

JOÃO PAULO LEMOS

EFICIÊNCIA DE ROÇADAS NO CONTROLE DE *Bidens pilosa* E *Commelina benghalensis* EM COMPETIÇÃO COM A CULTURA DO MILHO

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
2011

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

T

L557e
2011

Lemos, João Paulo, 1985-

 Eficiência de roçadas no controle de *Bidens pilosa* e
Commelina benghalensis em competição com a cultura do
milho / João Paulo Lemos. – Viçosa, MG, 2011.
 xi, 80f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa

Inclui bibliografia.

1. Milho - Ervas daninhas - Controle. 2. Ervas daninhas -
Controle. 3. *Bidens pilosa*. 4. *Commelina benghalensis*.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

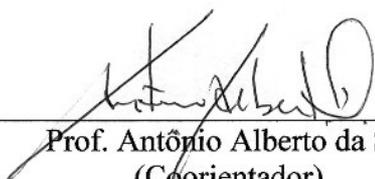
CDD 22. ed. 633.15

JOÃO PAULO LEMOS

EFICIÊNCIA DE ROÇADAS NO CONTROLE DE *Bidens pilosa* E *Commelina benghalensis* EM COMPETIÇÃO COM A CULTURA DO MILHO

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*.

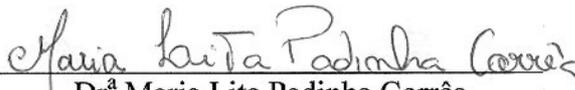
APROVADA: 21 de fevereiro de 2011.



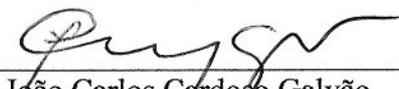
Prof. Antônio Alberto da Silva
(Coorientador)



Prof.ª Anastácia Fontanetti
(Coorientadora)



Dr.ª Maria Lita Padinha Corrêa



Prof. João Carlos Cardoso Galvão
(Orientador)

“Toda promessa passa pelo teste do tempo, saia do lugar que limita sua visão, olhe pro céu”

Ao SENHOR, por me dar a vida e por estar sempre ao meu lado.

À minha amada mãe Maria Aparecida Lemos O. Rezende, fonte de amor incondicional e de ensinamentos que me fizeram compreender a importância e o valor de cada conquista. Ao meu Pai Celson Afonso Borges, pela contribuição e auxílio durante todo esse tempo.

Aos meus avós “Lizeu” (*in memoriam*) e “Bia”, fonte de alegrias e amor constante mesmo estando distantes, dando-me força e me encorajando para continuar.

À minha noiva Lorena, fonte de amor, paciência, amizade e apoio tanto nos momentos difíceis quanto nas alegrias vivenciadas ao longo dessa caminhada.

Com todo o carinho,

Dedico.

A Jesus Cristo, por todas as bênçãos concedidas, sem as quais não alcançaria tamanho feito; por me dizer: “para Deus, tudo é possível, meu filho”...

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai, Senhor dos senhores, por iluminar meus caminhos, por estar sempre ao meu lado, encorajando-me a seguir adiante: “é do Senhor que vem o socorro”.

À minha mãe Maria Aparecida e aos meus avós Elizeu e Bia, pelos ensinamentos de vida que me deram, por todo o sacrifício e renúncia e pela presença mesmo estando tão distantes.

A toda a minha família amada, que sempre me deu força em todas as etapas da minha vida.

À minha noiva Lorena, que sempre esteve presente nos momentos difíceis dessa caminhada, pelo amor, pela ajuda, compreensão, amizade e pelo grande carinho.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de auxílio financeiro.

Ao Professor João Carlos Cardoso Galvão, pelos ensinamentos, pela amizade e pela orientação.

Ao Professor Antônio Alberto da Silva, pelas sugestões e críticas.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela amizade e contribuição nas análises estatísticas.

A Professora Anastácia Fontanétti e à Doutora Maria Lita, pelos conselhos e por terem aceitado prontamente participar da Banca Examinadora.

À Paula Manabe, pelo indispensável apoio em todas as etapas deste trabalho e pela grande amizade durante todo esse tempo.

Aos amigos Gessimar, Delineide, Paulo e Danilo, pela convivência, pelo companheirismo e por ajudar no trabalho.

Aos amigos Patrícia, Luana, Dierli, Telma e Orismário, pela amizade e pelo convívio.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram, cada um à sua maneira, para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

JOÃO PAULO LEMOS, filho de Celson Afonso Borges e Maria Aparecida Lemos O. Rezende, nasceu em 6 de maio de 1985, na cidade de Pirapora, MG.

Em dezembro de 2008, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), localizada em Janaúba, MG.

Em fevereiro de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, onde atuou na área de Técnicas Culturais no milho, na linha de pesquisa em Fisiologia da competição entre plantas daninhas e a cultura, submetendo-se à defesa da dissertação em 21 de fevereiro de 2011.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
EFEITO DA ROÇADA DAS ESPÉCIES <i>Bidens pilosa</i> E <i>Commelina benghalensis</i> NAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO MILHO	11
RESUMO	11
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO	12
MATERIAL E MÉTODOS	13
Análise estatística	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
INFLUÊNCIA DO CONTROLE MECÂNICO NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DANINHAS DE <i>Bidens pilosa</i> E DE <i>Commelina benghalensis</i> EM CULTIVO DE MILHO	35
RESUMO	35
ABSTRACT	35
INTRODUÇÃO	36

MATERIAL E MÉTODOS	38
Análise estatística	40
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E MORFOLÓGICAS DE PLANTAS DE MILHO EM COMPETIÇÃO COM <i>Bidens pilosa</i> e <i>Commelina benghalensis</i> SUBMETIDAS A ROÇADA	56
RESUMO	56
ABSTRACT	57
INTRODUÇÃO	58
MATERIAL E MÉTODOS	59
Avaliações fisiológicas.....	60
Características morfológicas	62
Análise estatística	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
APÊNDICE	76

RESUMO

LEMOS, João Paulo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011.
Eficiência de roçadas no controle de *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis* em competição com a cultura do milho. Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.
Coorientadores: Antônio Alberto da Silva, Anastácia Fontanétti e Paulo Roberto Cecon.

Dentre os fatores que dificultam a expansão da área cultivada com milho orgânico destaca-se o controle das plantas daninhas. Neste sistema de cultivo são permitidos apenas os métodos de controle culturais e mecânicos, que na maioria das vezes são pouco eficientes e não adequados ao sistema de plantio direto. Neste trabalho avaliou-se a eficiência da roçada das plantas daninhas (*Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*) sobre as características fisiológicas e de crescimento de plantas de milho. Foram conduzidos três experimentos: no primeiro avaliou-se a influência da roçada das plantas daninhas sobre o crescimento das plantas de milho; no segundo, os efeitos da roçada no desenvolvimento das espécies *B. pilosa* e *C. benghalensis*; e no terceiro, o efeito da roçada sobre as características fisiológicas da cultura do milho. Quando em competição sem uso de roçadas, a *C. benghalensis* não interferiu na razão de massa seca radicular e na relação parte aérea/sistema radicular das plantas de milho. Ao contrário, a espécie *B. pilosa*, quando em competição com plantas de milho, afetou todas as características avaliadas, exceto o diâmetro do colmo da cultura. Duas roçadas das plantas daninhas proporcionaram os maiores benefícios à cultura. Não se observou

influência das plantas de milho sobre o desenvolvimento das plantas de *B. pilosa*, para as características avaliadas. Entretanto, as plantas de milho afetaram o acúmulo de massa da matéria seca da raiz e das sementes de plantas de *C. benghalensis*. Duas roçadas reduziram a interferência das plantas daninhas *B. pilosa* e *C. benghalensis* nas características morfológicas do milho (massa da matéria seca total, razão parte aérea/sistema radicular, razão de massa radicular e razão de massa foliar). Todavia, essas roçadas não influenciaram os aspectos fisiológicos (taxa fotossintética, condutância estomática, razão carbono interno/carbono externo, carbono consumido, transpiração e eficiência do uso da água) avaliados nas plantas de milho em competição com as plantas daninhas. A espécie *C. benghalensis* reduziu a taxa fotossintética e a transpiração de plantas de milho quando em competição com esta cultura.

ABSTRACT

LEMOS, João Paulo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2011.
Efficiency of clearings on the control of *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis* in competition with corn crop. Adviser: João Carlos Cardoso Galvão. Co-advisers: Antônio Alberto da Silva, Anastácia Fontanétti and Paulo Roberto Cecon.

Among the factors that difficult the expansion of the area cultivated with organic corn is the control of weeds. On this crop system only the cultural and mechanical control methods are allowed, which most of the times are little efficient and not adequate to the direct planting system. On this work the efficiency of weed clearing was evaluated (*Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis*) about the physiological and growth characteristics of corn plants. Three experiments were conducted: the first one evaluated the influence of weed clearing over the growth of corn plants; the second one evaluated the effects of clearings on the development of *B. pilosa* and *C. benghalensis* species; and the third evaluated the effect of clearings over the physiological characteristics of corn crops. When in competition without using clearings, *C. benghalensis* did not interfere on the radicular dry mass rate and on the relationship aerial part/radicular system of corn plants. On the opposite, *B. pilosa* species, when in competition with corn crops, affected all evaluated characteristics, except the crop stalk diameter. Two clearings of weeds provided the biggest benefits to the culture. It was not observed the influence of corn plants over the development of *B. pilosa* plants, for

the evaluated characteristics. However, corn plants affected the accumulation of root dry matter mass and seeds from *C. benghalensis* plants. Two clearings reduced the interference of *B. pilosa* and *C. benghalensis* weeds over the morphological characteristics of corn (total dry matter mass, aerial part/radicular system rate, radicular mass rate and foliar mass rate). Still, these clearings did not influence the physiological aspects (photosynthetic rate, stomatal conductance, internal carbon/external carbon rate, carbon consumed, transpiration and efficiency of water use) evaluated on corn plants in competition with weeds. The *C. benghalensis* species reduced the photosynthetic rate and the transpiration of corn plants when in competition with this culture.

INTRODUÇÃO GERAL

Em busca de melhor qualidade de vida, a opção de parte da população mundial pelos alimentos mais saudáveis em composição nutritiva, livres de resíduos de agrotóxicos e cadeia produtiva com o mínimo de impactos ambientais e sociais tem sido observada. Para que se iniciem mudanças no hábito alimentar da população, é necessário que, além da conscientização dos consumidores e das políticas públicas, também ocorra a melhoria na quantidade e qualidade dos produtos disponíveis no mercado. Para isso, é necessário o desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas e processos de produção adaptados ao sistema orgânico.

A agricultura orgânica baseia-se na adição de matéria orgânica ao solo e no estímulo dos processos biológicos; ela exclui o uso de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, os agrotóxicos, reguladores de crescimento, bem como os aditivos, na alimentação animal. Entre os alimentos orgânicos comercializados, destacam-se os produtos olerícolas, café, frutas, soja, milho, carne e derivados do leite. Em outubro de 2009, com a divulgação do Censo Agrícola 2006, o IBGE confirmou que no Brasil existem cerca de 90 mil produtores orgânicos, número muito superior ao das estimativas anteriores, de 15 mil. Nessa pesquisa, apenas 1,8% dos estabelecimentos agropecuários praticavam a agricultura orgânica (IBGE, 2006).

Um dos grandes entraves para o avanço das áreas de cultivo orgânico no Brasil, principalmente de grãos, pode ser atribuído ao manejo e controle de plantas daninhas que não permite a utilização de herbicidas.

O uso recorrente dos agrotóxicos poderá acarretar a contaminação das fontes de água e do solo (TAMIOZZO; JACOBI, 2006). Além disso, muitos desses herbicidas podem prejudicar o desenvolvimento da microbiota do solo e dos simbiontes radiculares (SANTOS et al., 2005; MALTY et al., 2006; SANTOS et al., 2007). Outro impacto decorrente do uso repetido de herbicidas numa área agrícola é a redução da biodiversidade e seleção de plantas daninhas tolerantes e resistentes a esses produtos. Os sistemas de cultivo que utilizam herbicidas estão se tornando cada vez mais vulneráveis devido ao surgimento de biótipos de plantas daninhas resistentes e às regulamentações mais rigorosas em relação ao uso desses produtos na agricultura (SASS; COLANGELO, 2006).

Em busca de um sistema de produção que mais se aproxime da sustentabilidade, a melhor opção seria a prática do plantio direto seguindo os princípios da agricultura orgânica. Contudo, uma das principais dificuldades dessa integração é o controle das plantas daninhas sem o uso de herbicidas.

Existem outras práticas de manejo que podem ser viáveis para o controle de plantas daninhas, tanto no sistema de plantio direto orgânico quanto no convencional. Entre essas alternativas estão o uso de cobertura morta; a rotação de culturas; a utilização de consórcio com espécies que favoreçam a supressão das plantas daninhas no campo; e os métodos mecânicos de controle. De acordo com Vaz de Melo et al., (2007), houve incremento na produção de massa seca total de plantas daninhas no sistema de plantio direto orgânico, em comparação ao sistema de plantio direto convencional com utilização de herbicidas. Isso foi atribuído principalmente à alta capacidade de rebrota de algumas espécies invasoras, como *Bidens pilosa*, quando roçadas. Segundo Chiovato et al. (2007), a interferência dessa espécie no desenvolvimento das plantas de milho é minimizada quando se realiza a capina no estágio de quatro folhas completamente expandidas do milho, indicando que a época de controle é de suma importância no manejo de plantas daninhas. De acordo com estes autores, não se observou efeito positivo da roçada, sendo necessário incorporar outras práticas de manejo no sistema.

A época de controle de plantas daninhas foi estudada por Duarte et al. (2002), os quais verificaram que não houve alteração no peso de grãos de milho quando a capina foi realizada até o pendoamento, em comparação com a eliminação total das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. Contudo, alguns autores afirmam que o período máximo em que a planta daninha pode permanecer no campo sem causar danos

à cultura do milho é no estágio fenológico de duas a três folhas, aproximadamente 20 dias após a emergência da cultura (HANIZ et al., 1996), e o saldo fotossintético líquido considerado positivo na cultura do milho é verificado no estágio fenológico de duas folhas completamente desenvolvidas (MAGALHÃES et al., 1995).

