sistemas agropecuários, notadamente onde são feitas associações entre plantas com diferentes características e habilidades competitivas. A competição entre plantas ocorre tanto abaixo como acima do solo e deve-se considerar que existe uma associação entre estes dois ambientes (Zanine e Santos, 2004). Ademais, é importante conhecer, sob diversos manejos de fertilidade do solo, a capacidade de extração e acúmulo de nutrientes apresentado pelas plantas daninhas quando não estão em competição, de modo que o seu potencial de ciclagem e fornecimento de nutrientes possa ser considerado nos programas de manejo integrado.

A nutrição e a produtividade das culturas são afetadas pelas modificações químicas do solo causadas pela adição de corretivos de acidez e adubação. Estudos comparativos de fontes de corretivo de acidez são comuns na literatura, contudo, não há trabalhos sobre a possível influência da sua utilização sobre as relações de competição entre plantas daninhas e o milho. Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos da interferência de plantas daninhas no acúmulo de matéria seca e no conteúdo relativo de macronutrientes de plantas de milho, em solo com diferentes manejos de fertilidade.

## **2.4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.4.1. Histórico da área de coleta das amostras de solo**

A área de coleta das amostras de solo está situada no município de Cajuri, MG, localizada no terço médio de uma encosta, com latitude 20° 46' 19" S, longitude 42° 46' 20" W e altitude de 678,74 m. Desde novembro de 2008, como forma de

recuperação da pastagem degradada, a área é conduzida com sistemas de Integração Lavoura Pecuária. No início das atividades em 2008 o solo, classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com textura de argilosa a muito argilosa, apresentava as seguintes características químicas: pH (água) = 4,4; matéria orgânica = 2,10 dag kg<sup>-1</sup>; P = 1,9 mg dm<sup>-3</sup>, K = 14,0 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Al<sup>+3</sup>, H + Al, SB e CTC<sub>efetiva</sub> = 0,2, 0,1, 1,8, 8,75, 0,34 e 2,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; saturação por bases = 4% e saturação por alumínio = 84 %.

Para implantação do sistema de Integração Lavoura Pecuária foi realizada uma roçada da vegetação existente e distribuição a lanço, de calcário (calcário dolomítico, dose de 5,68 t/ha – PRNT 104,8%) ou silicato de cálcio e magnésio (AgroSilício<sup>®</sup>, dose de 7,01 t/ha – PRNT 85%), conforme recomendação baseada em análise de solo, 60 dias antes da semeadura simultânea do milho e da braquiária. As necessidades de calcário e de silicato de cálcio e magnésio foram calculadas para neutralizar o Al<sup>3+</sup>, considerando a saturação crítica do Al<sup>3+</sup> de 15 %, e elevar os teores de Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> até 3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, de acordo com a exigência da cultura do milho (Alves et al., 1999).

Decorridos 50 dias da aplicação das fontes de correção de acidez, realizou-se a dessecação da área com glyphosate e 2,4-D. Para a semeadura utilizou-se o híbrido de milho DKB 390 e a *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

Em parcelas de 64 m<sup>2</sup> (6,4 x 10 m) com oito fileiras de milho e braquiária (mesma linha e semeio simultâneo), espaçadas de 0,8 m, foram implantados quatro tratamentos que constaram da aplicação isolada de duas fontes de corretivo do solo (calcário ou silicato de cálcio e magnésio), distribuídos em superfície, e da presença ou ausência de adubação química, além de uma testemunha sem adubação e correção. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições.

As adubações de plantio e cobertura nos anos de 2008 foram realizadas com a utilização de 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 8-24-12 + 0,4% de Zn e 0,2% de B e 500 kg ha<sup>-1</sup> de 30-0-10, respectivamente. Após a colheita do milho a área foi pastoreada por bovinos até 20 dias antes do próximo cultivo.

No segundo ano (2009) e no terceiro (2010) foram realizadas novamente a dessecação, a semeadura simultânea de milho e braquiária e adubação de plantio e cobertura seguindo a mesma metodologia do primeiro ano.

## 2.4.2. Etapa experimental referente ao presente trabalho

Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 - 10 cm, em abril de 2011, nos tratamentos estabelecidos a campo em 2008. O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação, em esquema fatorial 4 x 11, no delineamento em blocos casualizados com três repetições. Os fatores constituíram-se de quatro manejos de fertilidade de solo e onze cultivos, os quais corresponderam a cinco arranjos de competição entre o milho e as plantas daninhas, além das seis espécies em monocultivo.

Posteriormente à coleta do solo, as amostras foram caracterizadas quimicamente (Tabela 1) e identificadas como: AA – recebeu correção de acidez com silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – recebeu correção de acidez com calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação.

Tabela 1 – Características químicas das amostras de solo coletadas na profundidade de 0-10 cm no município de Cajuri-MG, 2011.

Manejos de fertilidade	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC (t)	V	m	M.O.
				mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			----%----		dagkg <sup>-1</sup>
AA <sup>1</sup>	5,9	8,6	71	3,8	1,5	0,0	4,79	5,48	5,48	53	0	3,3
CA	5,9	10,3	74	3,8	1,1	0,0	5,12	5,09	5,09	50	0	2,8
AS	4,8	11,6	70	1,1	0,6	0,8	9,73	1,88	2,68	16	30	3,7
SS	4,5	2,2	36	0,3	0,2	1,9	11,72	0,59	2,49	5	76	3,5

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação.

Foram avaliadas cinco espécies de plantas daninhas: *Brachiaria brizantha* (braquiarião), *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Hyptis suaveolens* (cheirosa), *Conyza canadensis* (buva) e *Bidens pilosa* (picão-preto) escolhidas pela comum ocorrência na área experimental onde foram realizadas as coletas de solo.

Previamente ao preenchimento dos vasos, todas as amostras de solo foram adubadas com sulfato de amônio (0,20 g dm<sup>-3</sup> de N), superfosfato simples (0,20 g dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (0,18 g dm<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O), mantendo as características distintas provenientes da aplicação das fontes de correção de acidez de solo e adubação residual do campo.

Logo após, sementes de milho (híbrido 390 VT Pro) foram distribuídas simultaneamente às das plantas daninhas nos vasos contendo 5,5 kg de substrato, restando em cada vaso, após desbaste, uma planta de milho no centro com mais

quatro plantas daninhas da mesma espécie, formando os cinco arranjos de competição. A unidade experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta de milho ou uma planta daninha isolada ou em competição. As plantas foram irrigadas conforme necessidade, mantendo-se a umidade do solo próxima à capacidade de campo.

Após a emergência de todas as espécies, decorridos dez dias da sementeira, procedeu-se ao desbaste, mantendo-se o milho em convivência com as plantas daninhas por mais 55 dias. Nesta data, as plantas de milho apresentavam 6-8 folhas completamente expandidas e as plantas daninhas, com exceção de *B. pilosa* e *H. suaveolens* que se encontravam em estágio de florescimento, apresentavam-se em fase vegetativa.

Após o período de convivência, a parte aérea das plantas daninhas e de milho foi seccionada rente ao solo e suas raízes coletadas e lavadas. O material coletado foi acondicionado em sacos de papel e levado para estufa de circulação forçada de ar (65° C), onde foram deixadas até atingir massa constante. Foi obtida a massa da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, sendo calculada a massa da matéria seca total (massa da matéria seca do sistema radicular + massa da matéria seca da parte aérea, g) e a razão entre sistema radicular e parte aérea (massa da matéria seca do sistema radicular/ massa da matéria seca da parte aérea, g g<sup>-1</sup>).

Posteriormente, todo o material seco da parte aérea de milho e das plantas daninhas foi moído, em moinho tipo Wiley, homogeneizado e encaminhado ao Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, para determinação dos teores dos macronutrientes. A partir da massa da matéria seca da parte aérea e de seus respectivos teores de nutrientes, procedeu-se o cálculo do conteúdo de macronutriente na parte aérea dessas plantas cultivadas nas quatro condições de solo.

Para interpretação dos resultados, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Além do desdobramento da interação significativa, optou-se por apresentar também o estudo das comparações de cada fator isolado, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). Para análise do efeito dos manejos de fertilidade do solo sobre o acúmulo de matéria seca das cinco plantas daninhas utilizou-se também o teste de Duncan para comparações múltiplas a 5% de probabilidade.

## 2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interferência causada pelas cinco plantas daninhas no acúmulo de matéria seca variou de acordo com a espécie e o manejo de fertilidade do solo envolvido. Observou-se, como efeito isolado dos fatores, resposta semelhante para as variáveis de massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), massa da matéria seca do sistema radicular (MSSR) e massa da matéria seca total (MST). Independente dos manejos de fertilidade do solo, a convivência de plantas de milho com plantas daninhas no mesmo vaso provocou reduções médias de 43,9 %, 39,8 % e 41,9 % na MSPA, MSSR e MST da cultura, respectivamente (Tabelas 2 a 4).

Tabela 2 – Massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de milho em convivência com plantas daninhas em solo com diferentes manejos de fertilidade.

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
MSPA (g)					
<i>Zea mays</i>	13,29 Ba <sup>2</sup>	21,12 Aa	7,09 Ca	3,80 Ca	11,32 a
<i>Z. mays+Brachiaria. brizantha</i>	4,20 Bb	11,35 Ab	5,09 Ba	2,44 Ba	5,77 b
<i>Z. mays+Ipomoea grandifolia</i>	5,78 Ab	8,93 Ab	8,79 Aa	3,95 Aa	6,86 b
<i>Z. mays+Hyptis suaveolens</i>	7,42 ABb	8,88 Ab	5,32 ABa	2,76 Ba	6,10 b
<i>Z. mays+Conyza canadensis</i>	7,70 Ab	8,10 Ab	4,11 Aa	5,04 Aa	6,24 b
<i>Z. mays+Bidens pilosa</i>	6,71 ABb	11,89 Ab	6,70 ABa	1,75 Ba	6,76 b
Média	7,52 B	11,71 A	6,18 B	3,29 C	

CV= 43,02%

<sup>1</sup>/AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>/Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Tabela 3 – Massa da matéria seca do sistema radicular (MSSR) de plantas de milho em convivência com plantas daninhas em solo com diferentes manejos de fertilidade

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
MSSR (g)					
<i>Zea mays</i>	13,46 Ba <sup>2</sup>	19,74 Aa	7,78 Ca	4,15 Ca	11,29 a
<i>Z. mays+Brachiaria. brizantha</i>	7,90 Ab	9,46 Ab	6,02 ABa	1,19 Ba	6,14 b
<i>Z. mays+Ipomoea grandifolia</i>	6,28 Ab	8,81 Ab	7,89 Aa	3,65 Aa	6,66 b
<i>Z. mays+Hyptis suaveolens</i>	6,34 ABb	10,15 Ab	6,74 ABa	2,99 Ba	6,56 b
<i>Z. mays+Conyza canadensis</i>	9,72 Aab	7,40 Ab	5,49 Aa	5,16 Aa	6,94 b
<i>Z. mays+Bidens pilosa</i>	7,90 Ab	11,12 Ab	10,58 Aa	1,55 Ba	7,66 b
Média	8,51 B	11,11 A	7,42 B	3,12 C	

CV = 40,49%

<sup>1</sup>/AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>/Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Comparando o efeito dos manejos de fertilidade do solo sobre MSPA, MSSR e MST, verificou-se menor produção de biomassa seca pelas plantas de milho quando cultivadas em solo com adição de silicato de cálcio e magnésio e adubação, comparativamente àquelas cultivadas em solo que recebeu calcário e adubação (Tabelas 2 a 4). Chaves e Vasconcelos (2006), trabalhando com plantas de milho, não obtiveram respostas positivas quanto ao crescimento vegetativo desta cultura à aplicação de xisto, resíduo industrial rico em silício, mesmo com melhorias em diversos aspectos do solo. Os autores atribuíram o resultado à baixa capacidade de absorção de silício pela cultivar de milho estudada.

Tabela 4 – Massa da matéria seca total (MST) de plantas de milho em convivência com plantas daninhas em solo com diferentes manejos de fertilidade

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
	MST (g)				
<i>Zea mays</i>	26,75 Ba <sup>2</sup>	40,86 Aa	14,87 Ca	7,95 Ca	22,61 a
<i>Z. mays+Brachiaria. brizantha</i>	12,11 ABb	20,81 Ab	11,12 ABa	3,63 Ba	11,92 b
<i>Z. mays+Ipomoea grandifolia</i>	12,05 Ab	17,74 Ab	16,68 Aa	7,60 Aa	13,52 b
<i>Z. mays+Hyptis suaveolens</i>	13,76 ABb	19,03 Ab	12,06 ABa	5,76 Ba	12,65 b
<i>Z. mays+Conyza canadensis</i>	17,43 Aab	15,49 Ab	9,60 Aa	10,20 Aa	13,18 b
<i>Z. mays+Bidens pilosa</i>	14,09 Ab	23,01 Ab	17,28 Aa	3,29 Ba	14,42 b
Média	16,03 B	22,83 A	13,60 B	6,40 C	
	CV = 39,53%				

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Observou-se melhor desempenho do milho em convivência com *B. brizantha* no solo com adição de calcário e adubação em relação aos demais (Tabela 2). Este efeito pode ser atribuído à menor produção de massa seca total de *B. brizantha* no referido solo, diferentemente do observado nas outras condições de solo (Figura 1). Nos outros arranjos de competição não foi detectada diferença quanto à fonte de correção de acidez aplicada ao solo no acúmulo de MSPA de plantas, assim como para as características MSSR e MST (Tabela 2 a 4). A maioria das pesquisas realizadas com silicatos de cálcio e magnésio mostra que a ação neutralizante da acidez do solo assemelha-se à do calcário. Como efeito nas plantas, alguns autores, no entanto, atribuem vantagens aos silicatos pela presença do silício em sua composição. Barbosa Filho et al. (2000) e Korndörfer et al. (2003) relataram que as gramíneas, quando bem nutridas com silício, conseguem acumular grandes quantidades deste elemento na epiderme foliar, aumentando a resistência da parede

celular e assim diminuindo a perda de água por evapotranspiração, elevando a tolerância à pragas e doenças e, também, a eficiência fotossintética. Quanto à eficiência dos silicatos comparada aos calcários no desenvolvimento de plantas, Nolla et al. (2009) observaram melhor desenvolvimento do milho nos tratamentos com a aplicação de silicato, contrariamente a Marcussi et al., (2008) que verificaram semelhança no uso de calcário dolomítico e escória de siderurgia (silicato de cálcio e magnésio) na produção da cultura do milho. Os manejos de fertilidade do solo não afetaram a MSPA (Tabela 2), a MSSR (Tabela 3) e a MST (Tabela 4) de plantas de milho cultivadas juntamente com *C. canadensis* e *I. grandifolia*.

Efeito significativo ( $p < 0,05$ ) das cinco plantas competidoras foi verificado apenas quando os arranjos foram cultivados nos solos com aplicação de silicato de cálcio e magnésio e adubação (AA) e calcário e adubação (CA) resultando em redução média de 52,1 e 53,5% respectivamente, na MSPA de plantas de milho (Tabela 2).

Boa parte da competição entre plantas ocorre abaixo do solo, onde diferentemente da competição acima do solo, que primariamente envolve uma simples fonte (luz), as plantas competem por vários recursos, incluindo água e, pelo menos, 17 minerais essenciais que diferem em peso molecular, valência, estado de oxidação e mobilidade no solo. A competição abaixo do solo frequentemente reduz o desempenho de plantas de forma mais acentuada que a competição acima do solo (Zanine e Santos, 2004). Estudos de competição inicial entre plantas daninhas e cultura, baseados no crescimento quantitativo das raízes, indicaram que elas representam o principal órgão de competitividade das plantas daninhas (Dotray e Young, 1993). No entanto, o envolvimento da parte aérea na habilidade competitiva com plantas daninhas aumenta progressivamente com o tempo, tornando-se mais importante nas fases mais avançadas de desenvolvimento (Fofana e Rauber, 2000).