Essas interferências iniciais são responsáveis por diminuição expressiva na produtividade da cultura. Aquelas que sobressaem após o completo desenvolvimento vegetativo da cultura não causam problemas relacionados à produtividade, porém isso dificulta o processo de colheita e diminui a qualidade de grãos colhidos, sendo necessário, em alguns casos, maior aplicação de herbicidas para o controle de espécies invasoras, implicando maior custo e menor eficiência (CORDEIRO et al., 2006).

Segundo Skóra Neto (2003), a realização do controle de plantas daninhas após um período de estresse da cultura dificulta a recuperação de perdas e danos causados pela competição com as plantas daninhas. Para esse autor, diferentemente de outros danos causados à planta, como o desfolhamento, o estresse provocado pela competição não é momentâneo e sim cumulativo; outras características fenológicas e morfológicas são provavelmente afetadas durante a convivência, dificultando a recuperação das plantas de milho. Foi verificado por Procópio et al. (2004) que as características fisiológicas avaliadas diferiram entre a cultura e as plantas daninhas: as culturas da soja e do feijão apresentaram maior índice de área foliar em relação às plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Desmodium tortuosum* e dois biótipos de *Euphorbia heterophylla* (um suscetível e outro resistente aos herbicidas inibidores da ALS). Entretanto, as plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* avaliadas apresentaram maior taxa de fotossíntese líquida e a eficiência do uso da água foi maior nas plantas daninhas, com exceção da espécie *Desmodium tortuosum*, implicando importante vantagem competitiva para essas espécies em relação à cultura.

Normalmente, a intensidade da interferência é avaliada por meio de decréscimos de produção e/ou pela redução no crescimento da planta cultivada, ocasionadas devido à competição pelos fatores de crescimento disponíveis no ambiente, como CO₂, água, luz e nutrientes, ou de forma indireta, como hospedeiras intermediárias de pragas e doenças, liberação de substâncias alelopáticas (DUARTE et al., 2002). Segundo Pitelli (1987), para espécies de uma comunidade invasora que possuam maior proximidade morfológica e fisiológica com a cultura, possivelmente mais similares serão suas exigências e, assim, maior será a competitividade pelos fatores de crescimento. Contudo, os danos causados pelas plantas daninhas estão mais

relacionados com as altas densidades de ocorrência do que com a habilidade competitiva intrínseca das espécies (CARVALHO; CHRISTOFFOLETI, 2008).

A quantidade e a qualidade da produção são afetadas pela capacidade competitiva, assim como a eficiência de aproveitamento dos recursos disponíveis no ambiente, principalmente no que diz respeito às características fisiológicas associadas à fotossíntese e ao acúmulo de massa (VANDERZEE; KENNEDY, 1983; MELO et al., 2006). A magnitude fotossintética depende, entre outros fatores, do índice de área foliar e da disposição desta no perfil do dossel da planta, tendo relação direta com o acúmulo de massa seca na cultura (TAIZ; ZEIGER, 2006). Utilizando o fator da fotossíntese máxima das folhas multiplicado por suas respectivas áreas, tem-se o potencial de fixação de CO₂ por planta. Avaliando esse parâmetro, Gomide et al. (2002) encontraram 1.826, 957 e 869 µmol de CO₂ h⁻¹, respectivamente, para os tratamentos controle, desfolha superior e desfolha inferior, indicando que esse manejo pode vir a causar redução significativa do potencial de fixação de CO₂, ou seja, redução maior que 50% dependendo da forma como é realizada.

Segundo Masabni e Zandstra (2000), alguns fatores, como temperatura e condição de luz, podem alterar o comportamento fisiológico tanto das espécies cultivadas quanto de plantas daninhas. Avaliando as características fisiológicas de dois biótipos de *Portulaca oleracea* (um suscetível e outro resistente ao herbicida linuron), esses autores observaram que a taxa de assimilação de CO₂ é dependente da temperatura no ambiente e do tipo de material trabalhado. Esses autores confirmaram que a taxa de assimilação de CO₂ do biótipo suscetível foi maior a 30 °C, mas não diferiu da do biótipo resistente, quando testadas em temperatura de 40 °C. Essa característica proporciona maior capacidade de competição; mesmo quando as condições estiverem desfavoráveis, a planta pode manter altas taxas fotossintéticas. Em outra pesquisa, Dias-Filho (1999) avaliou o comportamento fisiológico de plantas daninhas condicionadas à condição de alta (800-1.000 mmol m⁻² s⁻¹) e baixa (200-350 mmol m⁻² s⁻¹) luminosidade. Concluiu que para as espécies *Ipomoea asarifolia* e *Stachytarpheta cayennensis* as folhas desenvolvidas sob baixa irradiância apresentaram maior taxa de assimilação de CO₂ sob baixos níveis de irradiância. Esse fato, para esse autor, pode estar relacionado com a maior abertura estomática, devido à manutenção de temperaturas mais favoráveis e também ao maior acúmulo de umidade (pressão de vapor) no entorno dessas folhas, que estão em posição favorável.

Segundo Duraes et al. (2005), a magnitude da taxa fotossintética da planta daninha pode ser reduzida com a competição. A relação entre fotossíntese e produção é bastante complexa em razão de diversos fatores, entre os quais a abertura estomática, a condutância de CO₂ no interior celular do mesófilo, a idade fenológica da planta e os estresses causados por fatores bióticos e abióticos. Contudo, a fotossíntese pode ser medida diretamente pela absorção de CO₂ ou pela evolução de O₂. Desse modo, a avaliação do comportamento fisiológico da planta em ambientes distintos de competição, utilizando-se os parâmetros de trocas gasosas como uma ferramenta a mais, pode vir a maximizar os resultados, com ganhos de eficiência na recomendação de espaçamentos, cultivares e de práticas de manejo da cultura, especificamente o controle de plantas daninhas (DURAES et al., 2005). No entanto, para observar os efeitos da competição com maior precisão, deve-se acoplar avaliações da capacidade fotossintética a outros parâmetros avaliativos no que diz respeito à quantificação das mudanças morfofisiológicas de plantas submetidas à competição.

A porcentagem de perda foliar e caulinar em razão da roçada das plantas daninhas representa diminuição da interceptação de luz, interferindo no potencial produtivo dessas plantas – caracterizado por menores taxas de fotossíntese líquida do dossel e decréscimo da atividade radicular (DAVIDSON; MILTHORPE, 1966). Entretanto, quando as espécies trabalhadas apresentam reserva caulinar e fácil propagação vegetativa, o controle mecânico tende a não ter boa eficiência (FONTANETTI et al., 2006; CHIOVATO et al., 2007).

Para que ocorra a recuperação da planta na rebrota, as quantidades de carboidratos de reserva e a parte foliar que não foi cortada atuam com grande importância na formação de novos tecidos. Entretanto, essa demanda pelos carboidratos de reserva é restrita aos primeiros dias de rebrota, ou seja, de recuperação das plantas, até que haja expansão de novas folhas. A fotossíntese realizada pelas folhas remanescentes é responsável por alavancar o novo crescimento. Contudo, a sua participação está direcionada à presença de área foliar, geralmente as folhas baixas mais velhas que permanecem após a roçada, mas que possuem baixa capacidade fotossintética (SCHNYDER; DE VISSER, 1999; TAIZ; ZEIGER, 2006). A eficiência da roçada depende, em grande parte, das espécies de plantas daninhas, da frequência na área e do estágio de desenvolvimento da plantas. Com a roçada das plantas daninhas, ocorre remoção da parte aérea e, por consequência, tem-se o estresse das plantas, porém, em alguns casos, tem-se efeito compensatório, decorrente do estresse na planta.

No que se refere à ocasião de perda de grande parte das folhas, o efeito compensatório pode ser observado com o aumento da eficiência fotossintética das folhas que restaram após o corte, suprindo de forma mais eficiente a deficiência das plantas naquela etapa. De acordo com Zagonel et al. (2000), quando as plantas são afetadas em seu porte, ou uma parte da planta é retirada ou danificada, a tendência é aumentar a eficiência por unidade da área remanescente em realizar a fotossíntese; em geral, essa área apresenta coloração verde mais escura, como consequência do aumento no teor de clorofila.

Imediatamente após o corte, as folhas remanescentes mostram reduzida fotossíntese, provavelmente em razão de seu desenvolvimento ter ocorrido parcialmente sob intenso sombreamento, visto que são as folhas mais velhas (PEDREIRA; PEDREIRA, 2007). Contudo, em seguida, há o aumento da eficiência fotossintética das folhas que restaram após o corte, suprindo de forma mais eficiente a deficiência das plantas naquela etapa. Em trabalho comparando o desempenho de azevém (*Lolium perenne*) em condições distintas de luz, Donaghy e Fulkerson (1997) verificaram que a contribuição de fotoassimilados na recuperação da planta foi duas vezes maior, em relação ao fornecido pelas reservas, o que evidencia a grande importância dessas folhas na recuperação da planta como um todo.

Acredita-se que, quando o controle das plantas daninhas se dá de forma eficiente, ou seja, implicando uma desfolha mais intensa, com redução da área foliar, ocorrerá maior esgotamento das reservas para sua recuperação, e isso dificultará a rebrota. A porcentagem de perda foliar e caulinar representa diminuição da interceptação de luz, assim como menores taxas de fotossíntese líquida do dossel e decréscimo da atividade radicular. Na maioria dos estudos observados na literatura verificaram-se efeitos da competição entre as plantas daninhas e as culturas, objetivando apenas avaliar o efeito na produtividade e/ou acúmulo de biomassa das culturas, sem, no entanto, obter informações sobre as causas fisiológicas específicas dessa competição. Nesse sentido, espera-se que a avaliação do comportamento fisiológico de plantas daninhas submetidas a diferentes formas de manejo, utilizando a roçada, esteja relacionada com o desenvolvimento fenológico da cultura do milho. Isso poderá auxiliar na definição do manejo de controle mais adequado para as espécies daninhas, minimizando as perdas de produtividade da cultura do milho em sistema de plantio direto orgânico.

Os trabalhos dessa natureza, avaliando o comportamento fisiológico das espécies consideradas de grande importância no sistema de cultivo orgânico, são

escassos, principalmente no que tange ao comportamento fisiológico da competição. Essa prática agregaria informações benéficas, no intuito de desenvolver processos eficazes no manejo das plantas daninhas em sistemas de plantio orgânico que possam ser viáveis, e poderia ser adotada em larga escala pelos agricultores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Competition of *Amaranthus* species with dry bean plants. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 3, p. 239-245, 2008.

CORDEIRO, L. A. M.; REIS, M. S.; AGNES, E. L.; CECON, P. R. Efeito do plantio direto no controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e outras plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Passo Fundo, n. 1, p. 1- 9, 2006.

CHIOVATO, M. G.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANÉTTI, A. II; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; RODRIGUES, O. L.; BORBA, A. N. Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, 2007.

DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. **Annals of Botany**, v. 30, n. 118, p. 185-198, 1966.

DIAS FILHO, M. B. Respostas fisiológicas de duas plantas invasoras tropicais ao sombreamento, troca gasosa e conteúdo de nitrogênio foliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 953-961, 1999.

DONAGHY, D. J.; FULKERSON, W. J. The importance of watersoluble carbohydrate reserves on regrowth and root growth of *Lolium perenne*. **Grass and Forage Science**, v. 52, n. 4, p. 401-407, 1997.

DUARTE, N. F.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Ijaci, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, 2002.

DURAES, F. L. M.; MAGALHAES, P. C.; GOMES e GAMA, E. E.; OLIVEIRA, A. C. Caracterização fenotípica de linhagens de milho quanto ao rendimento e a eficiência fotossintética. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 3, p. 355-361, 2005.

FONTANETTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C. dos; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 127-136, 2006.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M. Y.; PACIULLO, D. S. C. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2165-2175, 2002.

HANIZ, G.; HOKSHOUSER, D. L.; CHANDLER, J.M. The critical period of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in field corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 44, n. 4, p. 944-947, 1996.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Censo Agropecuário, 2006. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação Censo agropecuário, Rio de Janeiro, p. 1-777, 2006. ISSN 0103-6157.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta do milho**. EMBRAPA, 1995. 27 p. (Circular técnica n. 20)

MALTY, J. S.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Efeitos do glifosato sobre microrganismos simbiotróficos de soja, em meio de cultura e casa de vegetação. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 285-291, 2006.

MASABNI, J. G.; ZANDSTRA, B. H. Physiological characteristics of linuron-resistant *Portulaca oleracea*. **Weed Science**, v. 48, p. 420-425, 2000.

MELO, P. T. B. S.; SCHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. N.; CONCENÇO, G. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 1, p. 37-43, 2006.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S. Fotossíntese foliar do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] e modelagem da assimilação potencial de dosséis sob estratégias de pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 773- 779, 2007.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; MARTINEZ, C. A.; WERLANG, R. C. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 211-216, 2004.

SANTOS, J. B., JAKELAITIS, A., SILVA, A. A., VIVIAN, R., COSTA, M. D. SILVA, A. F. Atividade microbiana do solo após aplicação de herbicidas em sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 683-691, 2005.

SANTOS, J. B.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; REIS, M. R.; SILVA, A. A.; FIALHO, C. M. T.; FREITAS, M. A. M. Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v. 5, n. 1, p. 165-171, Viçosa, 2007.

SASS, J. B.; COLANGELO, A. European Union bans atrazine, while the United States negotiates continued use. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v. 12, p. 260-267, 2006.

SCHNYDER, H.; DE VISSER, R. Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation. The regrowing tiller and its component functionally distinct zones. **Plant Physiology**, v. 119, p. 1423-1435, 1999.

SKÓRA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 81-87, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer, 2006. 705 p.

TAMIOZZO, E. A.; JACOBI, U. S. Diversidade na cultura da soja orgânica em sistema de plantio direto e convencional no município de Tenente Portela – RS. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 91, janeiro/fevereiro de 2006.

VANDERZEE, D.; KENNEDY, R. A. Development of photosynthetic activity following anaerobic germination in rice-mimic grass (*Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola*). **Plant Physiology**, v. 73, n. 2, p. 332-339, 1983.

VAZ DE MELO, A.; GALVÃO, J. C. C.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, I. C.; e SOUZA, L. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 521-527, 2007.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W. S.; KUNZ, R. P. Efeitos de métodos e épocas de controle das plantas daninhas na cultura do milho. **Planta Daninha**, v. 18, n. 1, 2000.

EFEITO DA ROÇADA DAS ESPÉCIES *Bidens pilosa* E *Commelina benghalensis* NAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO MILHO

RESUMO

O cultivo orgânico de milho no sistema de plantio direto garante a sustentabilidade do sistema produtivo. No entanto, o grande desafio para o sucesso deste tipo de cultivo são os métodos alternativos para o manejo de plantas daninhas. Neste trabalho avaliaram-se os efeitos da interferência de *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*, roçadas em diferentes épocas, sobre as características morfológicas de plantas de milho conduzidas em casa de vegetação. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com três repetições, em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, em que o primeiro fator consistiu de duas plantas daninhas e o segundo, de três épocas de manejos dessas plantas (roçada no estágio de três folhas do milho, roçada no estágio de três e seis folhas do milho e milho sem controle das plantas daninhas). O tratamento adicional (testemunha) consistiu de cultivo do milho livre da interferência das plantas daninhas. Foram avaliados o acúmulo de matéria seca nas plantas em todas as partes da planta de milho (folha, caule, raiz e órgãos florais), o intervalo entre o florescimento masculino e feminino, o número de folhas (verdes, senescentes e totais), a área foliar específica, a razão de massa foliar, a razão de massa caulinar, a razão de massa radicular e a razão parte aérea/sistema radicular das plantas de milho em casa de vegetação. Independentemente da espécie de planta daninha estudada, duas roçadas (estádio de três e seis folhas completamente expandidas) proporcionaram maior acúmulo de matéria seca nas plantas de milho. As plantas de milho em competição com a espécie *C. benghalensis* comportaram-se de forma inversa na partição de assimilados (razão de massa foliar e razão de massa radicular), em relação ao milho em competição com as plantas de *B. pilosa* sem corte.

Palavras-chave: plantio direto, cultivo orgânico, competição.

EFFECT OF CLEARINGS OF *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis* SPECIES ON MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CORN

ABSTRACT

The organic cultivation of corn on the direct planting system guarantees sustainability of the productive system. However, the biggest challenge for the success of this type of cultivation are alternative methods for the handling of weeds. On this work the effects of the interference of *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis* were evaluated, cleared in different times, over the morphological characteristics of corn plants conducted in greenhouses. The experimental design was in entirely casualized blocks, with three repetitions, in factorial scheme $2 \times 3 + 1$, on which the first factor consisted of two weeds and the second of three times of handling of these plants (clearing on the stage of three corn leaves, clearing on the stage of three and six corn leaves, and corn without weed control). The additional treatment (witness) consisted on the cultivation of corn free from the interference of weeds. The accumulation of dry matter on plants in all parts of the corn plant (leaf, stalk, root, and floral organs), the interval between male and female florescence, the number of leaves (green, senescent and total), specific foliar area, foliar mass rate, stalk mass rate, root mass rate and aerial part/radicular system rate of corn plants in greenhouses were evaluated. Independently from the weed species studies, two clearings (stage of three and six fully expanded leaves) provided a bigger accumulation of dry matter on corn plants. Corn plants in competition with *C. benghalensis* species had a behavior inversely on the partition of assimilated (foliar mass rate and radicular mass rate), related to corn in competition with *B. pilosa* plants without cutting.

Keywords: direct planting, organic cultivation, competition.

INTRODUÇÃO

Em busca de um sistema de produção que mais se aproxime do ideal da agricultura conservacionista e sustentável, a melhor opção seria a prática do plantio direto seguindo os princípios da agroecologia. Contudo, uma das principais dificuldades dessa integração é o controle das plantas daninhas sem o uso de herbicidas

(Fontanetti et al., 2006). Entre as alternativas preconizadas estão a utilização de cobertura morta, a roçagem, a rotação de culturas e a utilização de consórcio com espécies que favoreçam a supressão das plantas daninhas no campo.

O uso constante de roçadas no sistema de plantio direto orgânico tem levado ao estabelecimento de espécies de plantas daninhas que apresentam rebrota e/ou propagação vegetativa, dificultando o seu manejo na cultura do milho (Vaz de Melo et al., 2007).

Darolt & Skora Neto (2003), avaliando os diferentes métodos de controle de plantas daninhas no plantio de milho, observaram que é possível alcançar produtividade acima de 6.500 kg de grãos de milho por hectare utilizando como método de controle duas roçagens. Também foi verificado que esse método apresenta nível intermediário de mão de obra, ou seja, é mais viável economicamente que o uso de uma capina e um pouco mais oneroso que o uso de herbicida.

Com referência à roçagem das plantas daninhas, na literatura nacional e internacional existem poucos trabalhos que definem o comportamento das plantas de milho em competição com as plantas daninhas roçadas, principalmente no sistema de produção orgânico.

Sabendo da limitação da maioria dos pequenos agricultores ao acesso às tecnologias e, aliado a isso, da disponibilidade e de custo da mão de obra, o manejo das plantas daninhas é apontado como um dos importantes fatores na produção de milho em sistema orgânico (Queiroz et al., 2010).

Mudanças morfológicas das plantas em ambientes distintos de competição podem maximizar os resultados, com o controle mais eficiente de plantas daninhas. Na busca da confirmação dessa hipótese, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos da interferência de *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis* quando submetidas a roçadas sobre as características morfológicas de plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, no ano agrícola 2009/2010. O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 2 x 3 + 1. O primeiro fator foi constituído por duas espécies de plantas daninhas utilizadas no experimento (*Bidens pilosa* e *Commelina*

benghalensis), e o segundo, por três manejos dessas plantas (roçada no estágio de três folhas do milho, roçada no estágio de três e seis folhas do milho e milho sem controle das plantas daninhas). O tratamento adicional (testemunha) consistiu no cultivo do milho livre da interferência das plantas daninhas.

O milho da variedade de polinização aberta UFVM 100 Nativo foi semeado seis dias após *C. benghalensis* e dois dias após *B. pilosa*, visando à emergência simultânea do milho e das plantas daninhas. Esse período foi definido em experimento preliminar, utilizando o mesmo solo.

A parcela experimental foi composta por um vaso com capacidade de 20 litros e altura de 40 cm. O substrato para enchimento dos vasos foi composto por Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) de textura argiloarenosa (52% de areia, 10% de silte e 38% de argila), coletado em barranco, para que fosse minimizada a presença de sementes advindas do banco de sementes do solo. Na Tabela 1 estão apresentadas as características químicas do solo. Antes do enchimento dos vasos, o solo foi seco ao ar, destorroado, passado em peneira com mesh de 20 mm e adubado com dose equivalente a 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico (Tabela 2) e 0,035 kg por vaso de P₂O₅ na forma de termofosfato magnésiano, conforme recomendação (Chiovato et al., 2007).

Tabela 1 – Resultados das análises químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento. Viçosa-MG, 2010

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+AL	SB	CTC (t)	CTC (T)	V
	(mg dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)							
5,4	1,7	73	3,3	1,1	0	3,63	4,59	4,59	8,22	56

As determinações químicas foram efetuadas conforme Embrapa (1997); pH em água na proporção de 1: 2,5 para solo; água; Ca, Mg e Al = extrator KCl 1N; P e K = extrator Mehlich-1; e acidez extraível H+Al = extrator SMP.

Tabela 2 - Características químicas do composto orgânico com base na matéria seca utilizado no experimento. Viçosa-MG, 2010

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)				
16,3	4,25	2,53	9,25	3,75	2,06	10,12	34,54	364,5	265,52	74,1

As determinações foram efetuadas de acordo com o método descrito por Kiehl (1985) e umidade de 13%.

Inicialmente, foram semeadas 10 sementes de planta daninha e duas de milho, por vaso. Ao completar cinco dias da emergência das plantas, foi realizado o desbaste,

deixando-se seis plantas daninhas e uma planta de milho por vaso, ou seja, em cada vaso foi cultivada uma planta de milho em competição ou não com seis plantas de *B. pilosa* ou de *C. benghalensis*. Durante a condução do experimento os vasos foram irrigados diariamente por gotejamento, a fim de manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

O período de interferência no mesmo vaso entre a planta de milho e as espécies daninhas foi da emergência das plantas daninhas até o florescimento das plantas de milho, que ocorreram aos 58 DAE. As roçadas das plantas daninhas foram feitas com auxílio de uma tesoura de aço, sendo a primeira realizada quando as plantas de milho estavam no estágio fonológico de três folhas completamente expandidas (aos 15 DAE) e a segunda no momento em que elas apresentavam seis folhas completamente expandidas (aos 25 DAE). Essas roçadas foram realizadas a uma altura de corte semelhante à visualizada no campo com roçadeiras: 4 a 5 cm do solo. Durante a condução do experimento na casa de vegetação foram registradas as temperaturas máximas e mínimas (Figura 1), aferidas sempre no final da tarde.

Ao final do experimento (58 DAE), retirou-se a parte aérea das plantas de milho, separando-as em folhas, órgãos reprodutivos (primórdio de espiga e pendão) e colmo. Foi retirado o solo juntamente com as raízes, e assim iniciado o processo de lavagem por meio de água; lavou-se repetidamente em baldes até a total retirada do solo aderido às raízes. Assim, ao término do processo, foram obtidas as fotos comparativas entre os tratamentos. Foi utilizada uma caneta esferográfica ao lado das fotos (15 cm), auxiliando nas comparações entre as raízes. Os sistemas radiculares foram retiradas fotografias com uma câmera digital Sony Cyber-shot 7.2 M.p. Optical zoom 3x.

Foram avaliadas as seguintes características morfológicas nas plantas de milho no estágio de florescimento:

- a) Número de folhas (verdes, senescentes e total) – as folhas foram retiradas das plantas separadas e contadas, iniciando-se a avaliação a partir da primeira folha da base até a folha-bandeira totalmente expandida, realizada no término do experimento (58 DAE).
- b) Diâmetro do caule e altura de planta, que foram avaliados na fase de liberação do pendão e do estilo-estigma – pleno florescimento das plantas de milho (58 DAE). Avaliou-se a altura das plantas, do solo até a inserção da folha-bandeira, e o diâmetro de colmo, utilizando-se um paquímetro, na parte mais larga do colmo, a 10 cm do solo.

- c) Diferença em dias do intervalo entre a antese e o embonecamento (IAE) das plantas de milho. Após a liberação do pendão, cada planta foi conferidas três vezes ao dia; anotou-se a data de liberação do pólen da parte masculina (pendão) e a exposição dos cabelos das espigas (estilo-estigmas) da parte feminina.

Foram colocados separadamente as folhas, órgãos reprodutivos, colmo e raízes das plantas em sacos de papel e levados à estufa de circulação forçada de ar, a 70 °C, até atingirem peso constante, para determinação da matéria seca. Foi avaliada a matéria seca de folhas (MSF), do caule (MSC), dos órgãos reprodutivos – espiga e pendão (MSFL) e do sistema radicular (MSR), determinadas por ocasião da colheita, do experimento aos 58 DAE.

Por meio dos parâmetros para a análise de crescimento descrita por Benincasa (1988), foram avaliadas as seguintes características:

- Área foliar específica (AFE) em $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$, obtida pelo quociente entre a área da folha mais jovem totalmente expandida – analisada no equipamento de mesa LI-COR (LI- 3000) – e a matéria seca de folha.
- Razão de massa foliar (RMF) em g g^{-1} , fornecida pelo quociente entre a matéria seca de folhas e a matéria seca total da planta.
- Razão de massa caulinar (RMC), obtida pelo quociente entre a matéria seca do caule e a matéria seca total da planta.
- Razão de massa radicular (RMR), obtida pelo quociente entre a matéria seca radicular e a matéria seca total da planta.
- Razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR) em g g^{-1} , obtida a partir da soma da matéria seca da parte aérea da planta (folha + caule + primórdios florais) dividida pela matéria seca do sistema radicular (raiz).

Análise estatística

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelos testes de Tukey e Dunnet a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de milho emergiram aos três dias após o plantio, e o florescimento das plantas (50% das plantas com estilo-estigmas visíveis) ocorreu aos 58 dias após a emergência. Os tempos de emergência e florescimento normalmente estão relacionados às condições climáticas. Os valores de temperaturas máximas e mínimas obtidos dentro da casa de vegetação durante a realização do experimento foram considerados ideais (médias de 15 °C a 35 °C) para o pleno desenvolvimento das plantas de milho (Figura 1).

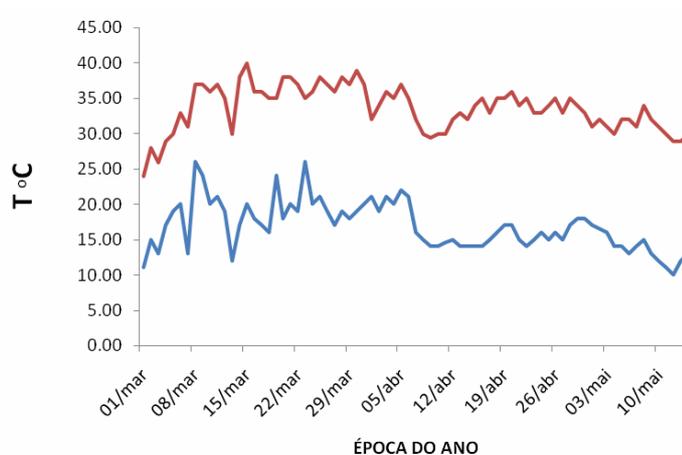


Figura 1 – Temperaturas máximas e mínimas, observadas na casa de vegetação, durante a condução do experimento, em Viçosa-MG, 2010.