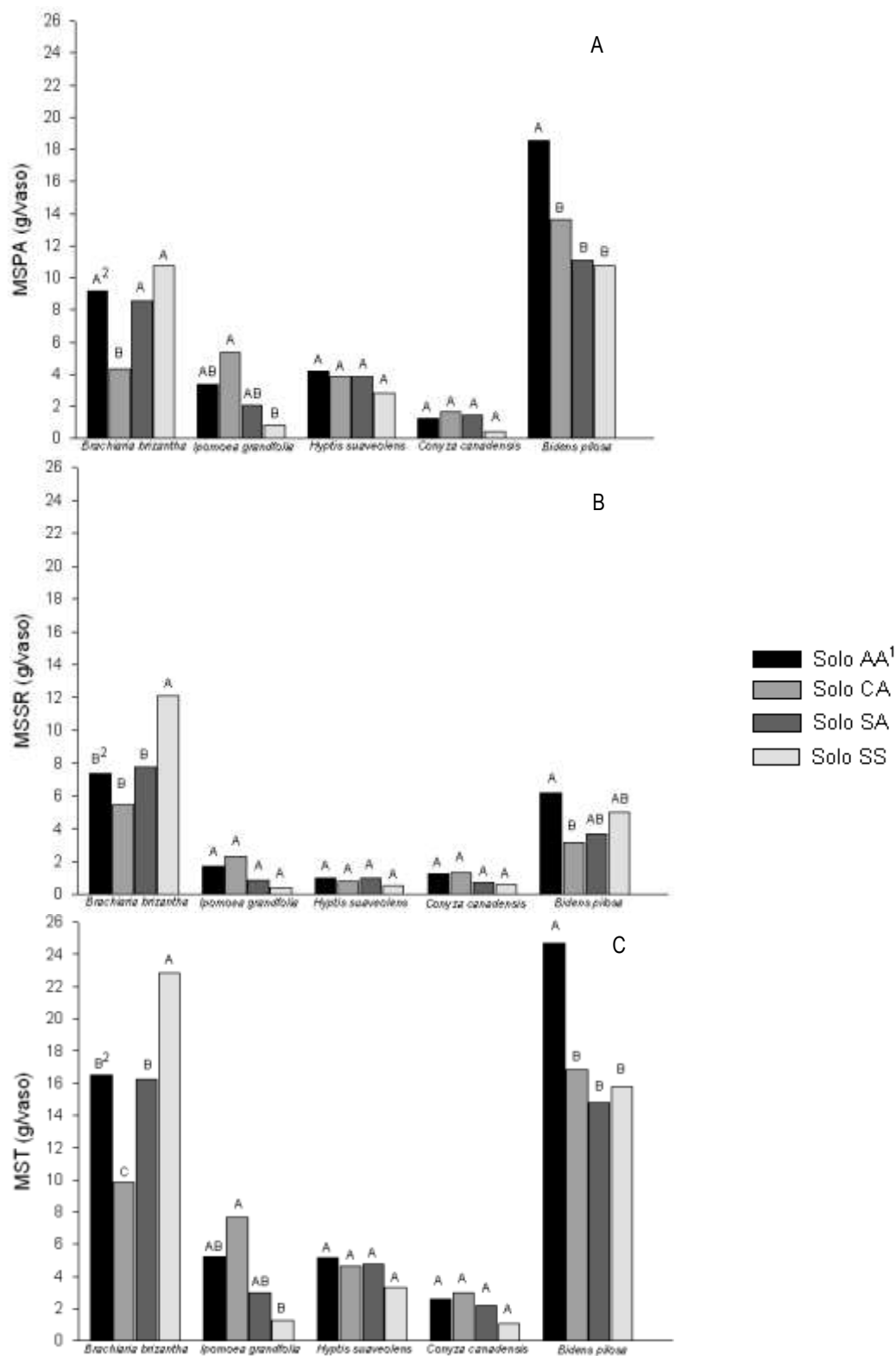


Figura 1 – Massa da matéria seca da parte aérea (A), massa da matéria seca do sistema radicular (B) e massa da matéria seca total (C) de plantas daninhas cultivadas em competição com o milho, por 55 dias, em solo com diferentes manejos de fertilidade.

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre solos dentro de cada espécie, e minúscula entre espécies dentro de cada solo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

A MSSR do milho, bem como a MST foi reduzida pelas plantas daninhas no solo mais restritivo em termos nutricionais e que apresenta elevada saturação por alumínio (SS) em relação às outras condições de solo (Tabela 3 e 4). Nessas condições, mesmo sem estar submetido a algum tipo de estresse, o milho já apresenta limitações de crescimento radicular advindo da toxidez provocada pelos elevados teores de alumínio no solo. No campo, tal comportamento é ainda mais evidente tornando a cultura mais suscetível à interferência de plantas daninhas. Embora não tenha sido observada, no presente trabalho, diferença significativa pela presença das plantas daninhas em relação à testemunha (Tabela 2 a 4), *B. pilosa* e *B. brizantha* provocaram, em termos de valores absolutos, reduções superiores a 50% no acúmulo de biomassa seca do milho, fato que pode ser explicado pela elevada MST apresentada por estas em competição com o milho em relação às outras plantas daninhas na condição de solo SS (Figura 1). Adicionalmente, plantas com raízes mais desenvolvidas, tendem a explorar maior volume de solo e apresentar maior potencial competitivo em situações de recursos limitados (Silva et al., 2007).

De modo similar à MSPA, nos solos com silicato de cálcio e magnésio e adubação, e calcário e adubação, a MSSR e a MST das plantas de milho foram igualmente reduzidas pela competição com as plantas daninhas (Tabela 3 e 4), ao contrário dos solos sem correção de acidez (SA e SS), que não foi evidenciado efeito da competição nestas variáveis. Apesar disso, constatou-se, entre as plantas daninhas, que *B. pilosa* e *B. brizantha* produziram quantidades consideráveis de massa seca nas quatro condições de solo submetidas à competição com o milho (Figura 1). Para essas duas plantas daninhas observou-se efeito significativo dos manejos de fertilidade do solo, destacando o maior investimento na formação de sistema radicular por *B. brizantha* no solo sem correção de acidez e sem adubação e o melhor desempenho de *B. pilosa* no acúmulo de massa seca da parte aérea no solo com adição de silicato de cálcio e magnésio e adubação, em relação aos demais manejos de fertilidade do solo (Figura 1), refletindo este mesmo padrão para a MST.

A ausência de interferência sobre a produção de matéria seca do milho, especialmente por *B. brizantha*, observada no solo sem aplicação de corretivo de acidez, mas com adubação, é interessante no contexto da Integração Lavoura Pecuária, considerando que os consórcios entre essa forrageira e o milho são amplamente utilizados como forma de recuperação ou renovação de pastagens degradadas. Cobucci (2001) relatou que, em vários experimentos sobre o consórcio

de *B. brizantha* com o milho, a presença da forrageira não afetou essa cultura, o que pode ser explicado pelo rápido desenvolvimento do milho (Freitas et al., 2008) e pela maior taxa de acúmulo de massa seca produzida nos estádios iniciais de desenvolvimento (Silva et al., 2004). Todavia, de acordo com Jakelaitis et al. (2006), o estabelecimento da forrageira na presença do milho promove a competição, principalmente em semeaduras simultâneas. Uma planta pode limitar o crescimento e desenvolvimento da outra pela maior eficiência em utilizar os recursos do meio, como foi observado nos solos com adição de fontes de correção de acidez. Assim, é possível afirmar que as relações de competição podem ser alteradas de acordo com o manejo de fertilidade do solo, e, não podendo extrapolar os resultados obtidos em casa de vegetação, faz-se necessário a reprodução do experimento em condições de campo para comprovar tais constatações, diante do efeito das fontes de correção de acidez sobre a competitividade, a produtividade das espécies de interesse e o estabelecimento dos consórcios.

Analisando as plantas daninhas em monocultivo, maiores valores de MSPA, MSSR e MST de *B. brizantha* foram observados no solo sem correção de acidez, mas com adubação, assim como para *B. pilosa* juntamente com o solo corrigido com silicato de cálcio e magnésio e adubação (Figura 2).

Os resultados encontrados para *B. pilosa* em monocultivo quanto o acúmulo de matéria seca seguem a mesma tendência de quando a espécie foi cultivada em convivência com o milho, diferentemente do observado para *B. brizantha*, o que permite afirmar que a competição estabelecida entre as duas gramíneas também alterou os padrões de alocação de fotoassimilados para os compartimentos da planta daninha e conseqüentemente a produção de biomassa (Figuras 1 e 2).

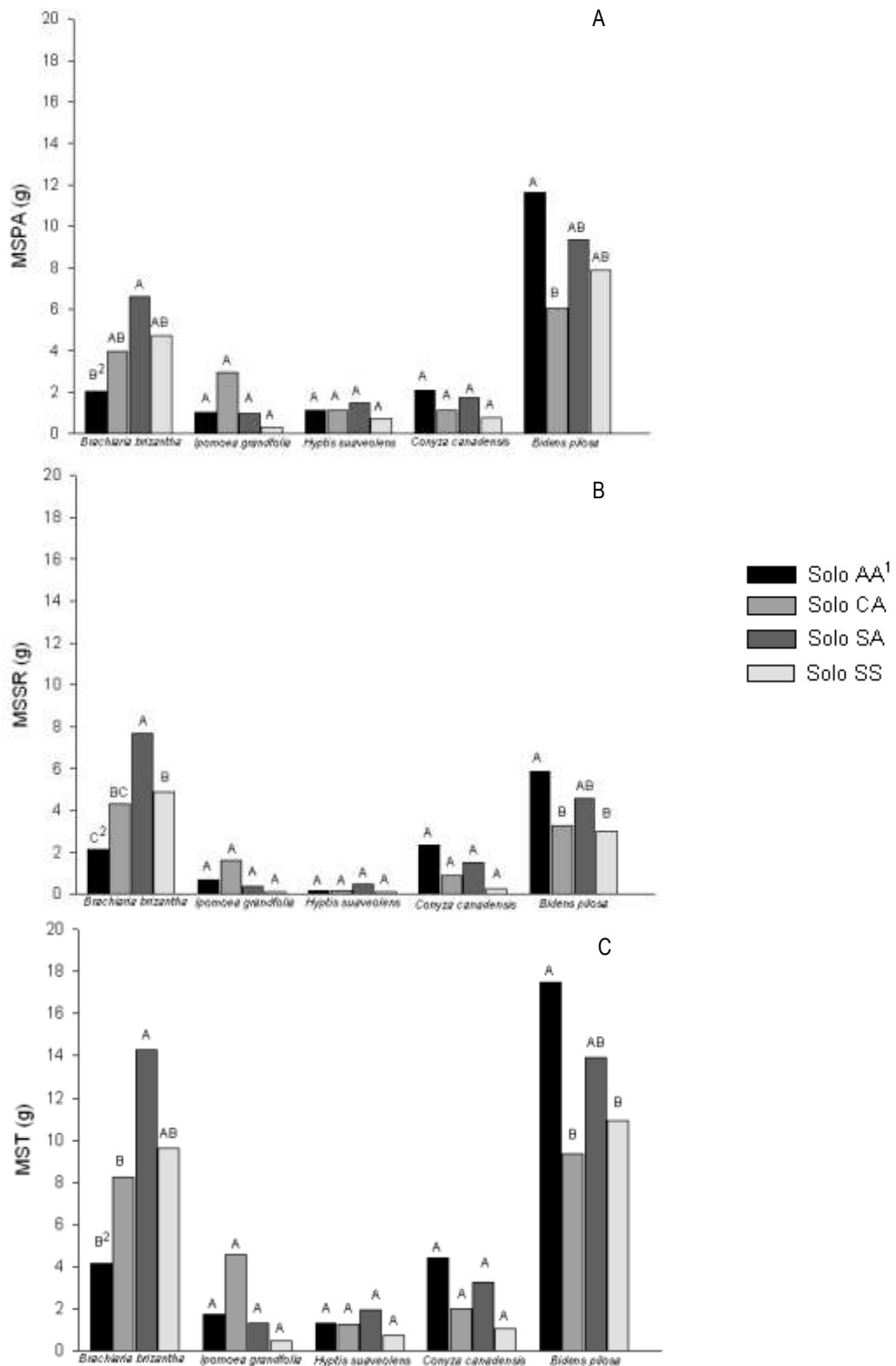


Figura 2 – Massa da matéria seca da parte aérea (A), massa da matéria seca do sistema radicular (B) e massa da matéria seca total (C) de plantas daninhas em monocultivo, por 55 dias, em solo com diferentes manejos de fertilidade.

<sup>1</sup>/AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>/Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre solos dentro de cada espécie, e minúscula entre espécies dentro de cada solo, não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

A razão entre massa da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea (RSRPA) de plantas de milho foi pouco afetada pelos manejos de fertilidade do solo e pela interferência imposta pelas plantas daninhas (Tabela 5). Nos convívios entre milho e *B. brizantha* e milho e *B. pilosa* foi verificado efeito significativo dos manejos de fertilidade do solo, com reduções mais expressivas da RSRPA nos solos sem correção de acidez e sem adubação, e com calcário e adubação (Tabela 5). Segundo Rajcan e Swanton (2001) em resposta à competição, pode ocorrer alterações na partição de matéria seca com mudanças morfológicas na planta, como reduções na proporção de matéria seca de raízes em relação à parte aérea na fase inicial de desenvolvimento da cultura. Observou-se aumento e redução da RSRPA de plantas de milho convivendo com *B. brizantha* e *I. grandifolia* nos solos com silicato de cálcio e magnésio e adubação, e sem correção de acidez, mas com adubação, respectivamente (Tabela 5). Liu et al. (2009) constataram que plantas de milho, no estágio de quatro a seis folhas completas, em competição com plantas de *Amaranthus retroflexus*, apresentaram redução da razão sistema radicular/parte aérea como uma resposta inicial ao sombreamento imposto pela planta daninha. As alterações verificadas nessa relação podem refletir a pressão exercida pela convivência entre espécies que necessitam investir em maquinaria fotossintética (parte aérea) ou aparato radicular, na tentativa de minimizar ou suplantar efeitos possíveis de sombreamento e pouca quantidade de radiação fotossinteticamente ativa incidente ou escassez de água e deficiência de nutrientes.

Tabela 5 - Razão sistema radicular/parte aérea (RSRPA) de plantas de milho em convivência com plantas daninhas em solo com diferentes manejos de fertilidade

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
RSRPA (g g <sup>-1</sup> )					
<i>Zea mays</i>	1,06 Ab <sup>2</sup>	0,93 Aa	1,12 Aab	1,10 Aa	1,05 a
<i>Z. mays</i> + <i>Brachiaria. brizantha</i>	2,12 Aa	0,83 BCa	1,25 Bab	0,51 Ca	1,18 a
<i>Z. mays</i> + <i>Ipomoea grandifolia</i>	1,08 Ab	1,01 Aa	0,93 Ab	0,94 Aa	0,99 a
<i>Z. mays</i> + <i>Hyptis suaveolens</i>	1,04 Ab	1,10 Aa	1,27 Aab	1,08 Aa	1,12 a
<i>Z. mays</i> + <i>Conyza canadensis</i>	1,25 Ab	0,93 Aa	1,41 Aab	1,01 Aa	1,15 a
<i>Z. mays</i> + <i>Bidens pilosa</i>	1,23 ABb	0,99 Ba	1,61 Aa	0,94 Ba	1,19 a
Média	1,30 A	0,96 B	1,26 A	0,93 C	

CV = 28,60%

<sup>1</sup>/AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>/ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Entre as espécies vegetais existem diferenças na competitividade por recursos encontrados abaixo e acima da superfície do solo (Cahill Jr., 2003). Habilidades competitivas distintas quanto a alocação de biomassa seca foram evidenciados por Carvalho et al. (2011) que observaram que os cultivares de milho, quando em competição com *B. pilosa*, *C. echinatus*, *B. plantaginea* e *E. heterophylla*, obtiveram produções de aproximadamente 66, 71, 91 e 89% de matéria seca total, respectivamente, do valor observado na média das testemunhas ausentes de competição, após 60 dias de convivência. No presente trabalho, embora as plantas daninhas tenham mantido o mesmo grau de interferência sobre a alocação e acúmulo de matéria seca de plantas de milho (Tabelas 2 a 4), apresentaram capacidade diferenciada de absorção e acúmulo de macronutrientes (Tabelas 7 a 9).

Os dados de conteúdo de macronutrientes na parte aérea de plantas daninhas e de milho foram influenciados pela interação entre os manejos de fertilidade do solo e as espécies submetidas ou não à interferência (Tabela 7 a 9). Os teores de nutrientes encontrados foram convertidos em conteúdo na parte aérea das plantas, já que, quando se estuda a capacidade das plantas daninhas em competir por nutrientes, deve-se considerar, com maior importância, o acúmulo de nutrientes na matéria seca do que apenas os teores de nutrientes que essas plantas apresentam (Pitelli 1985). Numa comunidade infestante, determinada planta daninha pode apresentar os maiores teores de nutrientes, mas, devido à sua baixa produção de biomassa seca, pode apresentar os menores conteúdos destes (Ronchi et al., 2003).

O potencial de extração, utilização e ciclagem de nutrientes de cada planta daninha e do milho livre de interferência no solo submetido a diferentes manejos de fertilidade pode ser verificada na Tabela 7. Segundo Karam et al. (2006) o milho, mesmo sendo eficiente na absorção, não consegue acumular nutrientes como as plantas infestantes fazem em seus componentes vegetativos. No entanto, constatou-se que, independente da condição de solo, em média, as espécies *B. pilosa* e *Z. mays* destacaram-se em relação às demais plantas daninhas, apresentando os maiores conteúdos na parte aérea de todos os macronutrientes.

*B. brizantha* e *B. pilosa* obtiveram maiores acúmulos de N na parte aérea no solo sem correção de acidez e sem adubação, o que evidencia que mesmo em condições de escassez de nutrientes e elevada saturação por alumínio, essas plantas apresentam flexibilidade adaptativa e elevada habilidade em extrair esse nutriente (Figura 2, Tabela 7), podendo representar para o milho e para outras espécies não-

cultivadas, nessas condições de solo, bons competidores, principalmente por ocorrerem em altas densidades. Ainda neste contexto, ressalta-se o grande potencial das plantas daninhas para a ciclagem de nutrientes, e considerando, em especial, a grande utilização de *B. brizantha* nos processos de formação e recuperação de pastagens degradadas, em áreas com características químicas do solo desfavoráveis, tal fato pode conferir à forrageira menor exigência e dependência da aplicação de fertilizantes. Há poucos relatos na literatura sobre o potencial de ciclagem e fornecimento de nutrientes pelas plantas infestantes quando não estão em competição com a cultura de interesse. Assim, a busca pelo desenvolvimento de técnicas que possam minimizar a dependência de adubos industrializados, utilizando-se de recursos naturais como suporte ao fornecimento de nutrientes, é sustentável do ponto de vista do manejo integrado de plantas daninhas (Cury, 2011).

O conteúdo de N, P, K, Ca, Mg e S na parte aérea da maioria das plantas daninhas em que houve efeito significativo do manejo de fertilidade do solo foi substancialmente menor no solo sem correção de acidez e com adubação, em comparação aos demais, com exceção para *B. pilosa* que acumulou, quando cultivada nesta condição de solo, os maiores conteúdos de P, K, Ca, Mg e S, juntamente com *H. suaveolens* e *C. canadensis* que apresentaram destaque no conteúdo de Ca e P (Tabela 7). *Zea mays* foi afetada pela ausência de correção de acidez no solo, com baixo acúmulo de macronutrientes (Tabela 7).

*Z. mays* apresentou maior eficiência que as plantas daninhas no acúmulo dos macronutrientes no solo que recebeu calcário e adubação, destacando-se também no solo que foi aplicado o silicato de cálcio e magnésio e adubação com maior conteúdo na parte aérea de P, K, Mg e S (Tabela 7). Estes resultados encontram respaldo nas observações de Cury (2011) que constatou, por meio da média dos três cultivares de milho avaliados, que a cultura do milho apresentou acúmulo de nutrientes semelhante ou superior aos obtidos pelas diferentes espécies de plantas daninhas. Em contrapartida, *B. pilosa* nos solos sem adição de fonte de correção de acidez (SA e SS) obteve maior conteúdo na parte aérea de N, P, K, Ca e Mg que as plantas de milho e demais plantas daninhas (Tabela 7). Mais uma vez, ressalta-se a grande influência exercida pelas características químicas de solo, e a contribuição que algumas plantas podem conferir com a ciclagem de nutrientes e potencial redução do aporte de insumos externos, se consideradas nos programas de manejo integrado de plantas daninhas.

Tabela 7 - Conteúdo de macronutrientes na parte aérea de plantas de milho e plantas daninhas cultivadas livre de interferência em solo com diferentes manejos de fertilidade

Espécies	N (mg)				Média	P (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
<i>Zea mays</i>	183,50 Bb <sup>2</sup>	229,59 Aa	74,15 Db	113,88 Cc	150,28 b	17,88 Ba	33,74 Aa	118,57 Cb	5,73 Dc	17,30 b
<i>Brachiaria brizantha</i>	144,39 Bc	119,25 Bb	34,72 Cc	204,75 Ab	125,78 c	13,14 Ab	13,01 Ab	4,74 Cc	9,85 Bb	10,19 c
<i>Ipomoea grandifolia</i>	44,61 Bd	104,81 Abc	35,62 Bc	17,63 Bd	50,67 d	2,58 BCd	9,72 Ac	3,33 Bd	0,66 Cd	4,07 e
<i>Hyptis suaveolens</i>	54,30 Ad	28,81 Ad	26,66 Ac	31,00 Ad	35,19 d	4,50 Abcd	4,87 Abd	5,85 Ac	3,00 Bd	4,55 e
<i>Conyza canadensis</i>	41,98 Ad	36,42 Ad	41,79 Abc	17,29 Ad	34,37 d	6,05 Bc	5,74 Bd	10,70 Ab	2,21 Cd	6,18 d
<i>Bidens pilosa</i>	228,81 Ba	78,18 Dc	146,80 Ca	274,32 Aa	182,03 a	18,25 Ba	11,65 Cbc	29,49 Aa	16,04 Ba	18,86 a
<b>Média</b>	116,27 A	99,51 B	59,96 C	109,81 AB		10,40 B	13,12 A	11,00 B	6,00 C	
<b>CV (%)</b>			22,05					13,83		

Espécies	K (mg)				Média	Ca (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	AS	SS	
<i>Zea mays</i>	268,71 Ba	497,34 Aa	159,81 Cb	111,08 Db	259,23 a	72,58 Bb	114,49 Aa	29,98Cbc	16,47 Db	58,38 b
<i>Brachiaria brizantha</i>	134,31 Ac	101,78 Bb	48,83 Cc	103,53 Bb	97,11 c	25,78 Ac	24,90 Ae	11,73 Bd	14,44 Bbc	19,21 d
<i>Ipomoea grandifolia</i>	18,83 Be	63,30 Ac	26,69 Bc	8,90 Bc	29,43 de	17,69 Bc	65,69 Ac	22,86 Bc	5,14 Cc	27,84 c
<i>Hyptis suaveolens</i>	34,25 Ade	22,05 Ad	22,44 Ac	24,30 Ac	25,76 e	23,63 Bc	35,71 Ad	36,55 Ab	9,51 Cbc	26,35 c
<i>Conyza canadensis</i>	52,81 Ad	27,01 Ad	54,02 Ac	34,18 Ac	42,01 d	23,63 Bc	19,92 Be	33,74 Ab	8,26 Cbc	21,22 d
<i>Bidens pilosa</i>	205,08 Bb	121,50 Cb	263,00 Aa	201,18 Ba	97,77 b	104,10 Ba	96,61 Bb	140,74 Aa	74,82 Ca	104,07 a
<b>Média</b>	119,00 B	138,83 A	95,85 C	80,53 D		44,45 B	59,55 A	45,93 B	21,44 C	
<b>CV (%)</b>			16,50					14,10		

Espécies	Mg (mg)				Média	S (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
<i>Zea mays</i>	34,50 Ba	75,93 Aa	16,41 Cb	6,52 Db	33,34 a	25,14 Aa	25,69 Aa	13,98 Ba	13,54 Ba	19,59 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	19,64 Ab	21,52 Ab	6,15 Bc	9,89 Bb	14,30 b	12,45 Ac	10,08 Ac	3,12 Bb	8,46 Ab	8,53 c
<i>Ipomoea grandifolia</i>	3,77 Ac	9,56 Ac	3,89 Ac	0,98 Ab	4,55 c	5,16 BCd	17,22 Ab	6,22 Bb	1,63 Cc	7,56 c
<i>Hyptis suaveolens</i>	4,48 Ac	5,82 Ac	7,72 Ab	1,74 Ab	4,94 c	4,41 Ad	4,42 Ade	3,73 Ab	3,39 Ac	3,99 d
<i>Conyza canadensis</i>	4,51 Ac	3,07 Ac	6,58 Ac	1,98 Ab	4,03 c	5,31 Ad	3,71 Ae	5,15 Ab	1,28 Ac	3,86 d
<i>Bidens pilosa</i>	39,62 Aa	19,68 Bb	43,41 Aa	25,80 Ba	32,13 a	17,27 Ab	8,14 Bcd	16,17 Aa	14,93 Aa	14,13 b
<b>Média</b>	17,75 B	22,60 A	14,03 B	7,82 C		11,62 A	11,54 A	8,06 B	7,21 B	
<b>CV (%)</b>			36,40					25,61		

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Verificaram-se reduções médias dos macronutrientes na parte aérea de plantas de milho sob interferência das plantas daninhas (Tabela 8). *B. brizantha* foi a planta que, independente dos manejos de fertilidade do solo, provocou maiores reduções no conteúdo de N, P, K, Ca e S na parte aérea do milho, da ordem de 53, 59, 56, 59 e 55%, respectiva e comparativamente à testemunha livre de interferência (Tabela 8). De modo geral, nas condições de solo com maior escassez nutricional observou-se menores extrações e acúmulos de macronutrientes pelas plantas de milho (Tabela 8).

Maior interferência das plantas daninhas, nos manejos de fertilidade do solo estudados, foi causada no solo com adição de silicato de cálcio e magnésio e adubação pelo convívio entre *B. brizantha* e *I. grandifolia* com plantas de milho, com redução média de 59% no acúmulo de N em relação ao milho em monocultivo (Tabela 8). Assim como no milho, o N é o principal macronutriente limitante na produtividade das pastagens, principalmente aquelas formadas por espécies do gênero *Brachiaria* (Cecato et al., 2000). Portanto, conforme constatado por Rajcan e Swanton (2001), a presença de um competidor durante o desenvolvimento e crescimento inicial do milho pode alterar a disponibilidade de N no solo e sua distribuição na planta. Além disso, espécies que possuem características morfofisiológicas semelhantes costumam apresentar as mesmas exigências de recursos do meio, tornando a competição mais intensa e as reduções de rendimento mais elevadas (Silva e Durigan, 2006). Em trabalho desenvolvido por Cury (2011), *Brachiaria brizantha* demonstrou ser a espécie com maior capacidade de competição porque afetou negativamente o conteúdo de nutrientes em todos os componentes vegetativos da cultura do milho e ainda apresentou elevados valores desse índice sob competição, o que também foi verificado neste estudo (Tabela 9).

Quanto ao efeito da competição no conteúdo de P na parte aérea de milho, observaram-se maiores reduções causadas pelas espécies *B. brizantha* nos solos com adição de silicato de cálcio e magnésio e adubação (AA) e sem correção de acidez e sem adubação (SS), da ordem de 73 e 74%, respectivamente e pela espécie *C. canadensis* no solo corrigido com o calcário, com redução média de 50%. No solo sem correção de acidez, mas com adubação somente *I. grandifolia* não mostrou-se competitiva a ponto de interferir no acúmulo de P pelo milho (Tabela 8).

Tabela 8 - Conteúdo de macronutrientes na parte aérea de plantas de milho cultivadas sob interferência de plantas daninhas em solo com diferentes manejos de fertilidade

Espécies	N (mg)				Média	P (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
<i>Zea mays</i>	183,50 Ba <sup>2</sup>	229,59 Aa	74,15 Dabc	113,88 Ca	150,28 a	17,88 Ba	33,74 Aa	11,86 Ca	5,73 Dbc	17,30 a
<i>Z. mays</i> + <i>Brachiaria brizantha</i>	59,29 Ac	94,73 Ab	81,82 ABab	49,65 Bb	71,37 c	4,51 BCd	13,38 Ab	5,93 Bb	2,75 Cd	6,64 d
<i>Z. mays</i> + <i>Ipomoea grandifolia</i>	92,61 Ac	75,91 Ab	95,10 Aa	114,51 Aa	94,53 b	6,93 Bc	9,83 Ade	11,15 Aa	5,19 Bc	8,27 c
<i>Z. mays</i> + <i>Hyptis suaveolens</i>	177,76 Aab	83,26 Bb	49,51 BCbc	44,36 Cb	88,75 bc	8,49 Bbc	11,12 Acd	7,11 BCb	5,72 Cbc	8,11 c
<i>Z. mays</i> + <i>Coryza canadensis</i>	139,64 Ab	77,62 Bb	35,36 Cc	96,07 Ca	87,17 bc	9,29 Bb	8,86 Be	5,38 Cb	15,23 Aa	9,79 b
<i>Z. mays</i> + <i>Bidens pilosa</i>	142,23 Ab	113,32 Ab	53,16 Bbc	29,57 Bb	84,57 bc	7,77 Bbc	13,06 Ab	6,83 Bb	7,45 Bb	8,78 bc
<b>Média</b>	132,51 A	112,41 B	64,87 C	74,67 C		9,14 B	15,00 A	8,04 C	7,08 D	
<b>CV (%)</b>			23,22					12,79		

Espécies	K (mg)				Média	Ca (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
<i>Zea mays</i>	268,71 Ba	49,73 Aa	159,81 Cab	111,08 Da	259,23 a	72,58 Ba	114,49 Aa	29,98 Cab	16,47 Dc	58,38 a
<i>Z. mays</i> + <i>Brachiaria brizantha</i>	93,82 BCc	176,80Ad	122,43 Bb	61,89 Cbcd	113,73 c	20,48 Bc	47,49 Ab	18,57 Bcd	8,38 Cd	23,73 e
<i>Z. mays</i> + <i>Ipomoea grandifolia</i>	104,04 Bc	174,24 Ad	167,08 Aa	82,26 Babc	131,90 bc	24,49 Bbc	38,94 Ac	36,03 Aa	19,24 Bc	29,67 cd
<i>Z. mays</i> + <i>Hyptis suaveolens</i>	156,76 ABb	180,44 Ad	130,64 Bab	58,31 Ccd	131,54 bc	13,11 Cd	37,68 Ac	21,35 Bcd	34,10 Ab	26,56 de
<i>Z. mays</i> + <i>Coryza canadensis</i>	170,44 Bb	221,80 Ac	72,32 Cc	98,37 Cab	140,73 b	30,58 Bb	33,45 Bc	14,75 Cd	118,99 Aa	49,44 b
<i>Z. mays</i> + <i>Bidens pilosa</i>	141,08 Bb	266,79 Ab	85,44 Cc	36,79 Dd	132,53 b	23,68 Cbc	51,61 Ab	24,82 Cbc	32,52 Bb	33,16 c
<b>Média</b>	155,81 B	252,90 A	122,95 C	74,78 D		30,82 C	53,94 A	24,25 D	38,28 B	
<b>CV (%)</b>			14,28					12,06		

Espécies	Mg (mg)				Média	S (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
<i>Zea mays</i>	34,50 Ba	75,92 Aa	16,41 Cab	6,52 Cb	33,34 a	25,13 Ab	25,69 Aa	13,98 Ba	13,54 Ba	20,13 a
<i>Z. mays</i> + <i>Brachiaria brizantha</i>	11,14 Bb	23,97 Ab	10,75 Bab	2,05 Bb	11,98 b	7,02 Bd	13,48 Ab	7,99 Bbc	6,54 Bb	8,76 c
<i>Z. mays</i> + <i>Ipomoea grandifolia</i>	6,43 Bb	21,03 Ab	20,90 Aa	11,09 ABab	14,86 b	16,16 Ac	11,24 BCb	13,02 ABa	8,28 Cb	12,18 b
<i>Z. mays</i> + <i>Hyptis suaveolens</i>	8,04 Bb	28,08 Ab	9,92 Bab	5,83 Bb	12,97 b	45,49 Aa	11,58 Cb	6,92 Dbc	16,51 Ba	20,13 a
<i>Z. mays</i> + <i>Coryza canadensis</i>	7,05 Bb	16,99 ABb	7,22 Bb	19,41 Aa	12,63 b	16,28 Ac	10,55 Bb	5,50 Cc	15,66 Aa	12,00 b
<i>Z. mays</i> + <i>Bidens pilosa</i>	5,58 Bb	25,30 Ab	12,72 Bab	6,93 Bb	12,63 b	12,61 Ac	15,02 Ab	10,56 Aab	4,28 Bb	10,62 bc
<b>Média</b>	12,12 B	31,88 A	12,99 B	8,64 B		20,45 A	14,59 B	9,66 C	10,80 C	
<b>CV (%)</b>			37,68					19,09		

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Nos solos com adição de silicato de cálcio e magnésio e adubação, e calcário e adubação *B. brizantha* e *I. grandifolia*, juntamente com *H. suaveolens* neste último apresentaram forte concorrência na extração de K levando ao menor acúmulo pelas plantas de milho em comparação à testemunha, enquanto nos solos sem correção de acidez e pouco férteis (SA e SS), as plantas que mais competiram foram *B. pilosa* em SA e *C. canadensis* juntamente com *B. pilosa* em SS (Tabela 8). Ronchi et al. (2003) constaram que o conteúdo relativo de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas de café foi severamente reduzido devido à interferência de *B. pilosa*, sendo o acúmulo apresentado por esta espécie nestas condições extremamente elevado.

O conteúdo de Ca, Mg e S na parte aérea das plantas de milho também foi severamente reduzido pela interferência das plantas daninhas, de modo diferenciado nos manejos de fertilidade do solo. Por meio desses resultados verificou-se que, a depender da condição de solo, uma planta daninha se destaca em relação à outra se mostrando mais agressiva e melhor competidora (Tabela 8). Plantas boas competidoras são consideradas aquelas que utilizam um recurso rapidamente e são capazes de continuar a crescer mesmo com baixos níveis do recurso (Radosevich et al., 1996).

Avaliando o desempenho das plantas daninhas em competição com o milho, verificou-se que a habilidade competitiva dessas em extrair e acumular macronutrientes está mais condicionada à adubação do que à adição de fontes de corretivo de acidez, uma vez que, através da média geral, maiores acúmulos foram observados naqueles solos que possuem esta característica em comum (Tabela 9).

*B. brizantha* em competição com o milho no solo sem correção de acidez e sem adubação (SS) chegou a acumular cerca de 4, 3 e 2 vezes mais N, K e S, respectivamente, do que nos solos com adição de calcário (Tabela 9), mostrando sua capacidade de extração de nutrientes frente a situações de recursos limitados. Esta espécie se destacou em relação às demais plantas daninhas com maior conteúdo de K e P na parte aérea na condição de solo SS (Tabela 9).