Após análise dos dados, constatou-se interação significativa entre os fatores espécies de plantas daninhas e época de corte para razão de matéria seca foliar (RMF) e razão de massa radicular (RMR) para o milho. Dessa forma, a interação foi desdobrada, estudando-se as épocas de corte para cada espécie de planta daninha (Tabela 5).

Quanto às características massa da matéria seca de folha (MSF), altura de plantas (ALT), número de folhas verdes (NFV), intervalo entre a antese e o embonecamento (IAE), área foliar específica (AFE) e razão parte aérea e sistema radicular (PA/SR), verificou-se efeito significativo somente para época de corte. Com relação à massa da matéria seca de folhas do milho (MSF), a realização de duas roçadas nas plantas daninhas foi superior às das demais épocas. Contudo, o manejo de uma roçada nas plantas daninhas e o sem roçadas não diferiram entre si, indicando que uma

única roçada não foi suficiente para diminuir os danos da interferência das espécies *B. pilosa* e *C. benghalensis* no acúmulo de matéria seca das folhas do milho (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias de matéria seca de folha (MSF), altura de plantas (ALT), número de folhas verdes (NFV), intervalo entre a antese e o embonecamento (IAE), área foliar específica (AFE) das plantas de milho, nos diferentes manejos da roçada das plantas daninhas no sistema de cultivo do milho. Viçosa-MG, 2010

Manejo	MSF	ALT	NFV	NFS	LAE	AFE
	(g)	(cm)			(dias)	(cm ² g ⁻¹)
1R	29,01 ab	171,16 a	9,50 b	6,83 a	6,00 ab	119,47 ab
2R	36,43 a	185,16 a	13,70 a	3,67 b	3,83 b	109,68 b
SR	21,12 b	132,00 b	8,66 b	8,00 a	8,50 a	139,44 a
CV(%)	20,43	14,39	11,15	17,52	35,05	10,27

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. 1R – uma roçada no estádio de três folhas do milho; 2R – uma roçada no estádio de três e uma roçada no estádio de seis folhas do milho; e SR – sem roçadas.

Quando se compara o tratamento testemunha (milho sempre limpo livre de plantas daninhas) com os tratamentos milho e *B. pilosa* com duas roçadas e milho e *C. benghalensis* com duas roçadas, verifica-se que ambas as plantas daninhas em competição com o milho submetidas a duas roçadas (terceira e sexta folha do milho) não interferiram no acúmulo de matéria seca das folhas, não diferindo da testemunha (Tabela 4). Entretanto, Chiovato et al. (2007) observaram que duas roçadas efetuadas na planta daninha *B. pilosa* não foram suficientes para evitar a interferência da espécie daninha no desenvolvimento das plantas de milho, reduzindo sua produção de matéria seca. Essa diferença pode estar relacionada ao fato desses autores terem realizado o manejo da roçada nos estádios de quatro e oito folhas do milho, sendo diferente da época de roçada do presente estudo. Esses resultados indicam que o controle inicial das plantas daninhas é importante para diminuir a capacidade competitiva, bem como a sua capacidade de acúmulo de matéria seca, de extração de recursos do meio e seu poder de interferência sobre a cultura do milho. Portanto, o controle no início do ciclo de desenvolvimento é fundamental e necessário para se alcançar o máximo potencial de produção da cultura (Roush & Radosevich, 1985; Zimdahl, 1988; Kozlowski et al., 2009). Essas descrições reforçam a importância da antecipação do controle pela roçada e também do encurtamento do intervalo de corte para que ocorra maior esgotamento das reservas das plantas daninhas no processo de recuperação ou rebrota, dificultando seu desenvolvimento e, assim, diminuindo a interferência da competição.

Tabela 4 - Valores médios de matéria seca de folha (MSF), diâmetro do caule (DIAM), altura de planta (ALT), número de folhas verdes (NFV), número de folhas senescentes (NFS), intervalo entre antese e embonecamento (IAE), área foliar específica das folhas (AFE), razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR), razão de massa foliar (RMF) e razão de massa radicular (RMR) das plantas de milho. Viçosa-MG, 2010

Tratamento	MSF	DIAM	Alt.	NFV	NFS	IAE	AFE	PA/SR	RMR	RMF
	(g)	(cm)	(cm)			(dias)	(cm ² g ⁻¹)	(g g ⁻¹)		
MLPD	45,26	2,54	211,33	15,00	2,66	3,33	96,65	2,42	0,15	0,17
M e B/1r	32,83*	1,86*	192,67	9,00*	7,33*	5,33	117,89	1,59	0,29	0,17
M e B/2r	38,92	2,19	176,33	13,00	4,33	3,67	109,07	1,67	0,28	0,16
M e B/sr	22,96*	2,11	140,33*	9,00*	8,00*	8,00*	125,36*	1,16*	0,44*	0,11*
M e C/1r	25,19*	1,77*	149,67*	10,00*	6,33*	6,67	121,05*	1,67	0,26	0,17
M e C/2r	33,93	2,00	194,00	13,00	3,00	4,00	110,29	1,65	0,31	0,15
M e C/sr	19,31*	1,56	123,67*	8,33*	8,00*	9,00*	153,52*	2,40	0,16	0,27*

* Médias que diferem da testemunha a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. MLPD – milho livre de planta daninha; M e B/1r – milho e *B. pilosa*/uma roçada; M e B/2r – milho e *B. pilosa*/duas roçadas; M e B/sr – milho e *B. pilosa*/sem roçadas; M e C/1r – milho e *C. benghalensis*/uma roçada; M e C/2r – milho e *C. benghalensis*/duas roçadas; M e C/sr – milho; e *C. benghalensis*/sem roçadas.

Ao analisar o diâmetro de caule das plantas de milho (DIAM), não se observaram diferenças na interação entre planta daninha e manejo da roçada. No entanto, houve diferenças quando se compararam as médias dos tratamentos com manejo e a média da testemunha (cultivo de milho sem planta daninha). O tratamento milho e *B. pilosa*/uma roçada e o tratamento milho e *C. benghalensis*/uma roçada diferiram da testemunha, apresentando menores valores de diâmetro de plantas (Tabela 4). Esses resultados indicam que apenas uma roçada não foi suficiente para minimizar os efeitos negativos da competição para essa característica. Contudo, os manejos para ambas as plantas daninhas, em que se utilizaram duas roçadas (M e B/2r e M e C/2r), não diferiram do milho cultivado sem a presença de planta daninha. Quando não foi realizada a roçada, o tratamento milho e *B. pilosa* comportou-se de forma diferenciada do tratamento milho e *C. benghalensis*, não diferindo do tratamento testemunha - MLPD (milho livre de planta daninha), como observado na Tabela 4.

Em trabalho realizado por Balbinot Jr. & Fleck. (2005) foi verificado que o espaçamento entre fileiras proporciona variação ao diâmetro do colmo das plantas de milho. Esses autores verificaram que plantas de milho cultivadas em espaçamento de 0,4 m apresentaram maior diâmetro de colmo, comparativamente às cultivadas em espaçamento de 1,0 m. É provável que o hábito de crescimento das plantas daninhas e as necessidades nutricionais intrínsecas de cada espécie possam proporcionar formas diferenciadas de competição (Rocha, 2007); as plantas de milho quando em competição

com *B. pilosa* não apresentaram redução do diâmetro de colmo, porém a altura de plantas foi consideravelmente afetada. Possivelmente, a competição por luz entre as plantas de milho e de *B. pilosa* foi maior, concorrendo para menor interceptação da radiação pelas folhas de milho, em relação ao observado na competição entre plantas de milho e de *C. benghalensis*. Outra vantagem competitiva das plantas daninhas *B. pilosa* é a elevada eficiência de absorção de água e nutrientes, o que proporciona redução da disponibilidade de nitrogênio principalmente, causando o subdesenvolvimento da parte aérea da planta de milho (Procópio et al., 2004).

A altura das plantas de milho (ALT) no manejo de uma roçada e duas roçadas (1R e 2R) foram iguais entre si e superiores à do tratamento sem roçada SR (Tabela 3). Para essa característica, quando se comparam as médias da testemunha e o tratamento que recebeu uma única roçada das plantas de *B. pilosa*, verifica-se que apenas um corte foi suficiente para diminuir a interferência causada pela competição. Esse fato não foi observado para *C. benghalensis*, que interferiu de forma significativa na altura das plantas de milho, mesmo quando essas plantas receberam apenas uma roçada (Tabela 4). Entretanto, quando se utilizam duas roçadas (M e B/2r e M e C/2r), são obtidos resultados satisfatórios na redução da interferência das plantas daninhas no crescimento das plantas de milho.

A interferência das plantas daninhas na altura das plantas de milho é influenciada pelos genótipos utilizados e pela intensidade da infestação por plantas daninhas. Balbinot Jr. & Fleck. (2005) verificaram que a presença de plantas daninhas reduziu o diâmetro do colmo, a altura de planta e todos os componentes produtivos. Em situações específicas, Radosevich et al. (1997) afirmaram que a competição interespecífica de menor magnitude pode favorecer o crescimento e desenvolvimento das plantas de milho. Desse modo, a altura de plantas pode ser considerada uma característica importante, que pode influenciar a competição, dependendo do modo de crescimento da planta daninha e do período de competição (Duarte et al., 2002). Esta característica, juntamente com a área foliar e distribuição das folhas no perfil do dossel da planta (Strieder et al., 2008), pode proporcionar redução da radiação que chega à superfície do solo, levando a maior aproveitamento da luz solar por meio do alongamento da bainha, pecíolo e entrenós do colmo (Lemaire, 2001). Assim, espécies com maior habilidade de competição são aquelas que desenvolvem mais rapidamente a arquitetura necessária para interceptação da radiação solar.

Outro ponto a ser considerado foi relatado por Fisher et al. (1997), que observaram que os incrementos em estatura da planta, matéria seca vegetal e área foliar podem influenciar o aumento da taxa respiratória, o autos-sombreamento e a alocação de fotoassimilados em partes vegetativas, ocorrendo conseqüentemente a redução da produtividade de grãos e do índice de colheita.

Por outro lado, o aumento da altura de planta pode vir a ser um fator negativo para seu desempenho agrônômico, pois o estiolamento da parte aérea, devido a competição intra e interespecífica, pode resultar em gastos metabólicos excessivos para crescimento vegetativo de colmo e folhas. Isso pode não se traduzir em índice de colheita desejável, ou seja, eficiência na formação do órgão de interesse econômico, que no caso do milho é o enchimento de grãos nas espigas. O que se espera é que plantas se desenvolvam em sua plenitude, investindo no acúmulo de carboidratos em suas partes vegetativas, para que posteriormente, na época adequada, ocorra a remobilização de assimilados e nutrientes armazenados durante o seu desenvolvimento (folhas, caule e raiz) para os grãos.

Para as características número de folhas verdes (NFV) e número de folhas secas do milho (NFS), observou-se comportamento inverso, ou seja, quando são contabilizados elevados índices de folhas verdes, a planta tem uma tendência de apresentar índice baixo de folhas senescentes. Verificou-se que a realização de duas roçadas foi superior aos demais manejos para a variável número de folhas verdes (Tabela 3), o que é positivo para o ganho de matéria seca pela planta, uma vez que, quanto maior a quantidade de folhas ativas na planta, maior é a capacidade de acúmulo de carbono.

Inversamente, para número de folhas secas, a realização de uma roçada (1R) e sem roçadas (SR) foram iguais entre si e superiores a duas roçadas (2R) (Tabela 3). Contudo, com duas roçadas obteve-se melhores resultados, pois, quanto menor o número de folhas senescentes na época do florescimento do milho, maior será a quantidade de folhas participando efetivamente no ganho de açúcares pela planta. Essas folhas constituirão uma fonte de reserva para posterior retranslocação de nutrientes na época correta, ou seja, na fase de enchimento de grãos. É provável que nos tratamentos com uma roçada (1R) e sem roçada (SR) a competição entre as plantas daninhas e a planta de milho por água, luz e por nutrientes tenha sido em maior intensidade em relação ao tratamento de duas roçadas (2R), o que propiciou o aumento na velocidade da senescência foliar (Valentinuz & Tollenaar, 2004; Strieder et al., 2008). Entretanto,

ela não é um processo de degeneração passivo e desregulado, pois há alterações ordenadas na estrutura celular, no metabolismo e na expressão gênica (Lim et al., 2007).

Comparando o tratamento testemunha MLPD com os tratamentos (M e B/2r) e (M e C/2r), verificou-se que eles não diferiram entre si (Tabela 4), para as duas variáveis analisadas (NFV e NFS). Como a fotossíntese depende da área foliar, a produtividade de uma cultura será tanto maior quanto mais próximo for o índice de área foliar máximo da planta. Esse comportamento é favorável desde que as folhas da parte superior não façam sombra nas folhas da parte inferior do dossel e, também, quanto mais tempo a área foliar permanecer fotossinteticamente ativa. Avaliando as características de dossel e o rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo, Strieder et al. (2008) afirmaram que em sistemas de alto rendimento produtivo do milho, menores espaçamentos reduzem o índice de área foliar e aumentam a senescência foliar, independentemente da densidade e arquitetura de planta.

A competição entre as plantas pode induzir o conteúdo de clorofila por folha, principalmente quando se têm plantas daninhas altamente eficientes em absorção e conversão de nitrogênio em biomassa (Procópio et al., 2004). Segundo Bindi et al. (2002), a redução no conteúdo de clorofila acelera a senescência.

Para o intervalo entre a antese e o embonecamento (IAE), verificaram-se diferenças correspondentes ao manejo, em que 2R e SR apresentaram médias diferentes entre si, porém estas não diferiram das do tratamento de uma roçada (1R). Esses resultados predizem que duas roçadas nas plantas daninhas influenciaram de forma positiva as plantas de milho, apresentando redução do IAE (Tabela 3).