Tabela 9 - Conteúdo de macronutrientes na parte aérea de plantas daninhas cultivadas sob interferência de plantas de milho em solo com diferentes manejos de fertilidade

Espécies	N (mg)				Média	P (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
<i>Brachiaria brizantha</i> + <i>Zea mays</i>	216,73 Ab <sup>2</sup>	57,28 Bb	106,65 Bb	237,92 Aa	154,65 b	16,07 ABb	8,55 Cbc	19,13 Ab	14,02 Ba	14,44 b
<i>Ipomoea grandifolia</i> + <i>Z. mays</i>	61,13 Ac	94,17 Ab	36,65 Abc	18,22 Ab	52,54 cd	2,81 BCc	8,90 Ab	6,68 Abcd	1,00 Cb	4,84cd
<i>Hyptis suaveolens</i> + <i>Z. mays</i>	154,89 Ab	48,88 Bb	63,65 Bbc	35,34 Bb	75,69 c	5,53 Abc	6,92 ABbc	9,08 Ac	3,57 Bb	6,28 c
<i>Conyza canadensis</i> + <i>Z. mays</i>	51,20 Ac	35,69 Ab	20,09 Ac	5,53 Ab	28,13 d	3,46 Ac	3,67 Ac	3,88 Ad	0,50 Ab	2,88 d
<i>Bidens pilosa</i> + <i>Z. mays</i>	364,04 Aa	281,09 BCa	335,63 ABa	214,99 Ca	298,94 a	22,48 Ca	38,90 Ba	57,48 Aa	11,94 Db	32,71 a
<b>Média</b>	169,60 A	103,42 B	112,53 B	102,40 B		10,07 C	13,39 Ba	19,25 A	6,21 Da	
<b>CV (%)</b>			37,90					23,80		

Espécies	K (mg)				Média	Ca (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
<i>Brachiaria brizantha</i> + <i>Zea mays</i>	152,17 Bb	77,16 Cb	175,96 Bb	255,17 Aa	165,11 b	144,19 Aa	70,97 Bb	132,69 Ab	53,99 Ba	100,46 b
<i>Ipomoea grandifolia</i> + <i>Z. mays</i>	36,53 Ac	77,55 Ab	60,01 Ac	18,03 Ac	48,03 cd	7,25 Ac	23,35 Ac	15,91 Ad	2,98 Ac	11,77 d
<i>Hyptis suaveolens</i> + <i>Z. mays</i>	84,18 Ac	70,88 Ab	77,39 Ac	60,57 Ac	73,25 c	46,64 Ab	37,52 Abc	58,70 Ac	10,06 Bbc	38,23 c
<i>Conyza canadensis</i> + <i>Z. mays</i>	31,65 Ac	36,57 Ab	21,19 Ac	8,44 Ac	24,46 d	28,08 Abc	23,35 Ac	23,76 Ad	1,26 Ac	19,11 d
<i>Bidens pilosa</i> + <i>Z. mays</i>	256,02 Ba	215,23 BCa	320,95 Aa	176,13 Cb	242,08 a	132,25 Ca	320,94 Ba	420,89 Aa	38,51 Dab	228,14 a
<b>Média</b>	112,11 AB	95,47 B	131,10 A	103,67 AB		71,68 C	94,74 B	130,39 A	21,36 D	
<b>CV (%)</b>			34,37					22,55		

Espécies	Mg (mg)				Média	S (mg)				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS		AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
<i>Brachiaria brizantha</i> + <i>Zea mays</i>	41,72 Aa	13,69 Cb	27,52 Bb	20,37 Db	25,83 b	15,53 Bb	11,96 Bb	12,16 Bc	23,68 Aa	15,83 b
<i>Ipomoea grandifolia</i> + <i>Z. mays</i>	4,44 BCc	15,92 Ab	9,00 Bc	1,92 Cc	7,82 c	3,22 Bd	8,55 Abc	4,80 ABd	1,34 Bb	4,47 d
<i>Hyptis suaveolens</i> + <i>Z. mays</i>	7,37 Ac	10,78 Abc	7,73 Ac	6,16 Ac	8,01 c	10,47 Bc	8,07 BCbc	29,97 Ab	5,00 Cb	13,38 c
<i>Conyza canadensis</i> + <i>Z. mays</i>	4,91 Ac	6,27 Ac	4,10 Ac	0,81 Ac	4,02 d	3,56 Ad	4,02 Ac	4,27 Ad	0,74 Ab	3,15 d
<i>Bidens pilosa</i> + <i>Z. mays</i>	22,88 Bb	50,69 Aa	50,25 Aa	27,30 Ba	37,78 a	20,64 Ca	78,53 Aa	44,59 Ba	23,50 Ca	41,82 a
<b>Média</b>	16,26 B	19,47 A	19,72 A	11,31 C		10,68 C	22,22 A	19,16 B	10,85 C	
<b>CV (%)</b>			20,35					18,37		

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup> Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Dentre as plantas daninhas em competição, apesar do potencial competitivo apresentado por *B. brizantha* em convivência com o milho (Tabela 8), *B. pilosa* foi a espécie que extraiu e acumulou em média e na maioria das condições de solo maior quantidade de macronutrientes (Tabela 9). De acordo com Santos e Cury (2011), *Bidens pilosa* pode promover elevada extração de nutrientes e quanto maior a extração, maior será o potencial competitivo com a cultura de interesse, sendo capaz de acumular teores e quantidades totais relativamente altos de nitrogênio, fósforo e micronutrientes. A capacidade competitiva de uma espécie pode ser determinada pelo volume de solo explorado pelo sistema de raízes, a eficiência no uso da água e a capacidade de extração de recursos do solo (Procópio et al., 2004), podendo também estar diretamente relacionada a capacidade associativa ou habilidade das plantas daninhas em manipular a microbiota do solo em prol de seu favorecimento.

Diante dos resultados observados pode-se concluir que as plantas daninhas reduziram semelhante e significativamente o acúmulo de matéria seca de plantas de milho cultivadas nos solos que receberam correção de acidez e adubação. *Braquiaria brizantha* foi a espécie de planta daninha que causou maior redução no conteúdo de nutrientes na parte aérea das plantas de milho, independente do manejo de fertilidade do solo. Silicato de cálcio e magnésio e calcário não diferiram quanto à interferência das plantas daninhas sobre o acúmulo de biomassa seca das plantas de milho, sendo variável a influência dessas fontes sobre o acúmulo de nutrientes pelo milho e plantas daninhas em monocultivo ou sob interferência. Plantas daninhas apresentaram, a depender do manejo de fertilidade de solo, potenciais diferenciados de ciclagem dos macronutrientes.

## **2.6. AGRADECIMENTOS**

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado e apoio financeiro para execução do trabalho.

## **2.7. LITERATURA CITADA**

ALVARENGA, R. C. et al. **A cultura do Milho na Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12p. (Circular Técnica 80)

ALVES, V. M. C. et al. Sugestões de adubação para diferentes culturas em Minas Gerais - Milho. In: RIBEIRO, A. C. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa, CFSEMG, p. 313-316, 1999.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Importância do silício para a cultura do arroz: uma revisão de literatura. **Informações Agronômicas**, v. 8, p. 1-9, 2000. (Encarte técnico)

BARRAT-SEGRETAIN, M. H. Biomass allocation in three macrophyte species in relation to the disturbance level of their habitat. **Freshwater Biology**, v. 46, p. 935-945, 2001.

CAHILL JR., J. F. Lack of relationship between below-ground competition and allocation to roots in 10 grassland species. **Journal of Applied Ecology**, v. 91, p. 532-540, 2003.

CARVALHO, F. P. et al. Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 373-382, 2011.

CARVALHO, L. B. et al. Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho Var. BR-106 e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v.25, n. 2, p. 293-301, 2007.

CECATO, U. et al. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandú (*Brachiaria brizantha* [Hochst] stapf. Cv. Marandú). **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 22, n. 3, p. 817-822, 2000.

CHAVES, L. H. G.; VASCONCELOS, A. C. F. Alterações de atributos do solo e do crescimento de plantas de milho pela aplicação de xisto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 84-88, 2006.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Manejo Integrado Fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p. 583-624. 2001.

CURY, J. P. et. al. **Produção e partição de matéria seca e nutrientes de cultivares de milho, feijão e mandioca em competição com plantas daninhas**. 2011. 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina, 2011.

DOMINGOS, V. D. et al. Alocação de biomassa e nutrientes em *Myriophyllum quaticum* sob diferentes níveis de macronutrientes. **Planta Daninha**, v. 23, n. 2, p. 193-201, 2005.

DOTRAY, P. A.; YOUNG, F. L. Characterization of root and shoot development of jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*). **Weed Science**, v. 41, n. 3, p. 353-361, 1993.

FREITAS, F. C. L. et al. Comportamento de cultivares de milho no consórcio com *Brachiaria brizantha* na presença e ausência de foramsulfuron + iodosulfuron-methyl para o manejo da forrageira. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 215-221, 2008.

FOFANA, B.; RAUBER, R. Weed suppression ability of upland rice under low-input conditions in West Africa. **Weed Research**, v. 40, n. 1 p. 271-280, 2000.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de densidade e época de emergência de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy** v. 28, n. 3, p. 373-378, 2006.

KARAM, D. et al. **Plantas daninhas na cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 7p. (Circular Técnica, 79)

KORNDÖRFER, G. H. et al. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2003, 23p.

LUI, J. G. et. al. The importance of light quality in crop-weed competition. **Weed Research**, v. 29, n. 2, p. 217-224, 2009.

MEROTTO Jr., A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas. In: MATZENAUER, R. et al. **Indicações técnicas para a cultura do milho no RS**. Porto Alegre: Fepagro, v. 1, p. 92-101, 2001.

MARCUSSI, S. A. et al. Resposta da cultura do milho à aplicação de calcário e de escória de siderurgia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 563-574, 2008.

NOLLA A. et al. Desenvolvimento de milho submetido à aplicação de calcário e silicato de cálcio em um Argissolo arenoso do noroeste paranaense. **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 4, p. 154-162, 2009.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.

PROCÓPIO, S. O. et al. Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 35-41, 2004.

RADOSEVICH, S. et al. Physiological aspects of competition. In: **Weed ecology implicatios for managements**. New York: John Willey and sons, p. 217-301, 1996.

RAJCAN, I.; SWANTON, C. J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crops Research**, v. 71, n. 2, p. 139-150, 2001.

RAMOS, L. A. et al. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 849-857, 2006.

RONCHI, C. P. et al. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.

SANTOS, J. B.; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**, v. 29, n. spe, p. 1159-1171, 2011.

SILVA, A. A. et al. Biologia de Plantas Daninhas . In. SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas**. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. Editora UFV. p.17-80, 2007.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I – Cultivar IAC 202. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 685-694, 2006.

SILVA, A. A. et al. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIN, L. et al. (Ed.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: Editora UFV, p. 117-169. 2004.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 675-688, 2008a.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Nutrição e produtividade de grãos de aveia-preta em função da aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 715-725, 2008b.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. D. Competição entre espécies de plantas - uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 103-122, 2004.

### 3. ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO CULTIVADO COM MILHO EM CONVIVÊNCIA COM PLANTAS DANINHAS SOB DIFERENTES MANEJOS DE FERTILIDADE

#### 3.1. RESUMO

Interações estabelecidas entre plantas daninhas e microrganismos do solo podem conferir-lhes vantagem competitiva sobre as culturas. Diante disso objetivou-se avaliar a biomassa e a atividade microbiana do solo cultivado com plantas daninhas e milho em monocultivo e em competição sob diferentes manejos de fertilidade. O experimento foi instalado em esquema fatorial 4 x 12, no delineamento em blocos casualizados. Os fatores foram constituídos de quatro manejos de fertilidade do solo (com silicato de cálcio e magnésio e adubação; com calcário e adubação; sem fonte de correção, mas com adubação; sem fonte de correção e sem adubação) e doze cultivos (cinco arranjos de competição entre *Zea mays* e as plantas daninhas *Brachiaria brizantha*, *Ipomoea grandifolia*, *Conyza canadensis*, *Hyptis suaveolens* e *Bidens pilosa*, acrescido das seis espécies em monocultivo e de solo sem cultivo). Observou-se tendência de redução do carbono da biomassa microbiana nos tratamentos que não tiveram correção de acidez. Baixa atividade biológica foi verificada no solo sem correção de acidez e sem adubação. Plantas de milho cultivadas livre de competição no solo com silicato de cálcio e magnésio apresentaram quociente metabólico maior do que as plantas daninhas e arranjos de competição, sugerindo maior suscetibilidade desse sistema a perdas de carbono. A biomassa e a atividade microbiana foram alteradas pelas espécies de plantas, pela convivência e pelos manejos de fertilidade do solo. Silicato de cálcio e magnésio e calcário influenciaram semelhantemente a biomassa e a taxa respiratória do solo cultivado com a maioria das espécies, sendo a fonte silicatada, em alguns cultivos, melhor que o calcário por favorecer menor atividade específica da microbiota edáfica. Solos cultivados com *B. pilosa* e com *Z. mays* em convivência com *B. brizantha* apresentaram maior biomassa microbiana. O cultivo de *B. pilosa* e *Z. mays* em convivência com *H. suaveolens* proporcionaram maior eficiência energética para manutenção das células microbianas.

**Palavras-chave:** interferência, biomassa microbiana, taxa respiratória do solo, quociente metabólico, silicato de cálcio e magnésio, calcário

## **SOIL MICROBIAL ACTIVITY GROWN WITH CORN IN COEXISTENCE WITH WEED UNDER DIFFERENT FERTILITY MANAGERMENTS**

### **3.2. ABSTRACT**

Interactions established between weeds and soil microorganisms may give them competitive advantage over crops. The objective was to assess the biomass and microbial activity in soils cultivated with weeds and corn in monoculture and in competition under different soil fertility managements. The experiment was conducted in a protected environment and arranged in a 4 x 12 factorial, in randomized block experimental design. The factors consisted of four soil fertility managements (with calcium and magnesium silicate and fertilization; with limestone and fertilization; without correction source, but with fertilization; without correction source and without fertilization) and twelve cultivations (five arrangements of competition between *Zea mays* and weed *Brachiaria brizantha*, *Ipomoea grandifolia*, *Conyza canadensis*, *Hyptis suaveolens* and *Bidens pilosa*, addition of six species in monoculture and soil without plants). There was a tendency of reduction of microbial biomass carbon in soils that receive not correction acidity. Low biological activity was observed in soil without acidity correction and without fertilization. In soil with calcium and magnesium silicate and maize plants in monoculture, the metabolic quotient was higher than the value observed with the weeds in monoculture and in competition arrangements, suggesting greater susceptibility of this system for carbon losses. The microbial biomass and activity were altered by plant species, interference and managements of soil fertility. Calcium and magnesium silicate and limestone influenced biomass and respiration rate of soil cultivated with most species similarly, being the silicium source in some cultures, better than limestone to favor lower specific activity of the edaphic microbiota. Soil cultivated with *B. pilosa* and *Z. mays* in coexistence with *B. brizantha* presented higher microbial biomass, regardless of fertility managements. The cultivation of *B. pilosa* and *Z. mays* in coexistence with *H. suaveolens* showed greater energy efficiency for maintenance of microbial cells.

**Keywords:** interference, microbial biomass, respiratory rate, metabolic quotient, calcium and magnesium silicate, limestone.

### 3.3. INTRODUÇÃO

Os microrganismos do solo presentes na rizosfera estão envolvidos em vários processos de grande interesse agrônomico, como a decomposição da matéria orgânica, fixação biológica de nitrogênio, ação antagônica a patógenos, produção de substâncias promotoras de crescimento, ciclagem de nutrientes, entre outros. Além disso, alguns microrganismos possuem a capacidade de solubilizar fosfatos inorgânicos, convertendo-os em formas solúveis e disponíveis às plantas (Khan et al., 2007).

O termo rizosfera (Hiltner, 1904) refere-se à região que recebe influência direta das raízes, a qual exerce papel fundamental na formação, manutenção e ciclagem da matéria orgânica do solo, influenciando o fluxo, o armazenamento e o balanço de carbono (Kuzyakov e Domanski, 2002). É o local onde ocorre a maior parte das interações entre microrganismos e plantas (Hirsch et al., 2003), caracterizada pela maior proliferação das populações microbianas devido à transferência de carbono das raízes para o solo na forma de exsudatos, secreções, lisados e mucilagem (Baudoin et al., 2003). Esta deposição de substâncias desempenha função importante na regulação das associações simbióticas entre plantas e microrganismos do solo (Hirsch, et al., 2003; Bais, et al., 2004). A rizodeposição pode regular a comunidade microbiana do solo nas imediações das raízes, estimulando simbioses benéficas e associações de proteção, assegurando o fornecimento de nutrientes vitais e mudando as propriedades químicas e físicas do solo (Bais et al., 2004).

As comunidades microbianas do solo são influenciadas por muitos fatores como culturas de cobertura e manejo do solo (Carrera et al., 2007; Ferreira et al., 2010); fase de desenvolvimento de plantas e cultivares (Ferreira et al., 2008); tipo de fertilizante e sua forma de aplicação (Carrera et al., 2007), bem como aplicação de agrotóxicos (Ferreira et al., 2009). Diferentes espécies de plantas, assim como genótipos dentro da mesma espécie, influenciam qualitativa e quantitativamente a comunidade microbiana da rizosfera por diferenças quantitativas e qualitativas de seus exsudatos radiculares (Rengel, 2002).

Estudos sobre as interações entre plantas e microrganismos do solo na rizosfera são importantes para compreensão de uma série de processos como a ciclagem de nutrientes, o funcionamento do ecossistema e o sequestro de carbono (Singh et al., 2004). No entanto, há carência de informações sobre tais interações envolvendo diferentes espécies, especialmente de plantas daninhas, em condições diversas de solo.

Associações entre microrganismos do solo e plantas auxiliam na disponibilidade de nutrientes minerais às espécies vegetais, como nitrogênio e micronutrientes, e em especial o fósforo, elemento limitante em solos tropicais (Silva e Mendonça, 2007). A nível funcional, microrganismos que colonizam a rizosfera ajudam as plantas a adquirirem P e K, e alguns ainda a reforçar a absorção de N do solo por seus efeitos sobre morfologia e fisiologia radicular (Tolove, et al., 2003; Cocking, 2003).

A habilidade competitiva de uma espécie está relacionada à utilização eficiente dos recursos do meio no qual esta planta se encontra (Rizzardi et al., 2001), podendo estar também relacionada com as interações estabelecidas entre essas plantas e a microbiota do solo. Pesquisas sobre associações entre microrganismos do solo e plantas daninhas são ainda incipientes e mostram-se fundamentais para compreensão da influência dessas interações nas relações de competição entre plantas. De acordo com Reinhart e Callaway (2006) o sucesso competitivo de plantas daninhas sobre as culturas pode ser, em parte, resultante da interação dessas espécies com diversos grupos de microrganismos do solo, os quais podem facilitar a invasão ou inibir o estabelecimento de plantas em determinadas áreas.

Parcela significativa da competição entre plantas ocorre abaixo da superfície do solo, onde as rotas de ativação da expressão de genes em resposta à competição por água e nutrientes ainda não são completamente elucidadas e onde as raízes exercem papel fundamental no processo competitivo (Rizzardi, et al., 2001). Os programas de melhoramento proporcionaram mudanças expressivas não só na produtividade das principais culturas como também na maior adaptabilidade a condições de estresse hídrico, maior capacidade de resposta à adubação e maior resistência a doenças e pragas. Contudo, tais mudanças podem ter acarretado menor capacidade associativa com microrganismos edáficos, resultando em baixo potencial competitivo das culturas. Nesse contexto, plantas daninhas podem apresentar maior eficiência no estabelecimento de associações com microrganismos do solo,

conferindo a elas maior sobrevivência, absorção de água e nutrientes, e assim, vantagem competitiva frente às culturas, especialmente sob alguma condição de estresse ou de restrição química do solo.

Diante do exposto, consideraram-se as seguintes hipóteses neste estudo: (i) as relações de competição entre as plantas daninhas e culturas não envolvem apenas questões relacionadas ao sistema radicular e a parte aérea, como também a alteração da composição e atividade da microbiota do solo; (ii) essa alteração pode variar em função dos manejos de fertilidade do solo. Assim, no intuito de investigar tais proposições, objetivou-se avaliar a biomassa e atividade microbiana do solo cultivado com plantas daninhas e milho em monocultivo e em competição sob diferentes manejos de fertilidade.

### **3.4. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.4.1. Histórico da área de coleta das amostras de solo**

A área de coleta das amostras de solo está situada no município de Cajuri, MG, localizada no terço médio de uma encosta, com latitude 20° 46' 19" S, longitude 42° 46' 20" W e altitude de 678,74 m. Desde novembro de 2008, como forma de recuperação da pastagem degradada, a área é conduzida com sistemas de Integração Lavoura Pecuária. No início das atividades em 2008 o solo, classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com textura de argilosa a muito argilosa, apresentava as seguintes características químicas: pH (água) = 4,4; matéria orgânica = 2,10 dag kg<sup>-1</sup>; P = 1,9 mg dm<sup>-3</sup>, K = 14,0 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Al<sup>+3</sup>, H + Al, SB e CTC<sub>efetiva</sub> = 0,2, 0,1, 1,8, 8,75, 0,34 e 2,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; saturação por bases = 4% e saturação por alumínio = 84 %.

Para implantação do sistema de Integração Lavoura Pecuária foi realizada uma roçada da vegetação existente e distribuição a lanço, de calcário (calcário dolomítico, dose de 5,68 t/ha – PRNT 104,8%) ou silicato de cálcio e magnésio (AgroSilício<sup>®</sup>, dose de 7,01 t/ha – PRNT 85%), conforme recomendação baseada em análise de solo, 60 dias antes da semeadura simultânea do milho e da braquiária.

Decorridos 50 dias da aplicação das fontes de correção de acidez, realizou-se a dessecação da área com glyphosate e 2,4-D. Para a semeadura utilizou-se o híbrido de milho DKB 390 e a *Brachiaria brizantha* cv. Marandú.

Em parcelas de 64 m<sup>2</sup> (6,4 x 10 m) com oito fileiras de milho e braquiária (mesma linha e semeio simultâneo), espaçadas de 0,8 m, foram implantados quatro tratamentos que constaram da aplicação isolada de duas fontes de corretivo do solo (calcário ou silicato de cálcio e magnésio), distribuídos em superfície, e da presença ou ausência de adubação química, além de uma testemunha sem adubação e correção. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições.

As adubações de plantio e cobertura nos anos de 2008 foram realizadas com a utilização de 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 8-24-12 + 0,4% de Zn e 0,2% de B e 500 kg ha<sup>-1</sup> de 30-0-10, respectivamente. Após a colheita do milho a área foi pastoreada por bovinos até 20 dias antes do próximo cultivo.

No segundo ano (2009) e no terceiro (2010) foram realizadas novamente a dessecação, a semeadura simultânea de milho e braquiária e adubação de plantio e cobertura seguindo a mesma metodologia do primeiro ano.

### **3.4.2. Etapa experimental referente ao presente trabalho**

Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 - 10 cm, em abril de 2011, nos tratamentos estabelecidos a campo em 2008. O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação em esquema fatorial 4 x 12, no delineamento em blocos casualizados com três repetições. Os fatores constituíram-se de quatro manejos de fertilidade de solo e doze cultivos, os quais corresponderam a cinco arranjos de competição entre o milho e as plantas daninhas, acrescido das seis espécies em monocultivo e de solo sem cultivo.

Posteriormente à coleta do solo, as amostras foram caracterizadas quimicamente (Tabela 1) e identificadas como: AA – recebeu correção de acidez com silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – recebeu correção de acidez com calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação.

Foram avaliadas cinco espécies de plantas daninhas: *Brachiaria brizantha* (braquiarião), *Ipomoea grandifolia* (corda-de-viola), *Hyptis suaveolens* (cheirosa),

*Conyza canadensis* (buva) e *Bidens pilosa* (picão-preto) escolhidas pela comum ocorrência na área experimental onde foram realizadas as coletas de solo.

Tabela 1 – Características químicas das amostras de solo coletadas na profundidade de 0-10 cm no município de Cajuri-MG, 2011.

Manejos de fertilidade	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC (t)	V	m	M.O.
				mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				----%---	
AA <sup>1</sup>	5,9	8,6	71	3,8	1,5	0,0	4,79	5,48	5,48	53	0	3,3
CA	5,9	10,3	74	3,8	1,1	0,0	5,12	5,09	5,09	50	0	2,8
SA	4,8	11,6	70	1,1	0,6	0,8	9,73	1,88	2,68	16	30	3,7
SS	4,5	2,2	36	0,3	0,2	1,9	11,72	0,59	2,49	5	76	3,5

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando o silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando o calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação.

Previamente ao preenchimento dos vasos, todas as amostras de solo foram adubadas com sulfato de amônio (0,20 g dm<sup>-3</sup> de N), superfosfato simples (0,20 g dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (0,18 g dm<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O), mantendo as características distintas provenientes da aplicação das fontes de correção de acidez e adubação residual do campo.

Logo após, sementes de milho (híbrido 390 VT Pro) foram distribuídas simultaneamente às das plantas daninhas nos vasos contendo 5,5 kg de substrato, restando em cada vaso, após desbaste, uma planta de milho no centro com mais quatro plantas daninhas da mesma espécie, formando os cinco arranjos de competição. A unidade experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta de milho ou uma planta daninha isolada ou em competição. As plantas foram irrigadas conforme necessário, de modo que a umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo.

Após a emergência de todas as espécies, decorridos dez dias da semeadura, procedeu-se ao desbaste, mantendo-se o milho em convivência com as plantas daninhas por mais 55 dias. Nesta data, as plantas de milho apresentavam 6-8 folhas completamente expandidas e as plantas daninhas encontravam-se em fase vegetativa, com exceção de *B. pilosa* e *H. suaveolens* que estavam em estágio de florescimento.

Com a retirada do sistema radicular e homogeneização do solo de cada unidade experimental, amostras foram coletadas, acondicionadas em sacos plásticos amarrados frouxamente e mantidas sob refrigeração para determinação do equivalente de umidade e realização das análises microbiológicas em laboratório.

Foram estimadas a taxa respiratória, o carbono da biomassa microbiana e o quociente metabólico do solo.

Na avaliação da taxa respiratória, utilizou-se o método respirométrico de avaliação do C-CO<sub>2</sub> evoluído do solo, no qual amostras de 100 g de solo peneirado e com umidade equivalente a 60% da capacidade de campo, em duplicata, foram incubadas durante 15 dias em frascos hermeticamente fechados. O C-CO<sub>2</sub> liberado do solo foi carregado por fluxo contínuo de ar isento de CO<sub>2</sub> até outro frasco contendo 70 mL de solução de NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup>. De três em três dias, estimou-se o C-CO<sub>2</sub> evoluído a partir da titulação de 10 mL da solução de NaOH, acrescido de 3 gotas de fenolftaleína, com solução de HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup>, preenchendo-se novamente os frascos com 70 mL de solução de NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup>. Para controle da qualidade do ar carregado utilizaram-se frascos sem solo como amostras “branco”.

Após o período de incubação, foram tomados 18 g de solo de cada frasco para determinação do carbono da biomassa microbiana (CBM), seguindo metodologia descrita por Vance et al., (1987) e modificada por Islam e Weil (1998), no qual as amostras foram tratadas com radiação de micro-ondas por tempo previamente calculado (60 + 60 segundos). O CBM foi extraído das amostras (irradiadas e não irradiadas) de solo com 80 mL da solução de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup> e em seguida submetidas à agitação por 30 minutos em mesa agitadora horizontal, permanecendo em repouso durante mais 30 minutos. Após o repouso, as amostras foram filtradas em filtros de papel Whatman n° 42. Em tubo digestor, adicionou-se 10 mL do filtrado, 2 mL de solução de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,0667 mol L<sup>-1</sup> e 10 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. Posteriormente o volume da solução foi completado para 100 mL em proveta calibrada, sendo transferido para frascos erlenmeyers de 250 mL, adicionando-se o indicador ferroim (oito gotas), para ser titulado com solução 0,033 mol L<sup>-1</sup> de (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> até mudança da cor para vermelho-vítreo.

A partir dos valores obtidos da evolução do C-CO<sub>2</sub> e CBM, calculou-se o  $q\text{CO}_2$  ( $\mu\text{g C-CO}_2 \mu\text{g}^{-1} \text{CBM d}^{-1}$ ), dividindo-se a média diária do C-CO<sub>2</sub> evoluído do solo pelo CBM determinado no solo, segundo Anderson e Domsch (1993).

Para interpretação dos resultados, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Efetuou-se o desdobramento da interação significativa, mas optou-se por apresentar também o estudo das comparações de cada fator isolado, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan ( $p < 0,05$ ). Os efeitos dos tempos de incubação foram avaliados por análise

de regressão, os quais foram comparados pelo teste de identidade de modelos segundo Regazzi (1993).

Foram estabelecidos contrastes ortogonais para comparações entre monocultivos e arranjos de competição testados pelo teste t a 5% de significância. Os contrastes de  $Y_1$  a  $Y_5$  foram definidos para comparar o efeito da competição, contrastando as médias das plantas daninhas cultivadas em monocultivo com as médias das respectivas plantas em competição com o milho. O contraste  $Y_6$  foi definido para comparar o efeito isolado de todas as espécies com as combinações estabelecidas entre planta daninha e milho, e o contraste  $Y_7$  definido para comparar o efeito da presença de espécies em relação aos solos sem cultivo nessas variáveis.

### **3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os atributos microbiológicos do solo comportaram-se de modo diferenciado nos monocultivos, arranjos de competição e manejos de fertilidade do solo. Verificou-se que a interação espécies e manejos de fertilidade de solo foi significativa ( $p < 0,05$ ) para as variáveis carbono da biomassa microbiana (CBM), taxa respiratória basal (TR) e quociente metabólico ( $qCO_2$ ), as quais apresentaram coeficientes de variação iguais a 27,10 %, 18,03 % e 31,31 %, respectivamente.

Houve grande variabilidade de resultados para a variável CBM com relação aos fatores avaliados. Diversos estudos constataram diferenças no teor de CBM em função do ciclo das plantas, da adição de resíduos vegetais e dos sistemas de preparo do solo e rotação de culturas (Balota et al., 1998; Franchini et al., 2007; Ferreira et al., 2010). Segundo Brasil-Batista (2003), conforme a planta se desenvolve e atinge maior atividade fisiológica, maior quantidade e diversidade de produtos são liberadas para a rizosfera, muitos dos quais são substratos para o crescimento microbiano.

No estudo isolado dos manejos de fertilidade do solo, observou-se tendência de redução do CBM naqueles que não receberam a aplicação de corretivo de acidez, embora não tenham se diferenciado estatisticamente do solo com aplicação de calcário e adubação (Tabela 2). As condições desfavoráveis de nutrição e elevada saturação por alumínio desses solos podem causar redução do aporte de carbono (C) pelas plantas e como consequência algumas podem economizar C apresentando menor exsudação, sustentando assim menor biomassa microbiana (BM). Sob a ação

conjunta dos dois fatores, solos com silicato de cálcio e magnésio e adubação (AA) ou calcário e adubação (CA) apresentaram valores de CBM semelhantes.

Tabela 2 – Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo em função de diferentes manejos de fertilidade e monocultivos

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
	$\mu\text{g CBM g}^{-1}$ solo				
<i>Zea mays</i>	123,51Bb <sup>2</sup>	189,12ABbc	293,33Aa	165,96Bbc	192,98 b
<i>Brachiaria brizantha</i>	339,65Aa	382,11Aa	191,58Bab	96,49Bc	252,46 ab
<i>Ipomoea grandifolia</i>	304,91Aa	204,56ABbc	115,79Bb	196,84ABbc	205,52 b
<i>Hyptis suaveolens</i>	324,21Aa	260,53Abc	108,07Bb	239,30Aab	233,03 b
<i>Conyza canadensis</i>	270,18Aa	165,97Abc	185,26Aab	220,00Ab	210,35 b
<i>Bidens pilosa</i>	250,88Aa	283,68Aab	274,04Aa	351,23Aa	289,96 a
Nenhum cultivo	231,58Aa	158,25Ac	262,46Aa	268,77Aab	230,26 b
Média	263,56 A	234,89 AB	204,36 B	219,80 B	

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Com relação ao efeito das espécies, maior CBM foi encontrada associada à espécie *Bidens pilosa* (Tabela 2). Verificou-se que as plantas possuem capacidade variada de estimular a biomassa microbiana, a qual está intimamente ligada com as características químicas do solo, o que sugere uma possível estratégia da planta de tolerar ou se adaptar a certas condições.

No solo com aplicação de silicato de cálcio e magnésio e adubação (AA) observou-se que as plantas daninhas apresentaram maior biomassa microbiana comparado ao milho (Tabela 2), mostrando maior dependência destas à microbiota do solo. Tal fato foi também evidenciado por Santos et al. (2012) que, avaliando o crescimento e o acúmulo de macro e micronutrientes em oito plantas daninhas e em plantas de milho e de feijão cultivadas em solo fumigado e não-fumigado, observou que as culturas de feijão e milho foram menos afetadas pela esterilização do solo em comparação às plantas daninhas, evidenciando uma possível dependência dessas últimas aos microrganismos edáficos.

O solo cultivado com *Bidens pilosa*, independente dos manejos de fertilidade, apresentou elevados valores de CBM, destacando-se, também, em relação às demais espécies (Tabela 2). Este resultado pode explicar, em parte, porque esta espécie consegue se estabelecer em diferentes condições edáficas e apresentar maior habilidade competitiva, sendo capaz de exsudar quantidade de C suficiente para sustentar elevada BM. Segundo Santos e Cury (2011), *B. pilosa* apresenta elevado

potencial no acúmulo de nutrientes e na regulação da atração e/ou repulsão de microrganismos, provavelmente atribuído à característica de exsudação de uma variedade de compostos pelas raízes, tornando a rizosfera um ambiente altamente regulado e adaptado às variações ambientais.

De modo geral, a relação entre plantas daninhas e milho vai depender da espécie envolvida e dos manejos de fertilidade do solo. Cada combinação entre cultura, planta daninha e manejo de fertilidade do solo pode resultar em valores diferentes para as variáveis microbiológicas, evidenciando a complexidade dessas interações. De acordo com Baudoin et al., (2003), a maioria dos estudos em que as plantas foram cultivadas em vasos como uma monocultura revelou que grupos específicos de microrganismos foram associados com a rizosfera. No entanto, Singh et al., (2004) relataram que pesquisas de campo envolvendo uma comunidade mista de plantas encontraram resultados contraditórios. Alguns estudos não encontraram tal seleção na rizosfera, enquanto outros apresentaram forte correlação entre plantas e comunidade microbiana do solo (Smalla et al., 2001; Duineveld et al., 2001).

Analisando o CBM nos arranjos de competição, como efeito isolado dos manejos de fertilidade do solo, observou-se maior CBM naqueles com adição de silicato de cálcio e magnésio (AA) e sem correção de acidez nem adubação (SS), seguindo esta mesma tendência na maioria dos arranjos (Tabela 3). O resultado encontrado para a condição de solo AA é coerente em relação aos altos valores CBM encontrados para as plantas em monocultivo e evidencia possivelmente uma ação sinérgica do cultivo simultâneo das espécies sobre a variável CBM. Entretanto, o resultado encontrado em SS, inconsistente com o efeito geral retratado na Tabela 2, pode refletir uma estratégia da maioria dos arranjos de estimular a biomassa microbiana no intuito de potencializar a aquisição de nutrientes neste solo.

Nestas mesmas condições de solo (AA e SS), estudando o efeito das espécies, verificou-se redução significativa do CBM para o milho em monocultivo em relação aos cultivos mistos (Tabela 3). Tal resultado reforça o fato de que a diversidade da cobertura vegetal do solo também poderá favorecer a composição e a biomassa microbiana, pela maior diversidade de compostos orgânicos secretados, os quais, por sua vez, favorecerão o crescimento de microrganismos com requerimentos nutricionais mais diversos (Moreira e Siqueira, 2006). Contudo, resultados contrários foram observados no solo sem correção de acidez, mas com adubação em que houve redução do CBM dos arranjos em relação a *Z. mays* em monocultivo, com exceção

de *Z. mays* + *B. brizantha* (Tabela 3). Em resposta ao estresse imposto pela competição pode haver liberação de substâncias alelopáticas pelas plantas, inibindo os microrganismos a fim de desencorajar espécies mais dependentes e de obter vantagem competitiva.