Quando se comparam as médias entre os tratamentos e a testemunha, observa-se que o tratamento que continha plantas de milho e *B. pilosa* sem corte (M e B/sr) e plantas de milho e *C. benghalensis* sem corte (M e C/sr) diferiram da testemunha (Tabela 4). A partir dessa análise, pode-se inferir que tanto a competição com a espécie *B. pilosa* quanto a competição com as plantas daninhas *C. benghalensis* causam efetivamente a prolongação do intervalo de florescimento das plantas de milho.

A menor interferência intra e interespecífica pode permitir desenvolvimento mais sincronizado das inflorescências masculinas e femininas, ou seja, menor IAE. Nesse sentido, Sangoi et al. (2001) verificaram que o intervalo entre antese e espigamento (IAE) foi maior quando houve incremento na população de plantas, em decorrência, possivelmente, do aumento da competição entre as plantas de milho pelos recursos naturais.

Deseja-se que o intervalo entre a antese e o embonecamento (em dias) seja o menor possível, pois, quanto menor for o valor, maiores as chances de ocorrer polinização eficiente e formação adequada do fruto, que, neste caso, é o grão. Assim, o IAE, potencialmente, deveria ser igual a zero, uma vez que o seu aumento reduz a probabilidade de ocorrer uma fecundação adequada, já que a disponibilidade de grãos de pólen viáveis é reduzida com a elevação do IAE. Segundo Otegui et al. (1995), valores do IAE acima de 10 dias resultam em espiguetas estéreis. A produtividade depende do número de grãos polinizados e da quantidade de fotoassimilados disponíveis (Magalhães et al., 2002). Dessa forma, também se pode afirmar que espigas iniciadas tardiamente recebem menor quantidade de assimilados, tendo menor possibilidade de se tornarem funcionais e produzirem grãos, em decorrência da menor capacidade competitiva por fotoassimilados da espiga com as demais estruturas da planta (SANGOI, 2001).

Verificaram-se diferenças significativas na área foliar específica das plantas de milho (AFE). Os tratamentos 1R e SR foram semelhantes entre si, e o manejo de duas roçadas (2R), indicando maior competição nos tratamentos em que as plantas daninhas eram submetidas ao manejo da roçada (uma roçada ou sem roçadas); a planta de milho apresentou maior quantidade de área fotossintética na folha por uma menor quantidade de biomassa investida (Tabela 3).

Plantas com elevadas taxas de saturação fotossintética apresentam vantagens competitivas sobre as demais espécies, com valores inferiores para essa variável (FENG, 2008). Vivian (2009) verificou que a planta daninha *Tridax procumbens* teve tendência de aumento da capacidade de competição pelo incremento da AFE durante o cultivo com a cultura da soja. Segundo Feng et al. (2004), a AFE está inversamente correlacionada com os custos de formação de matéria seca nas folhas.

Possivelmente, a competição favoreceu o menor acúmulo de matéria seca nas folhas, caracterizada por uma folha mais fina com menor espessura e/ou densidade, aliada à diminuição de tecidos fotossintéticos por unidade de área ou simplesmente pouco investimento em parede celular. Com a competição pelos recursos do solo, tem-se maior exportação de fotoassimilados das folhas para suportar o crescimento radicular, que se faz necessária, devido à competição por nutrientes e água.

Esse fato foi observado, porém com outra finalidade, por Lima et al. (2008), os quais estudaram mudas de *Caesalpinia férrea* e verificaram que mudas a pleno sol apresentaram razão de massa foliar menor do que sob condições de sombreamento,

demonstrando maior intensidade de exportação de fotoassimilados da folha sob alta luminosidade, o que veio a proporcionar aumento da área foliar específica.

Para os resultados comparativos entre os tratamentos, observa-se que, no geral, quando a competição é imposta sem a utilização de roçadas, a tendência é de que a área foliar específica aumente consideravelmente (Tabela 4). Esse fato pode estar relacionado ao mecanismo da planta em interceptar e/ou aproveitar de forma mais eficiente a radiação solar que chega à superfície (Procópio et al., 2003), desfavorecendo a interceptação de luz pelas plantas daninhas em competição, principalmente com as plantas de *B. pilosa*. Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2008), os quais relatam que a expansão da folha sob baixa luminosidade é uma resposta frequentemente observada e indica uma compensação da planta, no intuito de proporcionar melhor aproveitamento à baixa luminosidade.

Quando se realizaram duas roçadas (M e B/2r e M e C/2r), não foram observadas diferenças desses tratamentos em relação à testemunha, ou seja, esta característica da folha (AFE) não é afetada pela competição com plantas daninhas testadas, desde que sejam realizadas duas roçadas no estágio fenológico de três e seis folhas completamente expandidas da planta de milho (Tabela 3). Pelos valores obtidos da razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR), pode-se constatar que a parte aérea das plantas de milho em competição com as de *B. pilosa* sem controle foi a mais afetada, em comparação com as plantas de milho livre de competição. Verifica-se que houve diminuição dessa razão, muito provavelmente devido à alta competição radicular, o que favoreceu um alto desenvolvimento radicular do milho para diminuir as deficiências nutricionais e hídricas geradas pela competição (Tabela 4). Em comportamento normal de crescimento, não ocorre desenvolvimento satisfatório de parte aérea sem que haja quantidade satisfatória de nutrientes e água no solo. Esperar-se-á que ocorra maior particionamento de assimilados para os órgãos de maior dreno; por consequência, a planta tenderia a manter o equilíbrio fisiológico funcional.

O comportamento verificado para a raiz do milho em competição com raízes de *B. pilosa* não foi observado para a raiz de milho sob interferência das raízes de *C. benghalensis* no tratamento sem roçada. A relação PA/SR foi mantida neste tratamento em relação à testemunha, mesmo com a magnitude da competição proporcionada por plantas de *C. benghalensis* (Tabela 4). Esse fato pode ser explicado em função da redução do acúmulo de matéria seca das folhas, porém não houve incremento na razão de massa radicular em proporções consideráveis.

O aumento de massa seca na planta não prediz necessariamente variação da razão parte aérea/radicular, pois, como no caso anterior, poderá haver aumento de massa de caule e/ou de folhas (parte aérea) e também, ao mesmo tempo, ocorrer manutenção ou aumento de matéria seca do sistema radicular, o que poderá implicar em última instância pouca significância estatística para essa razão. Pressupõe-se que não necessariamente haverá diferenças nessa razão para as plantas de milho que apresentem altos valores de matéria seca e plantas que não tiveram desenvolvimento adequado em consequência da competição com plantas daninhas, se estas mantiverem o mesmo equilíbrio funcional entre as suas partes vegetais (parte aérea e sistema radicular).

Houve interação entre manejo e plantas daninhas para as características de razão de massa foliar (RMF) e razão de massa radicular (RMR) das plantas de milho (Tabela 5). Na RMF, avaliando-se somente o tratamento milho e *B. pilosa*, os manejos de uma roçada (1R) e duas roçadas (2R) foram semelhantes e superiores ao tratamento (SR). Isso indica indicando que a competição de plantas de *B. pilosa* com plantas de milho sem a utilização da roçada pode induzir a redução da biomassa alocada para as folhas de milho em relação ao restante da planta, lavando a em maior investimento em assimilados no sistema radicular das plantas de milho para explorar de forma mais eficiente os recursos do solo (água e nutrientes).

Tabela 5 - Médias de razão de matéria seca foliar (RMF) e razão de matéria seca radicular (RMR) das plantas de milho em competição com plantas daninhas (*B. pilosa* e *C. benghalensis*), nos diferentes manejos da roçada nas plantas daninhas no sistema de cultivo de milho. Viçosa- MG, 2010

Manejo	RMF (g g ⁻¹)		RMR (g g ⁻¹)	
	<i>B. pilosa</i>	<i>C. benghalensis</i>	<i>B. pilosa</i>	<i>C. benghalensis</i>
1R	0,17 aA	0,17 aB	0,30 aA	0,26 aA
2R	0,16 aA	0,15 aB	0,28 aA	0,31 aA
SR	0,11 bB	0,27 aA	0,44 aA	0,16 bA

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. 1R - roçada da planta daninha no estágio de três folhas do milho; 2R - roçada da planta daninha no estágio de três e seis folhas do milho; SR - milho; e sem controle das plantas daninhas.

Em trabalho realizado com soja, Bianchi et al. (2006) observaram que durante o período de crescimento vegetativo da soja a competição por recursos do solo predomina sobre a competição por radiação solar, resultando em redução da estatura de planta, da área foliar, da matéria seca da parte aérea e da razão de massa foliar, bem como em aumento da área foliar específica e da razão de área foliar.

Não foram observadas diferenças para a razão de massa radicular (RMR) dentro dos tratamentos de milho e *B. pilosa* (Tabela 5); entretanto verificou-se tendência de aumento dessa razão quando se comparou o tratamento sem roçada com os demais (1R e 2R). Esse fato concorre para menor potencial fotossintético da planta, devido a investimento em partes que não estão diretamente associadas a aumento na robustez fotossintética da planta e ao maior gasto metabólico, que não contribuem efetivamente com o aspecto produtivo da cultura.

Quando se avalia o tratamento em que foram conduzidas plantas de milho em competição com *C. benghalensis*, o comportamento é o inverso do observado para *B. pilosa*, pois o tratamento de competição sem roçadas (SR) apresentou tendência de aumento da razão de massa foliar, diferindo dos demais manejos de corte; contudo, não houve diferenças entre uma roçada (1R) e duas roçadas (2R) (Tabela 5). Observou-se que o comportamento para a razão de massa radicular (RMR) do milho em competição com *B. pilosa* mostrou tendência a ser contrário ao observado no tratamento que envolve milho e *C. benghalensis*. Quando se avalia isoladamente este tratamento, os manejos da roçada não diferiram na razão de massa radicular, porém observa-se tendência de diminuição da massa radicular do milho com o aumento da competição com esta planta daninha sem o uso de roçagem (Tabela 5).

É interessante observar que, com a realização da roçada, a tendência do comportamento da planta de milho em competição com as plantas de *B. pilosa* foi de aumentar a razão de massa foliar e diminuir a razão de massa radicular. Entretanto, quando as plantas de milho foram submetidas a competição com plantas de *C. benghalensis*, verificou-se tendência de diminuição da razão de massa foliar e aumento da massa radicular do milho quando estas receberam a roçada (Tabela 5). Nesse sentido, Thomas e Allison (1975) afirmam que o milho cultivado na presença de plantas daninhas tem menor desenvolvimento do sistema radicular do que quando cultivado sem plantas daninhas, corroborando dados obtidos neste trabalho para o milho em competição com *C. benghalensis*. Observaram ainda que, quando as parcelas de milho estavam infestadas com plantas daninhas, o teor de água foi maior do que nas parcelas de milho sem plantas daninhas. Esses autores confirmam que, na presença de plantas invasoras, sintomas de estresse de água podem não vir a ser causados por disponibilidade de água, mas por fraca capacidade do sistema radicular em absorver água. Esse fato seria possivelmente explicado por ocorrer a liberação de exsudatos

radiculares de plantas daninhas contendo toxinas que poderiam inibir o crescimento de raízes de milho (Rajcan & Swanton, 2001).

Verificou-se que para os tratamentos 1R e 2R, quando se compara o milho sob interferência das duas plantas daninhas, o comportamento das variáveis RMF e RMR não diferiu. Entretanto, as médias da razão de massa foliar das plantas de milho que competiram tanto com *B. pilosa* quanto com *C. benghalensis* foram diferentes nos tratamentos sem o uso de roçadas, ou seja, quando em livre competição entre as plantas daninhas e as plantas de milho, observam-se respostas diferenciadas no que tange ao acúmulo de matéria seca para a formação de folhas, em relação à matéria total da planta nesses tratamentos.

De acordo com Bianchi et al. (2006), as modificações em atributos morfofisiológicos entre plantas concorrentes, ocorridas em seu trabalho, demonstraram que as plantas respondem rápida e diferentemente à competição pelos recursos do ambiente. O milho em competição com *B. pilosa* mostrou média de razão de massa foliar menor em relação à das plantas de milho em competição com as plantas daninhas de *C. benghalensis*, que apresentaram tendência a aumentar com a competição, sem uso de roçadas (SR). Quando se avalia a razão de massa radicular (RMR), comparando as plantas de milho em competição com cada espécie de planta daninha (Tabela 5) sem uso de roçadas (SR), o comportamento é o contrário do observado com a razão de massa foliar, ou seja, as plantas de milho em competição com *B. pilosa* tiveram média de razão de massa radicular maior em relação às plantas de milho em competição com as plantas daninhas de *C. benghalensis*, que tenderam a reduzir esses valores com a competição, sem uso de roçadas (SR).

Em análise de competição inicial entre plantas daninhas e cultura, verifica-se que o sistema radicular representa o principal fator de competitividade das espécies daninhas. Maior proporção de carboidratos é direcionada para as raízes, principalmente em ambientes com baixa disponibilidade de água e nutrientes (Liu & Stützel, 2004). Nas comparações entre os tratamentos e a testemunha (milho sem a presença de plantas daninhas), observou-se que o tratamento que continha milho e *B. pilosa* em competição sem a utilização de roçadas (M e B/sr), entre os avaliados, foi o que apresentou média de razão de massa radicular das plantas de milho (RMR) superior à do cultivo de milho sem a presença da competição (TEST). No entanto, com maior partição de assimilados para o sistema radicular (M e B/sr), tem-se diminuição considerável desses produtos fotossintéticos para a formação e manutenção da massa foliar em relação ao restante da

planta (RMF), perfazendo um dos tratamentos que diferiram da testemunha para a característica em questão.