Tabela 3 – Carbono da biomassa microbiana (CBM) do solo sob diferentes manejos de fertilidade e cultivo simultâneo de milho com espécies de plantas daninhas

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	Média
	µg CBM g <sup>-1</sup> solo				
<i>Zea mays</i>	123,51Bb <sup>2</sup>	189,12ABbc	293,33Aab	165,96Bb	192,98 c
<i>Z. mays</i> + <i>Brachiaria brizantha</i>	239,30Aa	270,18Aab	320,35Aa	351,23Aa	295,26 a
<i>Z. mays</i> + <i>Ipomoea grandifolia</i>	339,65Aa	131,23Bc	173,68Bc	289,47Aa	233,51 bc
<i>Z. mays</i> + <i>Hyptis suaveolens</i>	328,07Aa	320,35Aa	204,56Bbc	331,93Aa	296,23 a
<i>Z. mays</i> + <i>Conyza canadensis</i>	335,79Aa	169,83Bbc	165,96Bc	144,74Bb	204,08 bc
<i>Z. mays</i> + <i>Bidens pilosa</i>	312,63Aa	235,44ABabc	162,11Bc	331,93Aa	260,53ab
Média	279,82 A	219,36 B	220,00 B	269,21 A	

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

*Z. mays* em convivência com *B. brizantha*, nas quatro condições de solo, foi capaz de sustentar alta biomassa microbiana, bem como comparada aos demais arranjos (Tabela 3), o que indica, em geral, uma maior tendência de acúmulo de carbono no solo. Esse resultado mostra-se muito interessante no contexto da Integração Lavoura Pecuária, considerando que essas duas espécies são amplamente utilizadas como componentes do sistema.

Comparando os arranjos com as respectivas plantas daninhas em monocultivo foram encontrados valores significativos com redução do CBM promovido pela competição entre *Z. mays* e as plantas daninhas *B. brizantha* e *B. pilosa* nos solos com calcário e adubação e sem correção de acidez, mas com adubação, respectivamente (Tabela 4). A diminuição da biomassa microbiana associada pode ser devido à estratégia das plantas de economizar C, em decorrência da competição, devotando menor quantidade para ser exsudada, provocando assim redução do CBM. Outra possibilidade seria a liberação de substâncias com efeitos alelopáticos, diminuindo a biomassa microbiana, a fim de inibir o crescimento de outras plantas mais dependentes da microbiota do solo. De maneira contrária, observou-se aumento do CBM influenciado pela competição entre *Z. mays* e *B. brizantha* nos solos sem correção de acidez (Tabela 4), o que sugere uma ação sinérgica promovida pelo

cultivo simultâneo dessas duas espécies, denotando que a presença dessas, em solos menos férteis, pode ser importante para elevação dos teores de carbono orgânico e da biomassa microbiana do solo. Por meio desses resultados comprova-se que a depender da condição de solo e das espécies de plantas há modificação da quantidade de microrganismos edáficos.

Tabela 4 - Estimativas dos contrastes para CBM do solo submetido a diferentes manejos de fertilidade e cultivos

Contrastes	Manejos de fertilidade do solo			
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS
	Estimativas CBM			
Y <sub>1</sub> =m <sub>B</sub> - m <sub>MB</sub> <sup>2</sup>	1,87 <sup>ns3</sup>	2,09*	-2,41*	-4,76**
Y <sub>2</sub> =m <sub>I</sub> - m <sub>MI</sub>	-0,65 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>	-1,08 <sup>ns</sup>	-1,73 <sup>ns</sup>
Y <sub>3</sub> =m <sub>H</sub> - m <sub>MH</sub>	-0,07 <sup>ns</sup>	-1,12 <sup>ns</sup>	-1,80 <sup>ns</sup>	-1,73 <sup>ns</sup>
Y <sub>4</sub> =m <sub>C</sub> - m <sub>MC</sub>	-1,23 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>
Y <sub>5</sub> =m <sub>P</sub> - m <sub>MP</sub>	-1,15 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	2,09*	0,36 <sup>ns</sup>
Y <sub>6</sub> = (monocultivos) - (arranjos) <sup>4</sup>	-1,84 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	-3,41**
Y <sub>7</sub> = (monocultivos) - m <sub>SC</sub> <sup>5</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	2,18*	-1,66 <sup>ns</sup>	-1,40 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>m = média; B = *B. brizantha* monocultivo; I = *I. grandifolia* monocultivo; H = *H. suaveolens* monocultivo; C = *C. canadensis* monocultivo; P = *B. pilosa* monocultivo; MB = *Z. mays* + *B. brizantha*; MI = *Z. mays* + *I. grandifolia*; MH = *Z. mays* + *H. suaveolens*; MC = *Z. mays* + *C. canadensis*; MP = *Z. mays* + *B. pilosa*; SC = sem cultivo <sup>3</sup>/<sup>\*\*</sup>,\* e <sup>ns</sup> significativos a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste t. <sup>4</sup>Y<sub>6</sub>= (m<sub>M</sub> + m<sub>B</sub> + m<sub>I</sub> + m<sub>H</sub> + m<sub>C</sub> + m<sub>P</sub>) - (m<sub>MB</sub> + m<sub>MI</sub> + m<sub>MH</sub> + m<sub>MC</sub> + m<sub>MP</sub>). <sup>5</sup>Y<sub>7</sub>= (m<sub>M</sub> + m<sub>B</sub> + m<sub>I</sub> + m<sub>H</sub> + m<sub>C</sub> + m<sub>P</sub>) - m<sub>SC</sub>

Maior CBM foi atribuído à presença de espécies em monocultivo no solo com calcário e adubação comparativamente ao sem cultivo (Tabela 4). No solo sem correção de acidez e sem adubação a diversidade de espécies representada pelos arranjos de competição sustentaram maior BM do que os monocultivos (Tabela 4), possivelmente pela maior quantidade e diversidade de exsudatos liberados.

Valores médios da taxa respiratória (TR) basal de amostras de solo sob efeito dos manejos de fertilidade do solo e monocultivo de plantas daninhas e de milho estão apresentados na Tabela 5. De modo geral, como efeito isolado dos manejos de fertilidade, o solo sem correção de acidez e sem adubação apresentou menor TR, demonstrando a importância da correção de acidez e da adubação para o estímulo da atividade microbiana. Rangel-Castro et al., (2005) mostraram, através das técnicas combinadas de DGGE (genes ribossomais amplificados por PCR) e sondagem com isótopo <sup>13</sup>C, que solos que receberam calagem tinham comunidade microbiana (*Archae*, *Bacteria* e *Fungi*) mais ativa (utilização de compostos com <sup>13</sup>C

recentemente exsudados) e complexa que solos que não receberam correção de acidez.

Tabela 5 – Taxa Respiratória basal (TR) do solo em função de diferentes manejos de fertilidade e monocultivos

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ solo dia}^{-1}$					
<i>Zea mays</i>	82,99ABab <sup>2</sup>	69,16BCab	101,81Aa	55,89Cbc	77,46 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	87,55Aab	76,15ABab	79,28ABabc	55,78Bbc	74,69 a
<i>Ipomoea grandifolia</i>	84,70Aab	93,17Aa	74,43Abc	77,88Aab	82,55 a
<i>Hyptis suaveolens</i>	61,32Ab	83,42Aab	64,90Ac	76,71Aab	71,59 a
<i>Conyza canadensis</i>	75,72Aab	84,41Aab	71,19Abc	95,61Aa	81,73 a
<i>Bidens pilosa</i>	75,71Aab	84,17Aab	84,70Aabc	46,71Bc	72,83 a
Nenhum cultivo	97,53Aa	60,60Bb	95,75Aab	66,31Bbc	80,05 a
Média	80,79 A	78,72 A	81,72 A	67,84 B	

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

A presença das plantas daninhas e do milho modificou a TR, evidenciando que as plantas manipulam a atividade da microbiota em função dos manejos de fertilidade do solo, o que pode ser observado na Figura 1, onde são apresentadas as evoluções de C-CO<sub>2</sub> acumuladas, ao longo dos 15 dias de incubação, das amostras de solo cultivadas por cada espécie de planta. Comportamento semelhante ao efeito geral dos manejos de fertilidade dos solos pode ser observado sob influência das espécies com menor TR ou semelhante à menor no solo sem correção de acidez e sem adubação (Tabela 5). Nesta condição de solo algumas espécies tiveram seu crescimento e desenvolvimento prejudicados devido às características de baixa fertilidade e alta saturação por alumínio, o que pode ter afetado significativamente a deposição no solo de compostos que estimulassem a atividade microbiana.

Em termos gerais, observou-se a manutenção das mesmas taxas respiratórias associadas às espécies, indicando uma evolução de C-CO<sub>2</sub> semelhante entre elas. Similarmente, nos solos que receberam uma fonte de correção de acidez a atividade biológica associada às espécies foi bastante aproximada (Tabela 5). Ao contrário, naqueles sem correção de acidez foram encontradas grandes variações nas TR, mostrando que nessas condições de solo as espécies possuem um papel mais pronunciado na atividade biológica, o que também pode ser visualizado na Figura 2, onde evoluções de C-CO<sub>2</sub> semelhantes associadas a diferentes espécies foram apresentadas por uma taxa respiratória comum. Verificou-se, nos quatro manejos de

fertilidade do solo, maior proximidade da TR cultivado com as espécies aos três dias de incubação com variações mais definidas a partir daí, especialmente para o solo sem correção de acidez, mas com adubação.

Solos sem cultivo que receberam silicato de cálcio e magnésio e adubação (AA) ou calcário e adubação (CA) apresentaram elevados e baixos valores de TR respectivamente (Tabela 5, Figura 2). Em solos sem cultivo espera-se encontrar menor quantidade de microrganismos e menor atividade metabólica em relação aos cultivados, pelo fato de não haver fornecimento de C e energia via exsudação radicular das plantas, como observado em CA (Sandmann e Loos, 1984). Contudo, o aumento da produção de C-CO<sub>2</sub> no solo AA pode estar diretamente relacionado ao elevado valor de CBM obtido (Tabela 2) ou ser reflexo de um desequilíbrio na comunidade microbiana, devido ao não fornecimento de fatores de crescimento, inibindo assim determinadas populações microbianas, cujas células mortas seriam utilizadas pela biomassa microbiana ativa como fonte de C e energia para seu metabolismo (Sakamoto e Obo, 1994).

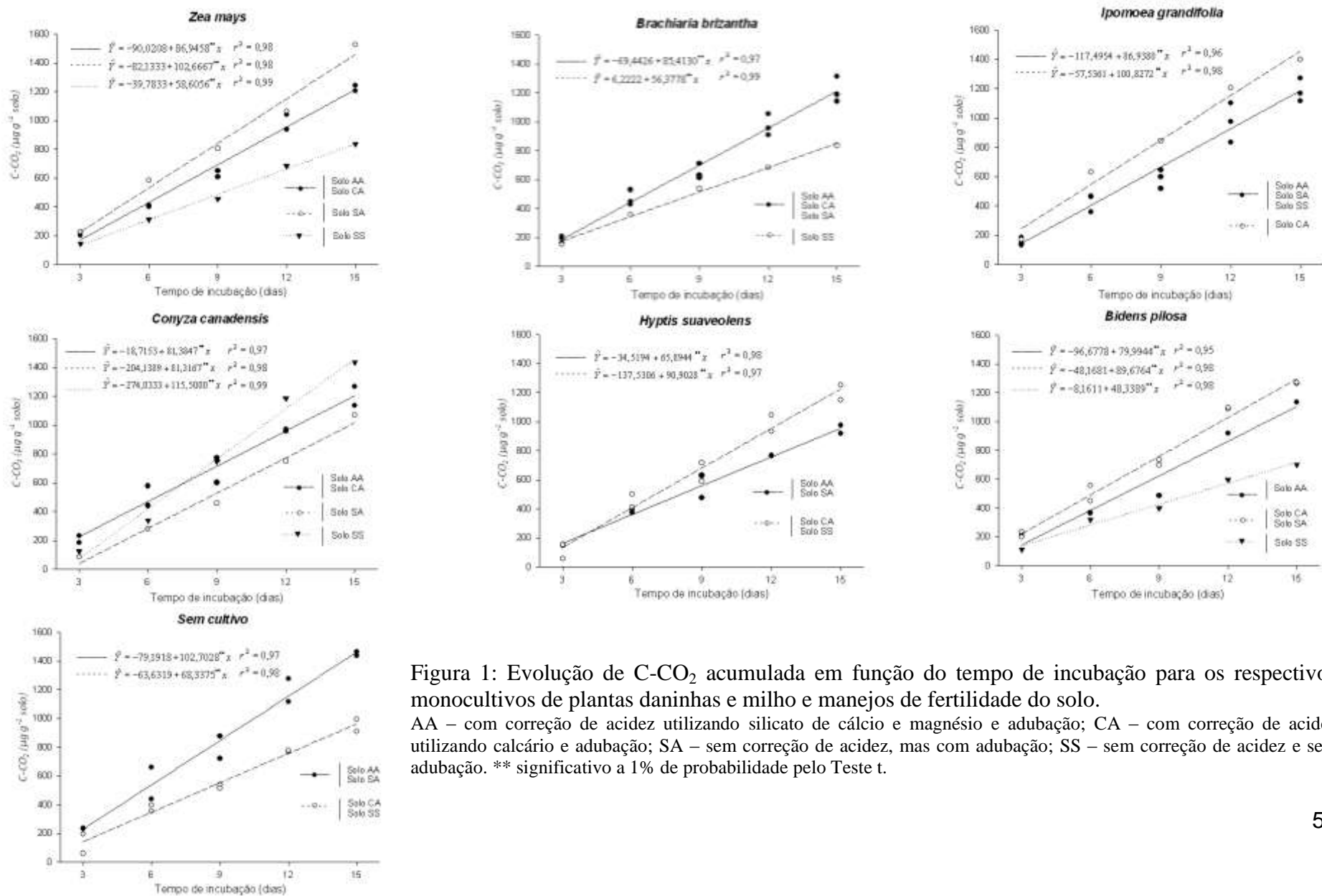


Figura 1: Evolução de C-CO<sub>2</sub> acumulada em função do tempo de incubação para os respectivos monocultivos de plantas daninhas e milho e manejos de fertilidade do solo. AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo Teste t.

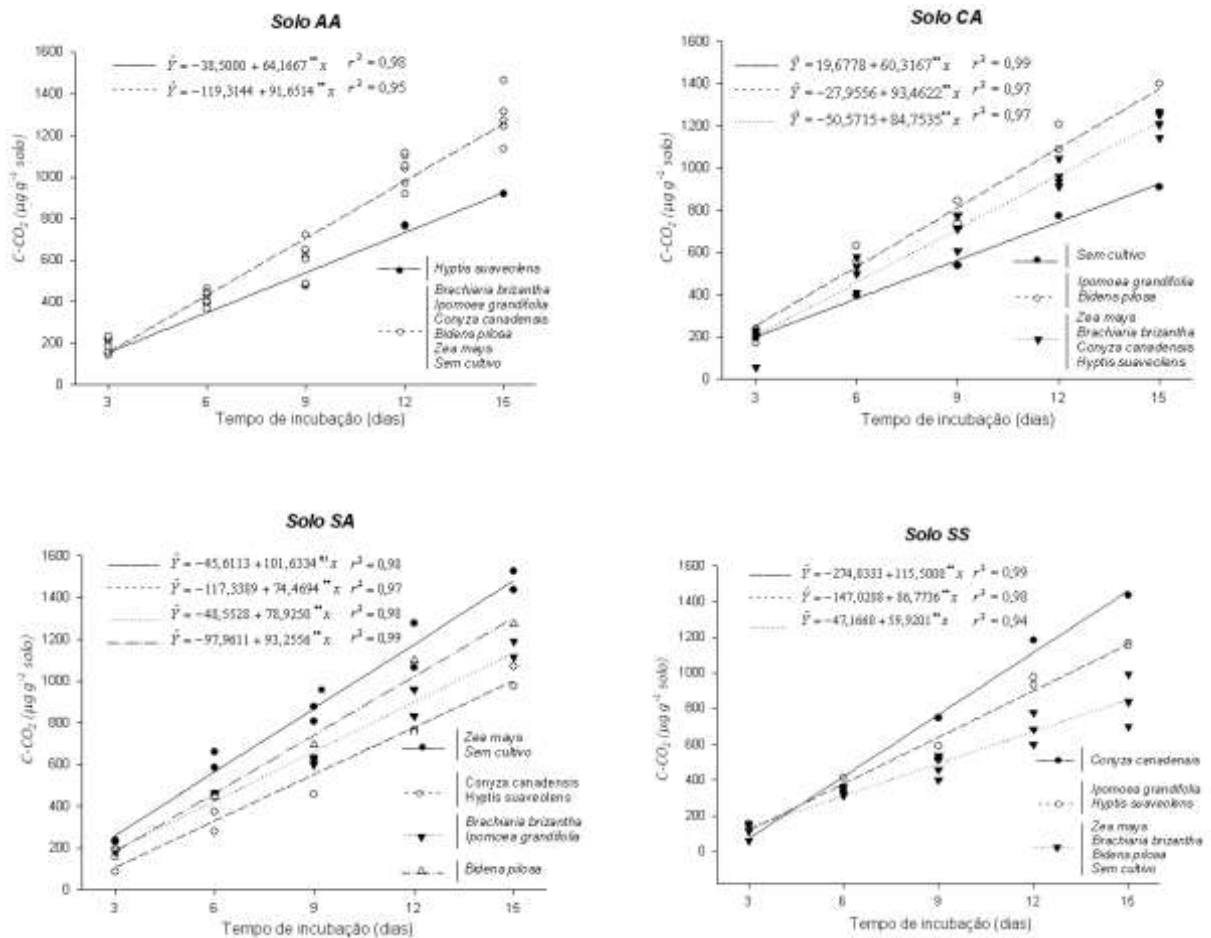


Figura 2: Evolução de C-CO<sub>2</sub> acumulada em função do tempo de incubação para os respectivos manejos de fertilidade do solo e monocultivo de plantas daninhas e milho.

AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo Teste t.

Observou-se o mesmo efeito geral dos manejos de fertilidade do solo associado às espécies em monocultivo (Tabela 6, Figura 3). No entanto, diferenças significativas entre os solos que receberam silicato de cálcio e magnésio e adubação, e calcário e adubação podem ser observadas, com superioridade do primeiro quanto à atividade biológica (Tabela 6). No solo, os silicatos de cálcio e magnésio são utilizados como fertilizantes e corretivos, elevando o pH e a saturação por bases. Na planta, o silício desenvolve efeitos benéficos relacionados principalmente com o aumento da resistência ao ataque de pragas e doenças (Goussain et al., 2002; Berni e Prabhu, 2003), diminuição da taxa de transpiração (Barbosa Filho et al., 2001) e maior eficiência fotossintética (Gao et al., 2004). Porém, não existe na literatura

registro de estudos dos efeitos da adição do silício ao solo sobre a atividade microbiana e sobre os grupos de microrganismos benéficos para as plantas, dificultando a interpretação desse resultado, o qual pode ter influência direta sobre a microbiota ou indireta via planta.

Tabela 6 – Taxa Respiratória basal (TR) do solo sob diferentes manejos de fertilidade e cultivo simultâneo de milho com espécies de plantas daninhas

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
	µg C-CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> solo dia <sup>-1</sup>				
<i>Zea mays</i>	82,99ABb <sup>2</sup>	69,16BCab	101,81Aa	55,89Ca	77,46ab
<i>Z. mays</i> + <i>Brachiaria brizantha</i>	110,65Aa	80,08Bab	82,07Bab	76,71Ba	87,38 a
<i>Z. mays</i> + <i>Ipomoea grandifolia</i>	76,14Ab	74,95Aab	80,08Aab	81,28Aa	78,11ab
<i>Z. mays</i> + <i>Hyptis suaveolens</i>	78,14ABb	87,92Aa	58,12Bb	79,67ABa	75,96ab
<i>Z. mays</i> + <i>Conyza canadensis</i>	72,29Ab	78,28Aab	61,54Ab	63,74Aa	68,96 b
<i>Z. mays</i> + <i>Bidens pilosa</i>	87,13Ab	60,66Bb	92,57Aa	78,86ABa	79,80ab
Média	84,56 A	75,17AB	79,36AB	72,69 B	

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Com relação às espécies, o cultivo simultâneo de milho e plantas daninhas provocou alterações na TR, e sob a ação conjunta dos fatores apenas no solo sem correção de acidez e sem adubação não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) entre os arranjos. Da mesma forma que na variável CBM, o sistema misto formado por *Z. mays* e *B. brizantha* apresentou elevada atividade microbiana comparado aos demais arranjos nos quatro manejos de fertilidade do solo (Tabela 6, Figura 4).

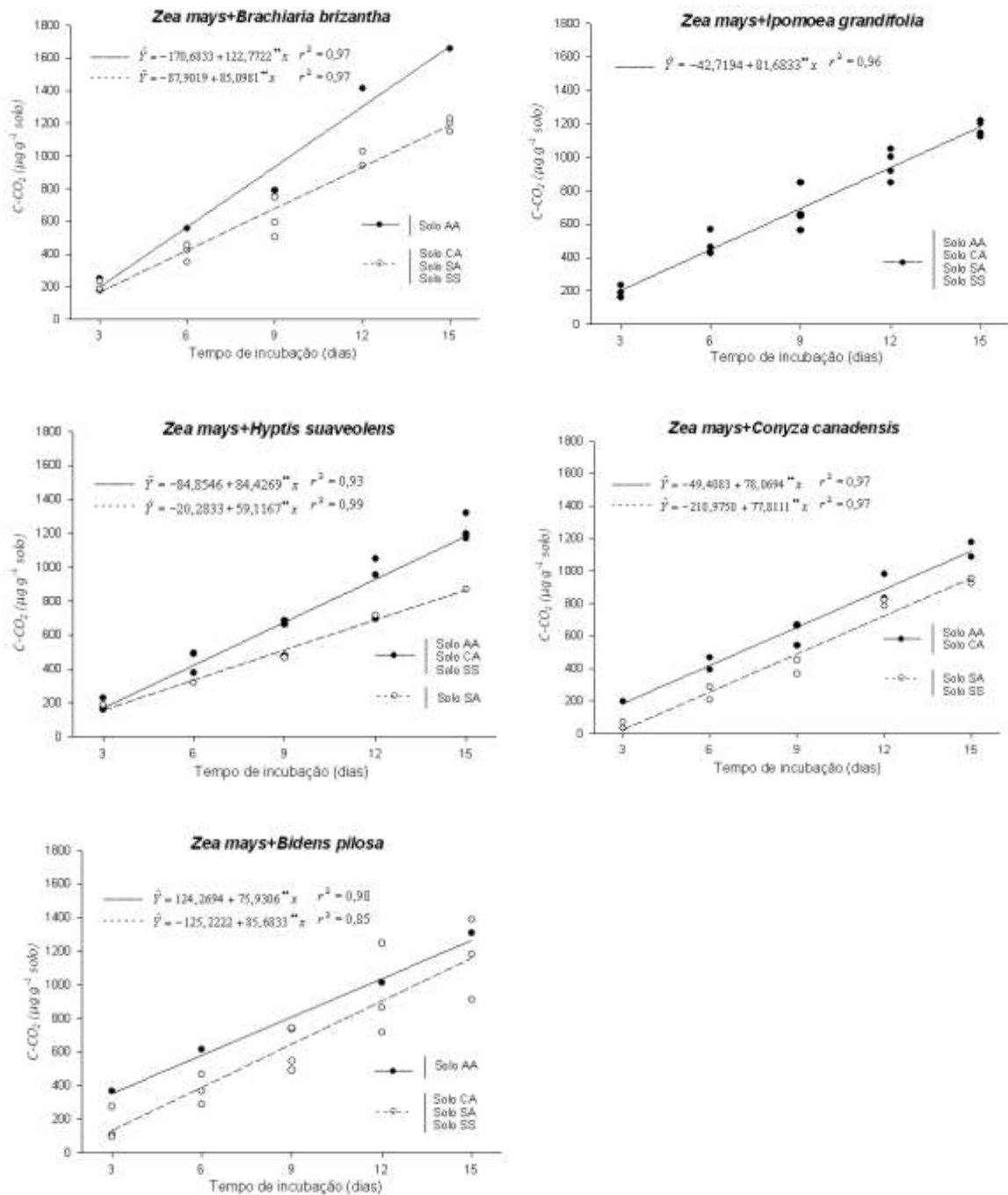


Figura 3: Evolução de C-CO<sub>2</sub> acumulada em função do tempo de incubação para os respectivos cultivos de plantas daninhas e milho em competição e manejos de fertilidade do solo.

AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo Teste t.

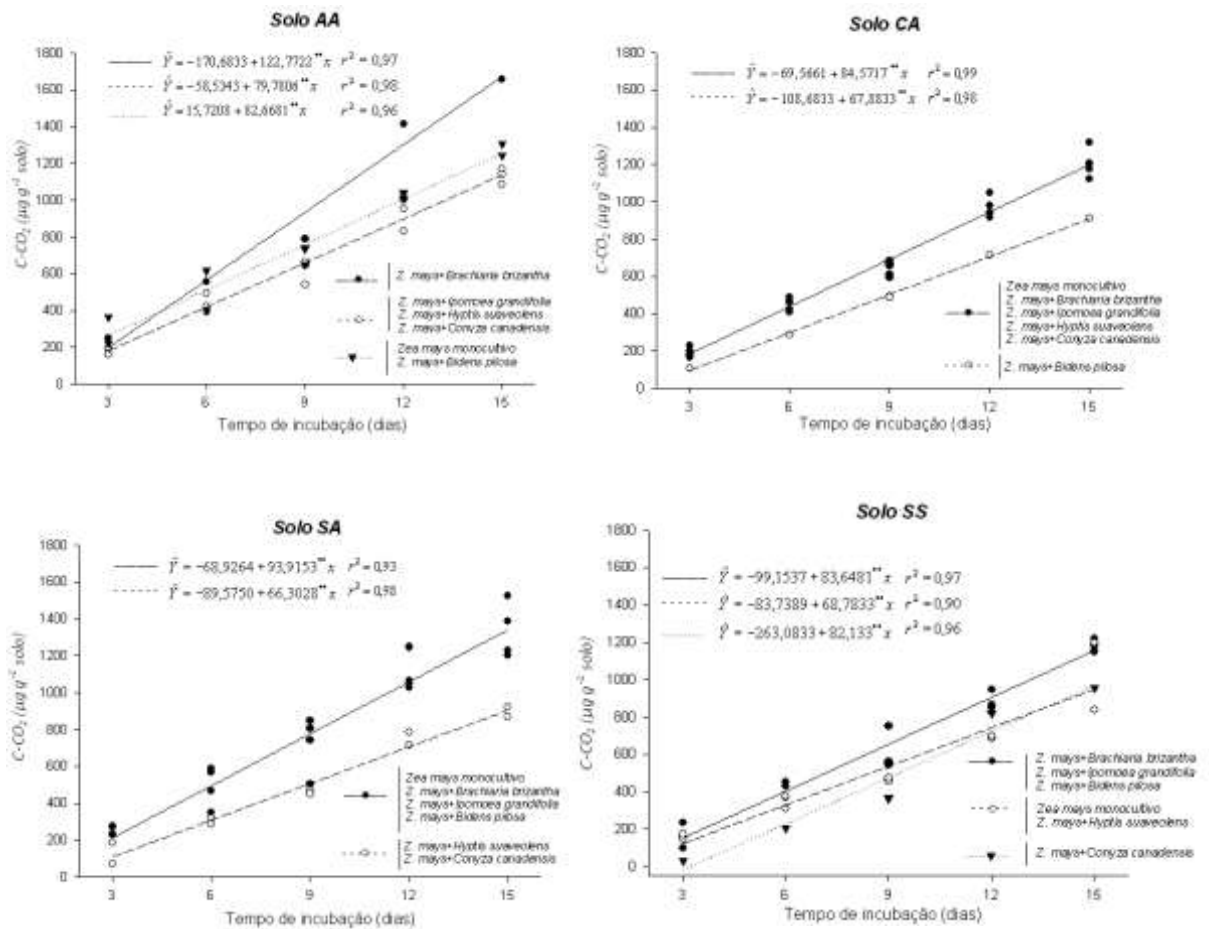


Figura 4: Evolução de C-CO<sub>2</sub> acumulada em função do tempo de incubação para os respectivos manejos de fertilidade do solo e cultivo de plantas daninhas e milho em competição.

AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo Teste t.

Por meio dos contrastes verificou-se diminuição da TR nos solos com calcário e adubação e sem correção de acidez nem adubação quando cultivados com *Z. mays* em convivência com *B. pilosa* e *C. canadensis* respectivamente, e aumento da atividade microbiana, nos solos com silicato de cálcio e magnésio e adubação e sem correção de acidez nem adubação, na presença de *Z. mays* + *B. brizantha* e *Z. mays* + *B. pilosa*, respectivamente (Tabela 7), de modo a utilizar a microbiota a favor das plantas, na tentativa de minimizar a competição e garantir maior aquisição de nutrientes, especialmente em condições menos favoráveis de nutrição de solo. Essas estratégias variam de acordo com a espécie e com o manejo de fertilidade aplicado ao solo, o que confirma a hipótese que de fato as plantas, sozinhas ou em competição manipulam a microbiota do solo. Assim como para o CBM (Tabela 4), solos que

receberam aplicação superficial de calcário e cultivos apresentaram uma comunidade significativamente mais ativa do que estes sem cultivo (Tabela 7).

Tabela 7 - Estimativas dos contrastes para TR do solo submetido a diferentes manejos de fertilidade e cultivos

Contrastes	Manejos de fertilidade do solo			
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS
	Estimativas TR			
Y <sub>1</sub> =m <sub>B</sub> - m <sub>MB</sub> <sup>2</sup>	-2,02 <sup>*3</sup>	-0,34 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	-1,83 <sup>ns</sup>
Y <sub>2</sub> =m <sub>I</sub> - m <sub>MI</sub>	0,75 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	-0,47 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>
Y <sub>3</sub> =m <sub>H</sub> - m <sub>MH</sub>	-1,47 <sup>ns</sup>	-0,39 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>
Y <sub>4</sub> =m <sub>C</sub> - m <sub>MC</sub>	0,30 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	2,79 <sup>**</sup>
Y <sub>5</sub> =m <sub>P</sub> - m <sub>MP</sub>	-1,00 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>*</sup>	-0,69 <sup>ns</sup>	-2,82 <sup>**</sup>
Y <sub>6</sub> = (monocultivos) - (arranjos) <sup>4</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	-1,63 <sup>ns</sup>
Y <sub>7</sub> = (monocultivos) - m <sub>SC</sub> <sup>5</sup>	-1,97 <sup>ns</sup>	2,42 <sup>*</sup>	-1,88 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>m = média; B = *B. brizantha* monocultivo; I = *I. grandifolia* monocultivo; H = *H. suaveolens* monocultivo; C = *C. canadensis* monocultivo; P = *B. pilosa* monocultivo; MB = *Z. mays* + *B. brizantha*; MI = *Z. mays* + *I. grandifolia*; MH = *Z. mays* + *H. suaveolens*; MC = *Z. mays* + *C. canadensis*; MP = *Z. mays* + *B. pilosa*; SC = sem cultivo <sup>3</sup>/<sup>\*</sup>/<sup>\*</sup>/<sup>\*</sup> e <sup>ns</sup> significativos a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste t. <sup>4</sup>Y<sub>6</sub>= (m<sub>M</sub> + m<sub>B</sub> + m<sub>I</sub> + m<sub>H</sub> + m<sub>C</sub> + m<sub>P</sub>) - (m<sub>MB</sub> + m<sub>MI</sub> + m<sub>MH</sub> + m<sub>MC</sub> + m<sub>MP</sub>). <sup>5</sup>Y<sub>7</sub>= (m<sub>M</sub> + m<sub>B</sub> + m<sub>I</sub> + m<sub>H</sub> + m<sub>C</sub> + m<sub>P</sub>) - m<sub>SC</sub>

Pela média geral dos manejos de fertilidade do solo, menor eficiência da BM na utilização de C e energia (>qCO<sub>2</sub>) foi observada no solo sem correção de acidez, mas com adubação (Tabela 8), o que implica que este solo apresenta maior suscetibilidade a perdas de carbono. O qCO<sub>2</sub> é um indicador de equilíbrio do sistema e foi proposto por Anderson e Domsch (1993) como uma adaptação da teoria do “desenvolvimento bioenergético dos ecossistemas”, a qual prediz que quanto mais próximo do equilíbrio estiver o sistema, menor energia é requerida para manutenção da célula microbiana, e quanto mais distante do equilíbrio maior atividade específica será necessária. Assim, um baixo qCO<sub>2</sub> indica economia na utilização de energia e, supostamente reflete um ambiente mais estável ou mais próximo do seu estado de equilíbrio; ao contrário, valores elevados são indicativos de ecossistemas submetidos a alguma condição de estresse ou de distúrbio (Tótolá e Chaer 2002), indicando sistemas menos conservacionistas da matéria orgânica do solo (M.O.S).

Para o milho, o solo que recebeu silicato de cálcio e magnésio e adubação apresentou maior respiração por unidade de biomassa. Contudo, observou-se para as plantas daninhas em monocultivo que solos que receberam silicato de cálcio e magnésio e adubação mostraram-se semelhantes ou superiores (<qCO<sub>2</sub>) aos solos que receberam calcário e adubação (Tabela 8) no aspecto da conservação da M.O.S.

Tabela 8 – Quociente metabólico ( $qCO_2$ ) do solo em função de diferentes manejos de fertilidade e monocultivos

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
$\mu g\ CO_2\ \mu g^{-1}\ CBM\ dia^{-1}$					
<i>Zea mays</i>	0,67Aa <sup>2</sup>	0,40Bab	0,35Bc	0,40Bb	0,46 a
<i>Brachiaria brizantha</i>	0,27BCbc	0,21Cb	0,44Bbc	0,74Aa	0,42 a
<i>Ipomoea grandifolia</i>	0,28Cbc	0,48ABa	0,66Aa	0,40BCb	0,45 a
<i>Hyptis suaveolens</i>	0,19Bc	0,32Bab	0,61Aab	0,32Bbc	0,36 a
<i>Conyza canadensis</i>	0,28Bbc	0,53Aa	0,40ABc	0,44ABb	0,41 a
<i>Bidens pilosa</i>	0,30Abc	0,31Aab	0,33Ac	0,15Ac	0,28 a
Nenhum cultivo	0,42Ab	0,42Aab	0,38Ac	0,26Abc	0,37 a
Média	0,34 B	0,38AB	0,45 A	0,39AB	

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

A microbiota do solo associada às diferentes espécies apresentou o mesmo nível de atividade por unidade de biomassa, mas considerando as interações entre estas plantas e os manejos de fertilidade do solo, a atividade foi substancialmente alterada. No solo com silicato de cálcio e magnésio e adubação observou-se menor perda de C-CO<sub>2</sub> e maior incorporação de C nas células microbianas (< $qCO_2$ ) na presença das plantas daninhas e em solos sem cultivo em comparação ao solo cultivado com o milho em monocultivo (Tabela 8). Tal fato aponta o monocultivo de milho como o pior sistema para conservação do C a longo prazo e sugere que a menor necessidade de oxidação apresentada pela microbiota associada às plantas daninhas para manutenção de uma maior biomassa microbiana pode ser decorrente da menor demanda e/ou maior eficiência de aquisição de nutrientes, necessitando, portanto, de menores taxas de mineralização da M.O.S.