O tratamento M e C/sr diferiu da testemunha, porém com tendência a aumento da razão de massa foliar, comportando-se de forma inversa no particionamento de fotoassimilados em relação ao milho em competição com as plantas de *B. pilosa* sem corte. De acordo com Bozsa & Oliver (1993), a presença de estresse na parte aérea ou nas raízes induz a respostas em toda a planta. É provável que, devido à capacidade de exploração radicular diferenciada dessas duas plantas daninhas no solo quanto à profundidade, disposição, liberação de exsudatos radiculares e à necessidade dos recursos produtivos (hídricos e nutricionais) similares à da cultura principal (Tollenaar et al., 1997), maiores serão os impactos gerados pela competição, favorecendo a busca dos mesmos recursos produtivos, no mesmo espaço e tempo.

Observam-se na Figura 3, as comparações entre os tratamentos dentro de cada planta daninha, nos diferentes manejos da roçada. As diferenças visuais quanto ao desenvolvimento de plantas de milho em competição sem uso da roçada em plantas daninhas são significativas quando comparadas com as do tratamento em que as plantas receberam uma ou duas roçadas. Entretanto, quando se comparam as plantas de milho do tratamento em que as plantas daninhas de *B. pilosa* receberam duas roçadas com a testemunha de milho sem planta daninha, não foram verificadas diferenças em relação ao desenvolvimento, indicando que as duas roçadas até seis folhas foram suficientes para permitir que o milho se desenvolvesse satisfatoriamente bem, para essa condição. Contudo, também são apresentadas as plantas de milho em competição com *C. benghalensis* nos diferentes manejos da roçada, indicando que a realização de duas roçadas, mesmo depois de pouco tempo de realizadas, já mostrou tendência a diminuir a competição com as plantas de milho, proporcionando visualmente melhor desenvolvimento deste tratamento.

O comportamento dos sistemas radiculares no florescimento das plantas de milho, quanto a disposição e crescimento de raízes, pode ser visualizado na Figura 4 (apresentada lado a lado), confirmando os efeitos da interferência das plantas daninhas de *B. pilosa* e de *C. benghalensis* na cultura do milho, utilizando-se a roçada como método de controle no contexto da produção orgânica.

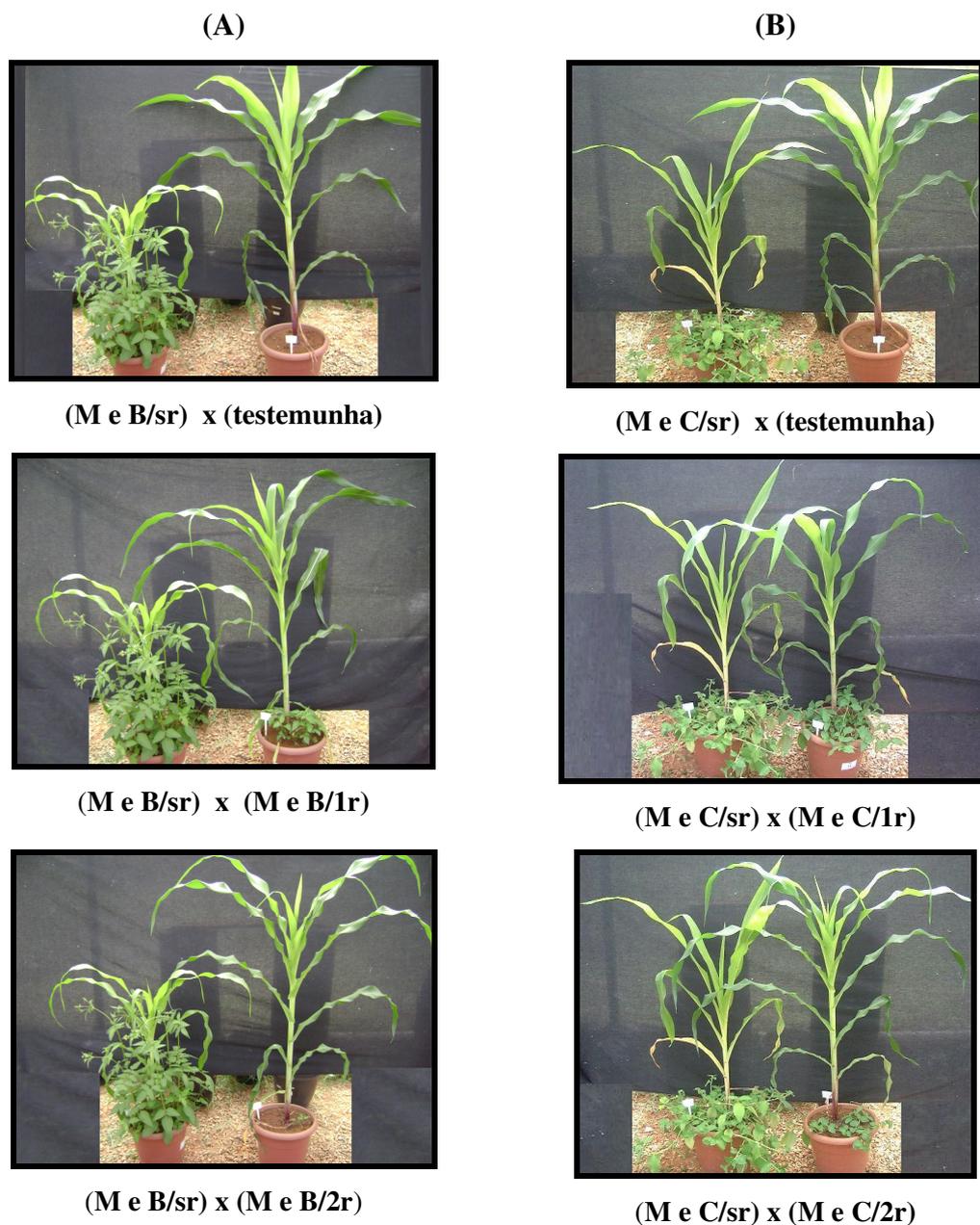


Figura 3 - Plantas de milho de acordo com os tratamentos estabelecidos dentro da competição com plantas de *B. pilosa* representadas por (A) e *C. benghalensis* (B), comparando os respectivos tratamentos (A): M e B/sr – milho/*B. pilosa* (sem roçada) e testemunha – cultivo de milho solteiro; M e B/sr – milho/*B. pilosa* (sem roçada) e M e B/1r – milho/*B. pilosa* (uma roçada); M e B/sr – milho/*B. pilosa* (sem uso de roçada) e M e B/2r – milho/*B. pilosa* (duas roçadas) e os tratamentos (B): M e C/sr – milho/*C. benghalensis* (sem roçada) e testemunha; M e C/sr – milho/*C. benghalensis* (sem roçada) e M e C/1r – milho/*C. benghalensis* (uma roçada); M e C/sr – milho/*C. benghalensis* (sem roçada); e M e C/2r – milho/*C. benghalensis* (duas roçadas). Viçosa-MG , 2010.



Figura 4 - Raízes de milho dispostas entre si de acordo com os tratamentos estabelecidos dentro da competição, sendo representadas por (A) e (B), em que: T1 – milho e *B. pilosa*/sem corte; T2 – milho e *B. pilosa*/corte na 3^a e 6^a folhas do milho; T3 – milho e *B. pilosa*/corte na 3^a folha do milho; T4 – milho livre de plantas daninhas; T5 – milho e *C. benghalensis*/corte na 3^a folha do milho; T6 – milho e *C. benghalensis*/corte na 3^a e 6^a folhas do milho; T7 – milho e *C. benghalensis*/sem corte. Viçosa-MG, 2010.

CONCLUSÕES

Duas roçadas (estádio de três e seis folhas completamente expandidas do milho) proporcionaram maior acúmulo de matéria seca pelas plantas de milho, independentemente da espécie de planta daninha.

Plantas de milho em competição com *C. benghalensis* comportaram-se de forma inversa na partição de assimilados (razão de massa foliar e razão de massa radicular) em relação ao milho em competição com as plantas de *B. pilosa* sem o uso de roçadas. Para *C. benghalensis* houve aumento da razão da massa foliar e redução da razão radicular do milho; já *B. pilosa* proporcionou aumento da razão de massa radicular e diminuição de massa foliar do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 415-421, 2005.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**, Jaboticabal, FUNEP, 1988. 42 p.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; DILLENBURG, L. R. Partição da competição por recursos do solo e radiação solar entre cultivares de soja e genótipos concorrentes. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 629-639, 2006.

BINDI, M. et al. Chlorophyll concentration of potatoes grown under elevated carbon dioxide and/or ozone concentrations. **European Journal of Agronomy**, v. 17, p. 319-335, 2002. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=13968416>>. Acesso em: 10 out. 2010.

BOZSA, R. C.; OLIVER, L. R. Shoot and root interference of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 41, n. 1, p. 34-37, 1993.

CHIOVATO, M. G.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANÉTTI, A. II; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; RODRIGUES, O. L.; BORBA, A. N. Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 277-283, 2007.

DUARTE, N. de F.; SILVA, J. B. da; SOUZA, I. F. de. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Ijaci, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, 2002.

FENG, Y. L.; CAO, K. F.; ZHANG, J. L. Photosynthetic characteristics, dark respiration, and leaf mass per unit area in seedlings of four tropical species grown under three irradiances. **Photosynthetica**, Praga, v. 42, p. 431-437, 2004.

FENG, Y.L.; FU, G.L.; ZHENG, Y.L. Specific leaf area relates to the differences in leaf construction cost, photosynthesis, nitrogen allocation, and use efficiencies between invasive and noninvasive alien congeners. **Planta**, v. 228, n. 3, p. 383-390, 2008.

FISCHER, A. J.; RAMIREZ, H. V.; LOZANO, J. Suppression of junglerice [*Echinochloa colona* (L.) Link] by irrigated rice cultivars in Latin America. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 3, p. 516-521, 1997.

FONTANÉTTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C.; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 127-136, 2006.

KOZLOWSKI, L. A.; KOEHLER, H. S.; PITELLI, R. A. Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 481-490, 2009.

LEMAIRE G. Ecophysiological of Grasslands: Dynamics aspects of forage plant population in grazed swards. **Proceedings of the XIX International Grassland Congress**. São Pedro, São Paulo (Brasil), 10 - 21 février 2001, 29-37 - (Introductory paper), 2001.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, v. 38 n. 1, p. 5-10, 2008.

LIM, P. O. K.; KIM, H. J.; NAM, H. G. Leaf senescence. **Annual Review of Plant Biology**, v. 58, p. 115-136, 2007.

LIU, F.; STÜTZEL, H. Biomass partitioning, specific leaf area, and water use efficiency of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to drought stress. **Science Horticulture**, v. 102, p. 15-27, 2004.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas – MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Circular Técnica, 22)

MELO, P. T. B. S.; SCHUCH, L. O. B.; ASSIS, F. N.; CONCENÇO, G. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 1, p. 37-43, 2006.

OTEGUI, M. E.; NICOLINI, M. G.; RUIZ, R. A.; DODDS, P. A. Sowing date effects on grain yield components for different maize genotypes. **Agronomy Journal**, v. 87, n. 1, p. 29-33, 1995.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. COSTA, L. C. Desenvolvimento foliar das culturas da soja e do feijão e de planta daninhas. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 207- 211, 2003.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; MARTINEZ, C. A.; WERLANG, R. C. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 211-216, Viçosa, 2004.

QUEIROZ, L. R.; GALVÃO, J. C. C.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, M. F.; TARDIM, F. D. Supressão de plantas daninhas e produção de milho verde orgânico em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 263-270, 2010.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 588 p.

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.

ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D. Caracterização morfológica de espécies de trapoeraba (*Commelina* spp.) utilizando a análise multivariada. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 671-678, , 2007.

ROUSH, M. L.; RADOSEVICH, S. R. Relationships between growth and competitiveness of four annual weeds. **Journal of Applied Ecology**, v. 22, n. 6, p. 895-905, 1985.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP/BASF, 1995. 134 p.

SANGOI, L; ALMEIDA, M. L.; LECH, V. A.; GRACIETTI, L. C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2001.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; RAMBO, L.; BERGAMASCHI, H.; ALMAGO, G. A.; ENDRIGO, P. C.; JANDREY, D. B. Características de dossel e rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 309-317, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer, 2006. 705 p.

TOLLENAAR, M. et al. Effect of weed interference and soil nitrogen on four maize hybrids. **Agronomy Journal**, v. 86, n. 2, p. 596-601, 1994.

THOMAS, P. E. L.; ALLISON, J. C. S. Competition between maize and *Rottboellia exaltata*. **Journal of Agricultural Science**, v. 84, n. 1, p. 305-312, 1975.

VALENTINUZ, O. R.; TOLLENAAR, M. Vertical profile of leaf senescence during the grain filling period in older and newer maize hybrids. **Crop Science**, v. 44, p. 827-834, 2004.

VAZ DE MELO, A; GALVÃO, J. C. C.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, I. C.; SOUZA, L. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 521-527, 2007.

VIVIAN, R. **Caracterização competitiva de *Alternanthera tenella*, *Tridax procumbens* e *Digitaria ciliaris* com soja em condições de deficiência hídrica**. 2009. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

ZIMDAHL, R. L. The concept and application of the critical weed-free period. In: ALTIERI, M. A.; LIEBMAN, M. (Eds.). **Weed management in agroecosystems: ecological approaches**. Boca Raton: CRC, 1988. p. 145-155.