Diante dos resultados observados nos demais manejos de fertilidade do solo para a variável  $qCO_2$  (Tabela 8) é possível afirmar que a presença de plantas daninhas em determinadas condições de solo pode ser fundamental para manutenção de maior conservação da M.O.S (< $qCO_2$ ), ao passo que a permanência de outras plantas daninhas em certas condições do solo pode estimular a oxidação da matéria orgânica pela microbiota do solo levando a perdas (> $qCO_2$ ). Assim, do ponto de vista da conservação do solo a atividade da microbiota do solo poderia ser utilizada como indicador auxiliar no manejo integrado de plantas daninhas, considerando o balanço entre o benefício que determinadas plantas daninhas podem trazer para a conservação do solo e o prejuízo causado à cultura.

Com relação ao  $qCO_2$  associado ao cultivo simultâneo de plantas daninhas e de milho (Tabela 9), destaca-se o arranjo formado por *Z. mays* e *H. suaveolens* nos quatro manejos de fertilidade do solo, o qual mostrou-se o sistema misto que proporciona maior eficiência da microbiota associada, sendo o mais conservativo da matéria orgânica.

Tabela 9 – Quociente metabólico ( $qCO_2$ ) do solo sob diferentes manejos de fertilidade e cultivo simultâneo de milho com espécies de plantas daninhas

Espécies cultivadas	Manejos de fertilidade do solo				Média
	AA <sup>1</sup>	CA	SA	SS	
	$\mu g\ CO_2\ \mu g^{-1}\ CBM\ dia^{-1}$				
<i>Zea mays</i>	0,67Aa <sup>2</sup>	0,40Bb	0,35Bb	0,40Bab	0,46 a
<i>Z. mays</i> + <i>Brachiaria brizantha</i>	0,46Ab	0,30ABb	0,27ABb	0,23Bb	0,31bc
<i>Z. mays</i> + <i>Ipomoea grandifolia</i>	0,24Cc	0,61Aa	0,46ABab	0,30BCab	0,40ab
<i>Z. mays</i> + <i>Hyptis suaveolens</i>	0,24Ac	0,29Ab	0,34Ab	0,25Ab	0,28 c
<i>Z. mays</i> + <i>Conyza canadensis</i>	0,22Bc	0,47Aab	0,37ABb	0,46Aa	0,38abc
<i>Z. mays</i> + <i>Bidens pilosa</i>	0,29Bbc	0,27Bb	0,58Aa	0,24Bb	0,34bc
Média	0,35 A	0,39 A	0,40 A	0,31 A	

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

No solo com adição do silicato de cálcio e magnésio e adubação todos os arranjos diferiram de *Z. mays* em monocultivo (Tabela 9), apresentando, este último maior taxa de respiração pela mesma unidade de biomassa, o que significa que este sistema, estimulando a degradação da matéria orgânica, pode ocasionar grandes perdas de C orgânico se persistir ao longo do tempo. Em contrapartida, nesse solo, os arranjos de competição teriam menores perdas pelo menor estímulo aos processos oxidativos.

Nos demais manejos de fertilidade do solo outros arranjos apresentaram maior  $qCO_2$  seguindo a tendência apresentada pela média geral, que aponta os arranjos entre *Z. mays* e *I. grandifolia* e *Z. mays* e *C. canadensis*, além da cultura em monocultivo (Tabela 9), como sistemas que apresentam maior nível de distúrbio e menor economia de energia.

Combinações entre *Z. mays* e *B. brizantha* no solo com silicato de cálcio e magnésio e adubação (AA) e *Z. mays* e *B. pilosa* no solo sem correção de acidez, mas com adubação (SA), estimularam a atividade microbiana e a degradação da M.O.S. (Tabela 10) com o aumento do  $qCO_2$ , enquanto que os arranjos formados por *Z. mays* e *I. grandifolia*, *Z. mays* e *H. suaveolens*, no solo SA, e *Z. mays* e *B.*

*brizantha* no solo sem correção de acidez e sem adubação (SS), promoveram melhoria na eficiência de incorporação de C ao solo, em relação às respectivas plantas daninhas em monocultivo (Tabela 10). De forma semelhante, nos solos AA e SS foi detectado efeito positivo e significativo do cultivo misto de espécies em relação aos monocultivos sobre a atividade microbiana por unidade de biomassa.

Tabela 10 - Estimativas dos contrastes para  $qCO_2$  do solo submetido a diferentes manejos de fertilidade do solo e cultivos

Contrastes	Manejos de fertilidade do solo			
	AA <sup>1</sup>	CA	AS	SS
	Estimativas $qCO_2$			
$Y_1 = m_B - m_{MB}^2$	-2,00 <sup>*3</sup>	-0,95 <sup>ns</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	5,37 <sup>**</sup>
$Y_2 = m_I - m_{MI}$	0,48 <sup>ns</sup>	-1,37 <sup>ns</sup>	2,11 <sup>*</sup>	0,00 <sup>ns</sup>
$Y_3 = m_H - m_{MH}$	-0,53 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	2,84 <sup>**</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
$Y_4 = m_C - m_{MC}$	0,63 <sup>ns</sup>	0,63 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>
$Y_5 = m_P - m_{MP}$	1,37 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	-2,10 <sup>*</sup>	-0,95 <sup>ns</sup>
$Y_6 = (\text{monocultivos}) - (\text{arranjos})^4$	2,74 <sup>**</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>**</sup>
$Y_7 = (\text{monocultivos}) - m_{SC}^5$	-1,20 <sup>ns</sup>	-0,61 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	2,02 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>AA – com correção de acidez utilizando silicato de cálcio e magnésio e adubação; CA – com correção de acidez utilizando calcário e adubação; SA – sem correção de acidez, mas com adubação; SS – sem correção de acidez e sem adubação. <sup>2</sup>m = média; B = *B. brizantha* monocultivo; I = *I. grandifolia* monocultivo; H = *H. suaveolens* monocultivo; C = *C. canadensis* monocultivo; P = *B. pilosa* monocultivo; MB = *Z. mays* + *B. brizantha*; MI = *Z. mays* + *I. grandifolia*; MH = *Z. mays* + *H. suaveolens*; MC = *Z. mays* + *C. canadensis*; MP = *Z. mays* + *B. pilosa*; SC = sem cultivo <sup>3</sup>/<sup>\*</sup>,<sup>\*</sup> e <sup>ns</sup> significativos a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste t. <sup>4</sup> $Y_6 = (m_M + m_B + m_I + m_H + m_C + m_P) - (m_{MB} + m_{MI} + m_{MH} + m_{MC} + m_{MP})$ . <sup>5</sup> $Y_7 = (m_M + m_B + m_I + m_H + m_C + m_P) - m_{SC}$

Concluiu-se que a biomassa e a atividade microbiana foram alteradas pelas espécies de plantas, pela convivência e pelos manejos de fertilidade do solo e que essa alteração pode ser uma estratégia utilizada pelas espécies para minimizar os efeitos da competição. As fontes de correção de acidez do solo, silicato de cálcio e magnésio e calcário, influenciaram semelhantemente a biomassa e as taxas respiratórias do solo cultivado com a maioria das espécies livre ou sob interferência, sendo, a fonte silicatada, para alguns cultivos, melhor que o calcário por favorecer menor atividade específica da microbiota edáfica. Solos cultivados com *Bidens pilosa* e com *Zea mays* em convivência com *Brachiaria brizantha* apresentaram maior biomassa microbiana. O monocultivo de *Bidens pilosa* e o cultivo simultâneo de *Zea mays* com *Hyptis suaveolens* proporcionaram maior eficiência energética para manutenção das células microbianas, evidenciado pelos menores valores de quociente metabólico nos quatro manejos de fertilidade do solo.

### 3.6. AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa e apoio financeiro para realização da pesquisa.

### 3.7. LITERATURA CITADA

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> ( $q_{CO_2}$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, p. 93-395, 1993.

BAIS, H. P. et al. How plants communicate using the underground information superhighway. **Trends in Plant Science**, v. 9, p. 26-32, 2004.

BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 641-649, 1998.

BARBOSA FILHO, M. P. et al. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 325-330, 2001.

BAUDOIN, E. et al. Impact of artificial root exudates on the bacterial community structure in bulk soil and maize rhizosphere. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, p. 1183-1192, 2003.

BERNI, R. F.; PRABHU, A. S. Eficiência relativa de fontes de silício no controle de bruçone nas folhas em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 195-201, 2003.

BRASIL-BATISTA, C. **Efeito do *Bacillus thuringiensis* sobre os grupos de microrganismos funcionais na rizosfera de milho e sorgo**. 2003. 23 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

CARRERA, L. M. et al. Effects of cover crops, compost, and manure amendments on soil microbial community structure in tomato production systems. **Applied Soil Ecology**, v. 37, n. 3, p. 247-255, 2007.

COCKING, E. C. Endophytic colonisation of plant roots by nitrogen-fixing bacteria. **Plant Soil**, v. 252, p. 169-175, 2003.

DUINEVELD, B. M. et al. Analysis of bacterial communities in the rhizosphere of chrysanthemum via denaturing gradient gel electrophoresis of PCR-amplified 16S rRNA as well as DNA fragments coding for 16S rRNA. **Applied Environmental Microbiology**, v. 67, p. 172-178, 2001.

FERREIRA, E. P. B. et al. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 177-183, 2010.

FERREIRA, E. P. B. et al. Assessing insecticide and fungicide effects on the culturable soil bacterial community by analyses of variance of their DGGE fingerprinting data. **European Journal of Soil Biology**, v. 45, n. 05/06, p. 466-472, 2009.

FERREIRA, E. P. B. et al. Rhizosphere bacterial communities of potato cultivars evaluated through PCR-DGGE profiles. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 5, p. 605-612, 2008.

FRANCHINI, J. C. et al. Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 92, n. 01/02, p. 18-29, 2007.

GAO, X. et al. Silicon improves water use efficiency in Maize plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 27, p. 1457-1470, 2004.

GOUSSAIN, M. M. et al. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepdoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 305-310, 2002.

HILTNER, L. Über neuere Erfahrungen und Probleme auf dem Gebiete der Bodenbakteriologie unter besonderer Berücksichtigung der Gründüngung und Brache. **Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft**, v. 98, p. 59-78, 1904.

HIRSCH, A. M. et al. Molecular signal and receptors: controlling rhizosphere interactions between plants and other organisms. **Ecology**, v. 84, p. 858-868, 2003.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility of Soils**, v. 27, n. 4, p. 408-416, 1998.

KHAN, M. S.; ZAIDI, A.; WANI, P. A. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture - a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 27, n. 1, p. 29-43, 2007.

KUZYAKOV, Y.; DOMANSKI, G. Model for rhizodeposition and CO<sub>2</sub> efflux from planted soil and its validation by <sup>14</sup>C pulse labelling of ryegrass. **Plant Soil**, v. 239, p. 87-102, 2002.

MOREIRA, F. S. M.; SIQUEIRA, J. O. Rizosfera. In: MOREIRA, F. S. M.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Editora: UFLA, Universidade Federal de Lavras, p. 407-447, 2006.

RANGEL-CASTRO, J. I. et al. Stable isotope probing analysis of the influence of liming on root exudate utilization by soil microorganisms. **Environmental Microbiology**, v. 7, p. 828-838, 2005.

REGAZZI, A. J. Teste para verificar igualdade de modelos de regressão e a igualdade de alguns parâmetros num modelo poligonal ortogonal. **Revista Ceres**, v. 40, n. 2, p. 176-195, 1993.

REINHART K. O.; CALLAWAY, R. M. Soil biota and invasive plants. **New Phytologist**, v. 170, p. 445-457, 2006.

RENGEL, Z. Genetic control or root exudation. **Plant Soil**, v. 245, p. 59-70, 2002.

RIZZARDI, M. A. et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 707-714, 2001.

SAKAMOTO, K.; OBO, Y. Effects of fungal to bacterial ratio on the relationship between CO<sub>2</sub> evolution and total soil microbial biomass. **Biology and Fertility of Soils**, v. 17, n. 1, p. 39-44, 1994.

SANDMANN, E. R.; LOOS M. A. Enumeration of 2,4-D-degrading microorganisms in soils and crop plant rhizospheres using indicator media: high populations associated with sugarcane (*Saccharum officinarum*). **Chemosphere**, v. 13, p. 1073-1084, 1984.

SANTOS, E. A. et al. The effects of soil fumigation on the growth and mineral nutrition of weeds and crops. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 34, n. 2, p. 207-212, 2012.

SANTOS, J. B.; CURY, J. P. Picão-preto: uma planta daninha especial em solos tropicais. **Planta Daninha**, v. 29, n. spe, p. 1159-1171, 2011.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria Orgânica do Solo. In. NOVAIS et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG. Editora: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 275-374, 2007.

SINGH, K. B. et al. Unravelling rhizosphere–microbial interactions: opportunities and limitations. **Trends in Microbiology**, v. 12, n. 8, p. 386-393, 2004.

SMALLA, K. et al. Bulk and rhizosphere soil bacterial communities studied by denaturing gradient gel electrophoresis: plant-dependent enrichment and seasonal shift revealed. **Applied Environmental Microbiology**, v. 67, p. 4742-4751, 2001.

TOLOVE, S. N. et al. Progress in selected areas of rhizosphere on P acquisition. **Australian Journal of Soil Research**, v. 41, p. 471-499, 2003.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade do solo. In: ALVAREZ, V. V. H.; et al. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG. Editora: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 195-276, 2002.

VANCE, E. D. et al. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como proposto, este trabalho avaliou primeiramente, o acúmulo de matéria seca e macronutrientes por plantas daninhas e de milho convivendo em solo submetido a diferentes manejos de fertilidade e verificou que, embora o efeito negativo da convivência de plantas daninhas com o milho sobre o acúmulo de matéria seca tenha ocorrido apenas no solo que recebeu correção de acidez e adubação, o conteúdo de macronutrientes na parte aérea da cultura foi severamente reduzido em todas as condições de solo. Silicato de cálcio e magnésio e calcário não diferenciaram quanto à interferência das plantas daninhas sobre a produção de biomassa do milho, sendo variável a influência dessas fontes sobre o acúmulo de macronutrientes pelas espécies em monocultivo ou em competição.

Considerando que a competição entre plantas daninhas e culturas pode envolver também a modificação da composição e da atividade da microbiota do solo por influência do ambiente radicular, foram avaliadas também a biomassa e a atividade microbiana do solo associadas às plantas daninhas e de milho em monocultivo e em competição sob diferentes manejos de fertilidade.

As duas fontes de corretivo de acidez do solo influenciaram semelhantemente o carbono da biomassa microbiana e taxa respiratória do solo da maioria das espécies cultivadas livre ou sob interferência, sendo verificado em alguns cultivos que o solo com silicato de cálcio e magnésio proporcionou melhor eficiência na utilização de carbono e energia pela microbiota do que o solo corrigido com o calcário. Observou-se, neste estudo, que algumas espécies de plantas daninhas são capazes de sustentar elevada biomassa e alta atividade microbiana, o que pode conferir-lhes maior sobrevivência e adaptabilidade, bem como maior absorção de água e nutrientes, e, assim, adquirir vantagem competitiva frente às culturas, especialmente sob condições de estresse hídrico, nutricional ou de alta concentração de alumínio no solo.

O estabelecimento de interações entre microrganismos do solo e plantas daninhas pode aumentar sobremaneira a extração e acúmulo de nutrientes do solo, elevando o potencial dessas espécies para a ciclagem de nutrientes. O entendimento e reconhecimento desse processo no aspecto do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) podem contribuir para redução do uso de fertilizantes e de herbicidas, com redução dos custos de produção e principalmente a um menor aporte de insumos

químicos ao ambiente. Nesse sentido, estratégias de manejo podem ser desenvolvidas de modo a possibilitar a maximização dos benefícios das plantas daninhas em prol da agricultura sustentável.

Os resultados obtidos contribuem para avançar nos conhecimentos sobre o comportamento da microbiota associada às plantas daninhas em solo com diferentes manejos de fertilidade, de modo a relacionar a interação entre microrganismos edáficos e plantas como possível fator de interferência de plantas daninhas sobre culturas. Como comprovado neste trabalho, plantas daninhas e de milho, em resposta à competição, alteram a composição e atividade da microbiota do solo, o que permite uma nova abordagem para o MIPD, levando em consideração a manutenção da conservação do carbono orgânico do solo. Diante da dinâmica das plantas daninhas e dos microrganismos do solo em diferentes ambientes, assim como suas associações, pretende-se dar continuidade a esta linha de pesquisa com a realização de outros estudos para melhor compreensão das interações estabelecidas e seus efeitos sobre a interferência de plantas daninhas sobre as culturas.