INFLUÊNCIA DO CONTROLE MECÂNICO NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DANINHAS DE *Bidens pilosa* E DE *Commelina benghalensis* EM CULTIVO DE MILHO

RESUMO

A produção de matéria seca e o desenvolvimento das plantas daninhas são afetadas pela capacidade competitiva intrínseca a cada espécie em utilizar os recursos disponíveis no ambiente. Esta capacidade pode ser influenciada pela roçagem da parte aérea das plantas, pela diminuição da interceptação de luz, absorção de água e de nutrientes. Neste trabalho avaliaram-se os efeitos da roçada de *Bidens pilosa* e de *Commelina benghalensis*, no desenvolvimento dessas espécies de plantas daninhas e também os efeitos desse manejo na cultura do milho. Foram avaliadas três manejos dessas plantas (roçada no estágio de três folhas do milho, roçada no estágio de três e seis folhas do milho e milho sem controle das plantas daninhas). As plantas de milho não afetaram o desenvolvimento e crescimento das plantas de *B. pilosa*, para as características avaliadas. Resultados diferentes foram encontrados para as plantas de *C. benghalensis* em competição. As roçadas da *C. benghalensis* e de *B. pilosa* realizadas na terceira folha e na sexta folha completamente expandidas do milho proporcionou reduções no desenvolvimento e crescimento dessas plantas daninhas. Duas roçadas causaram maior efeito de exaustão de reservas, principalmente nas plantas daninhas de *B. pilosa*, que apresentaram baixo poder de rebrota após a segunda roçada, não produzindo sementes até o florescimento das plantas de milho.

Palavras-chave: sistema plantio direto orgânico, rebrota, morfologia.

INFLUENCE OF THE MECHANICAL CONTROL ON THE DEVELOPMENT OF *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis* WEEDS ON CORN CROPS

ABSTRACT

The production of dry matter and the development of weeds are affected by the intrinsic competitive capacity of each species when using the resources available on the environment. This capacity may be influenced by clearing the aerial part of plants and

by decreasing the light interception and absorption of water and nutrients. On this work, the effects of clearings of *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis* were evaluated on the development of these weed species, as well as the effects of this handling on corn culture. Three handlings of these plants were evaluated (clearing on the stage of three corn leaves, clearing on the stage of three and six corn leaves and corn without weed control). The corn plants did not affect the development and growth of *B. pilosa* plants, for the characteristics evaluated. Different results were found for *C. benghalensis* plants under competition. The *C. benghalensis* and *B. pilosa* clearings performed on the third and sixth corn leaf completely expanded provided reductions on the development and growth of these weeds. Two clearings caused a bigger reserves exhaustion, mainly on *B. pilosa* weeds, which presented low sprouting power after the second clearing, not producing seeds until the florescence of corn plants.

Keywords: organic direct planting system, sprout, morphology.

INTRODUÇÃO

O controle ineficiente das plantas daninhas é um dos principais fatores relacionados ao baixo rendimento da cultura do milho. As perdas de produção nessa cultura devido à competição e interferência das plantas daninhas são significativas; em algumas situações, elas são explicadas por fatores como: as espécies daninhas envolvidas, o número de plantas por área, o período de competição, o estágio de desenvolvimento da cultura e as condições edafoclimáticas (Pitelli, 1985).

O controle adequado das plantas daninhas é considerado aquele que permite o ótimo crescimento e desenvolvimento da cultura, favorecendo a máxima produtividade e qualidade do produto colhido. No sistema orgânico, o método mecânico de controle de plantas daninhas é uma opção desejável, sobretudo quando se trabalha com o mecanismo de exaustão das reservas de plantas, ou seja, a estimulação repetida da brotação das gemas leva à exaustão das reservas e morte destas, o que é considerado de grande importância principalmente para plantas perenes (Fleck, 1992).

Entre as plantas daninhas de grande importância no Brasil em cultivos orgânicos e convencionais estão as espécies *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*. *B. pilosa* é uma planta anual, herbácea, ereta, de 40 a 120 cm de altura e que possui reprodução exclusivamente por sementes, com alta capacidade de rebrota após o corte.

C. benghalensis é uma planta perene, tenra e suculenta, semiprostrada, de 30 a 60 cm de altura e que reproduz tanto por sementes (Lorenzi, 2006) quanto por partes vegetativas (Souza et al., 2004)

A importância do controle dessas plantas daninhas é citada em vários trabalhos (Fontanetti et al., 2006; Vaz De Melo et al., 2007; Chiovato et al., 2007; Pereira et al., 2009; Queiroz et al., 2010). Devido à grande capacidade de rebrota e de reprodução vegetativa, essas espécies são consideradas de difícil manejo. A eficiência da roçada depende, em grande parte, das espécies de plantas daninhas, da frequência na área, do estágio de desenvolvimento das plantas e do índice de cobertura do solo pela cultura (Queiroz et al., 2010). Com a roçada, ocorre remoção da parte aérea e, como consequência, tem-se o estresse das plantas. A porcentagem de perda foliar e caulinar representa diminuição da interceptação de luz, assim como menores taxas de fotossíntese líquida do dossel (Davidson & Milthorpe, 1966). Entretanto, em alguns casos tem-se efeito compensatório, a partir da ocorrência de estresses nas plantas (Zagonel et al., 2000).

Assim, para que o controle de plantas daninhas com roçadas seja um método de controle viável para os produtores, deve-se levar em consideração a máxima sustentabilidade do sistema e a produtividade da cultura, visando ao equilíbrio econômico e ambiental. Para alcançar esses objetivos, é necessário o conhecimento de diversas áreas, como botânica, biologia molecular, climatologia e fisiologia vegetal, entre outras (Silva et al., 2007a). Portanto, a definição e caracterização das mudanças fisiológicas ocasionadas pelas épocas e métodos de manejo das plantas daninhas podem vir a propiciar melhor entendimento da interferência específica da planta daninha na cultura. No cultivo orgânico em específico, possivelmente um dos fatores relevantes para maior eficiência no processo da roçada é diagnosticar o comportamento fisiológico das plantas daninhas quando estas forem submetidas ao corte em determinadas épocas do cultivo.

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da roçada em diferentes épocas, no desenvolvimento de plantas daninhas de *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*, bem como os efeitos da interferência da cultura do milho no crescimento dessas espécies daninhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, no ano agrícola 2009/2010. O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 2 x 3 + 2. O primeiro fator foi constituído por duas espécies de plantas daninhas utilizadas no experimento (*Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*), e o segundo, por três manejos dessas plantas (roçada no estágio de três folhas do milho, roçada no estágio de três e seis folhas do milho e milho sem controle das plantas daninhas). Os tratamentos adicionais (testemunhas) consistiram do cultivo solteiro de *B. pilosa* e *C. benghalensis*.

O milho da variedade de polinização aberta UFVM 100 Nativo foi semeado seis dias após *C. benghalensis* e dois dias após *B. pilosa*, visando à emergência simultânea do milho e das plantas daninhas. Esse período foi definido em experimento preliminar, utilizando o mesmo solo.

A parcela experimental foi composta por um vaso com capacidade de 20 litros e altura de 40 cm. O substrato para enchimento dos vasos foi composto por Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) de textura argiloarenosa (52% de areia, 10% de silte e 38% de argila), coletado em barranco, para que fosse minimizada a presença de sementes advindas do banco de sementes do solo. Na Tabela 1 são apresentadas as características químicas do solo. Antes do enchimento dos vasos, o solo foi seco ao ar, destorroado, passado em peneira com mesh de 20 mm e adubado com dose equivalente a 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico (Tabela 2) e 0,035 kg por vasor de P₂O₅ na forma de termofosfato magnesiano, conforme recomendação (Chiovato et al., 2007).

Tabela 1 – Resultados das análises químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento. Viçosa-MG, 2010

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+AL	SB	CTC (t)	CTC (T)	V
	(mg dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)							
5,4	1,7	73	3,3	1,1	0	3,63	4,59	4,59	8,22	56

As determinações químicas foram efetuadas conforme Embrapa (1997); pH em água na proporção de 1: 2,5 para solo: água; Ca, Mg e Al = extrator KCl 1N; P e K = extrator Mehlich-1; e acidez extraível H+Al = extrator SMP.

Tabela 2 - Características químicas do composto orgânico com base na matéria seca utilizado no experimento. Viçosa-MG, 2010

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)				
16,3	4,25	2,53	9,25	3,75	2,06	10,12	34,54	364,5	265,52	74,1

As determinações foram efetuadas de acordo com o método descrito por Kiehl (1985) e umidade de 13%.

Inicialmente, foram semeadas 10 sementes de planta daninha e duas sementes de milho por vaso. Ao completar cinco dias da emergência das plantas, foi realizado o desbaste, deixando-se seis plantas daninhas e uma planta de milho por vaso, ou seja, em cada vaso foi cultivada uma planta de milho em competição ou não com seis plantas de *B. pilosa* ou de *C. benghalensis*. Durante a condução do experimento os vasos foram irrigados diariamente por gotejamento, a fim de manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

O período de interferência no mesmo vaso entre a planta de milho e as espécies daninhas foi da emergência das plantas daninhas até o florescimento das plantas de milho que ocorreram aos 58 DAE. As roçadas das plantas daninhas foram feitas com auxílio de uma tesoura de aço, sendo a primeira realizada quando as plantas de milho estavam no estágio fonológico de três folhas completamente expandidas (aos 15 DAE), e a segunda, no momento em que as plantas de milho apresentavam seis folhas completamente expandidas (aos 25 DAE). Essas roçadas foram realizadas a uma altura de corte semelhante à visualização no campo com roçadeiras: 4 a 5 cm do solo. Durante a condução do experimento na casa de vegetação, foram registradas as temperaturas máximas e mínimas (Figura 1), aferidas sempre no final da tarde.

Ao final do experimento (58 DAE), retirou-se a parte aérea das plantas de milho, separando-as em folhas, órgãos reprodutivos (primórdio de espiga e pendão) e colmo. Foi retirado o solo juntamente com as raízes, e assim iniciado o processo de lavagem por meio de água; lavou-se repetidamente em baldes até a total retirada do solo aderido às raízes.

Avaliaram-se as seguintes características morfológicas em plantas daninhas de *B. pilosa* e *C. benghalensis*:

- a) Número de folhas (verdes, senescentes e total) – as folhas foram retiradas das plantas separadas e contadas, realizada no término do experimento (58 DAE).

- b) Diâmetro do caule e estatura das plantas daninhas – a época em que o milho apresentou liberação do pendão e do estilo-estigma (pleno florescimento), foi avaliada a estatura das plantas, do solo até a inserção da última folha, com auxílio de uma fita métrica, e o diâmetro de caule, com um paquímetro, digital, realizando-se a medição aos 10 cm do solo.

Foram colocadas separadamente as folhas, sementes, colmo e raízes das plantas em sacos de papel e levados à estufa de circulação forçada de ar, a 70 °C, até atingirem peso constante, para determinação da matéria seca. Foi obtida a matéria de folhas (MSF), matéria seca de caule (MSC), matéria seca do sistema radicular (MSR) e matéria seca de sementes (MSS). As sementes das plantas daninhas foram coletadas desde o início da liberação das sementes até a época de pleno florescimento das plantas de milho (58 DAE).

Por meio da análise de crescimento (Benincasa, 1988), foram encontrados os seguintes índices fisiológicos das plantas daninhas:

- Área foliar específica (AFE) em $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$, obtida pelo quociente entre a área da folha mais jovem totalmente expandida - analisada no equipamento de mesa LI-COR (LI- 3000) - e a matéria seca de folha.
- Razão de massa foliar (RMF) em g g^{-1} , obtida pelo quociente entre a matéria seca de folhas e a matéria seca total.
- Razão de massa caulinar (RMC), obtida pelo quociente entre a matéria seca do caule e a matéria seca total.
- Razão de massa radicular (RMR), obtida pelo quociente entre a matéria seca radicular e a matéria seca total.
- Razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR) em g g^{-1} , obtida a partir da soma da matéria seca da parte aérea da planta (folha + caule) dividida pela matéria seca do sistema radicular (raiz).

Análise estatística

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelos testes de Tukey e Dunnet a 5% de significância (SAEG, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os dados, verificou-se que para as características de matéria seca de folha (MSF), matéria seca de caule (MSC) e matéria seca de raiz (MSR) houve efeito significativo somente para a forma de manejo (Tabela 4).

Entretanto, houve interação significativa entre os fatores espécies de plantas daninhas e manejo da roçada para matéria seca de sementes (MSS), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa de sementes (RMS), estatura de plantas (EST), diâmetro de caule (DIAM), número de folhas totais (NFT) e área foliar específica (AFE). Dessa forma, a interação foi desdobrada, estudando-se as formas de manejo para cada espécie de planta daninha (Tabelas 5 e 6).

Foram realizadas análises de estatura de plantas (EST), diâmetro do caule (DIAM), massa da matéria seca das folhas (MSF), massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca da raiz (MSR), massa da matéria seca das sementes (MSS), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa de sementes (RMS), número de folhas totais (NFT), área foliar específica da folha (AFE) e razão parte aérea/sistema radicular pelo teste de Dunnet, com a finalidade de verificar diferenças estatísticas entre a testemunha (0) de cada espécie (plantas daninhas sem competição com plantas de milho) e os tratamentos com competição de plantas daninhas e milho, com e sem uso de roçadas em *B. pilosa* e *C. benghalensis* (Tabela 3).

Verificou-se que não houve diferença estatística com relação a interferência do cultivo das plantas de milho no rendimento das plantas de *B. pilosa*, para as características avaliadas, ou seja, nas condições experimentais em que foi conduzido este trabalho, o desenvolvimento das plantas daninhas dessa espécie não foi afetado pela presença da planta de milho (Tabela 3). Contudo, houve diferença entre as plantas de *C. benghalensis* nos diferentes tratamentos para as características estatura de plantas (EST), massa da matéria seca da raiz (MSR) e massa da matéria seca das sementes (MSS) da testemunha (0) para o tratamento em competição com milho sem roçada (M e C/sr) (Tabela 3).

Avaliando a matéria seca de folhas das plantas daninhas (MSF), verifica-se que os efeitos de manejo das roçadas foram distintos entre si. O tratamento que não recebeu a roçada de plantas daninhas (SR) apresentou média superior à dos demais manejos, indicando o potencial de biomassa produzida pelas plantas daninhas (*B. pilosa* e *C. benghalensis*) em competição com a cultura do milho, sem a utilização de controle

(Tabela 4). Com a utilização de apenas uma roçada (1R), houve redução significativa da massa foliar, que, conseqüentemente, apresentou média inferior em relação à planta daninha que não recebeu o corte (SR), porém foi superior à do tratamento que recebeu duas roçadas (2R).

Tabela 3 - Valores médios de estatura de plantas (EST), diâmetro do caule (DIAM), massa da matéria seca das folhas (MSF), massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca da raiz (MSR), massa da matéria seca das sementes (MSS), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa de sementes (RMS), número de folhas totais (NFT), área foliar específica da folha (AFE) e razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR) das plantas daninhas *B. pilosa* e *C. benghalensis*. Viçosa-MG, 2010

Tratamento	EST	DIAM	MSF	MSC	MSR	MSS	RMC	RMS	NFT	AFE	PA/SR
	(cm)		(g)				(g g ⁻¹)			(cm ² g ⁻¹)	(g g ⁻¹)
<i>B. pilosa</i> (0)	111,66	0,73	17,98	34,34	-	10,04	0,47	0,14	-	336,69	21,75*
M e B/1r	50,52*	0,36*	7,26*	11,25*	-	2,04*	0,42	0,07*	-	534,03*	9,46
M e B/2r	4,56*	0,12*	0,15*	0,11*	-	0,00*	0,16*	0,00*	-	223,29	0,61*
M e B/sr	116,33	0,72	19,41	45,77	-	10,69	0,52	0,12	-	312,09	26,53
<i>C. benghalensis</i> (0)	64,22	0,46	18,26	-	22,10	13,20	-	-	149,33	-	22,11
M e C/1r	34,05*	0,34*	7,11*	-	3,67*	1,50*	-	-	54,00*	-	10,51*
M e C/2r	16,90*	0,33*	4,12	-	3,19*	1,15*	-	-	36,66*	-	7,24*
M e C/sr	50,91*	0,46	17,53	-	6,18	7,72	-	-	136,33	-	25,51

* Médias que diferem da testemunha a 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett. *B. pilosa* (0) – cultivo solteiro sem corte; M e B/1r – milho e *B. pilosa*/uma roçada; M e B/2r – milho e *B. pilosa*/duas roçadas; M e B/sr – milho e *B. pilosa*/sem roçadas; 2ª parte - *C. benghalensis* (0) - cultivo solteiro sem corte; M e C/1r – milho e *C. benghalensis*/uma roçada; M e C/2r – milho e *C. benghalensis*/duas roçadas; M; e C/sr – milho e *C. benghalensis*/sem roçadas.

Tabela 4 - Médias de matéria seca de folha (MSF), matéria seca de caule (MSC), matéria seca de raiz (MSR) das plantas daninhas *B. pilosa* e *C. benghalensis*, nos diferentes manejos da roçada: 1R – roçada da planta daninha no estádio de três folhas do milho; 2R – uma roçada da planta daninha no estádio de três e outra no estádio de seis folhas do milho; e SR - sem roçada de plantas daninhas no cultivo do milho. Viçosa-MG, 2010

Manejo	MSF	MSC	MSR
	(g)		
1R	7,19 B	9,31 B	4,49 AB
2R	2,14 C	6,12 B	1,67 B
SR	18,47 A	49,68 A	9,13 A
CV (%)	26,28	59,93	81,49

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quando se quantifica a porcentagem de perda de massa foliar das plantas daninhas (*B. pilosa* e *C. benghalensis*) em razão das roçadas, são obtidas reduções de 88,41% de massa foliar do tratamento SR para 2R; de 61,07% do SR para 1R; e de

70,24% do tratamento 1R para 2R – cálculos realizados a partir das médias apresentadas acima (Tabela 4). Esses resultados indicam grande eficiência em utilizar duas roçadas nos estádios de três e seis folhas completamente expandidas do milho para essa característica, devido ao estresse causado repetidas vezes nas plantas daninhas, e que tem por consequência a diminuição do potencial competitivo.

Em razão de as folhas atuarem tanto como "fontes" ou "drenos" (Taiz & Zeiger, 2006), o desfolhamento resulta num período em que o crescimento e o acúmulo de biomassa são limitados pelo suprimento de fotoassimilados, ainda que a severidade dessa limitação seja dependente da espécie e da intensidade de desfolha a que esta for submetida.

De acordo com a Tabela 4, os valores de massa seca do caule não diferiram para as épocas de corte 1R e 2R, porém foram inferiores aos do manejo sem roçada (SR). Na quantificação de perda de massa caulinar em função das roçadas, foram obtidos dados percentuais de aproximadamente 87,68% de redução de massa caulinar da planta sem controle (SR), comparado ao tratamento que recebeu duas roçadas (2R), e 81,26%, em comparação com o de uma roçada (1R).

Esses resultados indicam severa redução das reservas dessas plantas daninhas, diminuindo consideravelmente as chances de retomar o crescimento e causar danos expressivos ao desenvolvimento das plantas de milho (Beckett et al., 1988; Wilson & Westra 1991; Hall et al., 1992; Ramos & Pitelli, 1994; Defelice, 2001; Kozlowski, 2002).

Avaliando a matéria seca de raiz das plantas daninhas, observou-se diferença entre o tratamento SR e o tratamento 2R (81,70% de redução), não diferindo os tratamentos 1R de 2R. Esses resultados apontam para a grande eficiência de utilizar duas roçadas no intuito de reduzir o desenvolvimento radicular das plantas daninhas avaliadas, bem como diminuir a eficiência dessas plantas em absorver água e nutrientes (Tabela 4). Observou-se efeito principalmente quando se tem plantas daninhas em que o sistema radicular é o principal fator de competição, como no caso de *C. benghalensis*, que, em razão de apresentar crescimento semiprostrado, não compete com as plantas de milho pela radiação que chega à superfície (Lorenzi, 2006).

Martin & Snaydon (1982), avaliando a competição com cevada e *Vicia faba*, verificaram que a maior habilidade competitiva da cevada deveu-se ao seu sistema radicular. Nesse mesmo sentido, Stone et al. (1998) também observaram que a interferência de azevém com o trigo ocorreu em maior magnitude abaixo da superfície

do solo. Entretanto, é válido ressaltar que a habilidade competitiva não está somente na quantidade de biomassa alocada para as raízes, mas também na quantidade de área superficial por unidade de massa seca, ou seja, mesmo com menor massa radicular, a espécie pode mostrar-se mais competitiva em razão de apresentar melhor ângulo de crescimento radicular e, também, maior porção de raízes finas com melhor distribuição no perfil do solo (Martin & Snaydon, 1982; Bozsa & Oliver, 1990; Williamson et al., 2001; Taiz & Zeiger, 2006; Zonta et al., 2006).

Quando se avaliou o desdobramento da interação entre planta daninha e formas de manejo para a estatura de plantas (EST), verificou-se diferença entre uma e duas roçadas para *B. pilosa* e *C. benghalensis* (Tabela 5). O tratamento com duas roçadas (2R) foi o que apresentou menor média em relação aos demais, sendo considerado por isso o tratamento com o melhor resultado em termos de controle do crescimento dessas plantas.

Tabela 5 - Valores médios do desdobramento da interação época e planta daninha, da análise de variância para estatura de plantas (EST), diâmetro de caule (DIAM) e número de folhas totais (NF) (*B. pilosa* e *C. benghalensis*), nos diferentes manejos da roçada (1R - roçada da planta daninha no estágio de três folhas do milho; 2R - roçada da planta daninha no estágio de três e seis folhas do milho; e SR – sem roçada das plantas daninhas) no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

Manejo	EST (cm)		DIAM (cm)		NF	
	<i>B. pilosa</i>	<i>C. benghalensis</i>	<i>B. pilosa</i>	<i>C. benghalensis</i>	<i>B. pilosa</i>	<i>C. benghalensis</i>
1R	50,53 aB	34,06 bB	0,37 aB	0,35 aAB	35,67 aA	54,00 aB
2R	4,57 bC	16,90 aC	0,12 bC	0,33 aB	9,33 aA	36,67 ab
SR	116,33 aA	50,91 bA	0,72 aA	0,47 bA	44,00 bA	136,33 aA

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ao realizar os cálculos da diferença em porcentagem para *B. pilosa* em competição sem uso de roçada e da mesma espécie em competição com duas roçadas, observou-se redução média da estatura de 96,07%. Essa redução confirma a vantagem do uso de duas roçadas no que diz respeito à competição pela luz com a cultura principal, evitando que haja reduções das taxas fotossintéticas das folhas das plantas de milho devido ao sombreamento. Quando se comparam as plantas daninhas, é possível afirmar que as médias de estatura de *B. pilosa* foram superiores às dos tratamentos SR e 1R em relação a *C. benghalensis*, porém foram inferiores quando se realizaram as duas roçadas.

Em relação ao diâmetro das plantas (DIAM), foi observado comportamento similar ao verificado para a estatura de *B. pilosa*, ou seja, houve diferença para todos os manejos da roçada, sendo confirmada menor média para 2R em relação às demais. Entretanto, para *C. benghalensis* foram verificadas diferenças somente entre as médias de SR e com 2R, sendo a primeira superior à segunda época. Quando se comparam as plantas daninhas, verifica-se que no tratamento 2R a espécie *B. pilosa* foi inferior a *C. benghalensis*, porém o resultado observado foi o inverso no tratamento sem roçada (Tabela 5).

Observou-se que as plantas daninhas de *C. benghalensis* tiveram recuperação maior da parte aérea do que as de *B. pilosa*, sobretudo no que diz respeito à retomada do crescimento e desenvolvimento da parte aérea após a segunda roçada (EST e DIAM). Entretanto, o número de folhas totais (NF) das plantas daninhas de *B. pilosa* não diferiu entre os tratamentos que empregaram ou não as roçadas. Esses resultados indicam que, após a planta ter recebido as duas roçadas, ela priorizou a utilização das suas reservas para retomar o crescimento de novas folhas, no intuito de obter, dessa forma, recuperação mais eficiente do estresse (Tabela 5). Essas reservas advêm das raízes e do restante de caule que ficou após o corte, fazendo com que a biomassa dessas partes diminua para restabelecer o equilíbrio entre parte aérea e sistema radicular dessas plantas. Esse processo acumula energia na parte aérea até que haja excedente, o qual migra para a base da planta e para o seu sistema radicular, reabastecendo suas reservas (Machado, 2004).

No caso específico de *C. benghalensis*, o número de folhas totais diferiu do observado em relação a *B. pilosa*, pois não houve diferença entre uma ou duas roçadas dentro do fator planta daninha; contudo, esses valores foram inferiores aos observados nas plantas que não receberam a roçada.

Analisando três características (EST, DIAM e NF) e comparando 1R com SR, observa-se que o NF e EST das plantas de *C. benghalensis* foram afetados, porém o diâmetro permaneceu sem redução. Esses resultados indicam que pode não ter ocorrido rápida retranslocação de assimilados de reservas encontradas no caule e raiz para a formação de novas folhas, devido ao menor metabolismo dessas plantas, as quais são classificadas como perenes (Lorenzi, 2006). Outra possibilidade, é que, após a roçada, em vez da formação das folhas, seja priorizado o acúmulo de reservas no caule e nas estruturas de propagação, que se localizam abaixo da superfície do solo. Dias et al. (2005), avaliando a competição entre plantas de *C. benghalensis* e de café sob

condições de verão, observaram lento crescimento em 45 dias de convivência da parte aérea das plantas de *C. benghalensis*. Esses resultados reforçam a afirmação de que a recuperação da planta após o corte pode ser lenta, principalmente em relação ao início de formação de folhas e caule.

Além de se reproduzir também por meio de rizomas e da capacidade de emitir raízes e brotos nos nós do caule, *C. benghalensis* produz dois tipos de sementes: aéreas, oriundas de flores alogâmicas, e subterrâneas, oriundas de flores cleistogâmicas (Gonzalez & Haddad, 1995). Na Figura 3, verificam-se algumas das sementes oriundas de flores cleistogâmicas que são formadas a partir do desenvolvimento das plantas de *C. benghalensis*. Contudo, estes canais que se ligam a essas sementes subterrâneas são facilmente diferenciados das raízes comuns, por apresentarem maior calibre, coloração esbranquiçada e consistência mais tenra.



Figura 3 - Raízes de *C. benghalensis* – detalhe a direita das sementes subterrâneas. Viçosa-MG, 2010

Não foram obtidas diferenças para o número de folhas totais, comparando as duas plantas daninhas, quando se utilizou um ou dois cortes. Entretanto, quando não se realizou a roçada, *C. benghalensis* foi superior a *B. pilosa*, produzindo em média 92,33 folhas a mais (Tabela 5). A maior produção de folhas pode ser considerada vantagem para a magnitude fotossintética total da planta, pois, quanto maior a quantidade de folhas, teoricamente, maior a possibilidade de ganhos satisfatórios de matéria seca pela planta.

Torna-se necessário para *C. benghalensis*, devido a pouca capacidade de competição por luz, o que é uma compensação em relação às plantas de *B. pilosa*. Pode-se inferir que plantas suscetíveis a maior quantidade de sombra tendem a apresentar mecanismos que lhes conferem alta capacidade em aproveitar os recursos de produção que se encontra em baixa disponibilidade no ambiente – como é o caso da radiação fotossinteticamente ativa. As respostas fisiológicas e morfológicas das plantas à sombra são resumidas em alongação dos internódios, incremento na área foliar e altura de plantas, reorientação das folhas em favor de melhor captação de luz, mudanças nas concentrações de clorofilas e na fotossíntese, entre outras (Ballaré, et al., 1994; Casal et al., 1995; Smith, 2000; Maddonni et al., 2002; Rajcan et al., 2004).

Foi verificado que plantas de *B. pilosa*, quando receberam apenas uma roçada, apresentaram maior área foliar específica em relação aos demais manejos. No entanto, quando se realizaram duas roçadas, essas plantas não diferiram da planta sem roçada (Tabela 6). A utilização de duas roçadas nas plantas de *B. pilosa* proporcionou redução de 58,19% da AFE em comparação com as plantas que receberam uma roçada, o que possivelmente as torna fisiológicas e morfológicamente menos competitivas que as plantas de milho. É importante ressaltar que uma roçada na planta de *B. pilosa*, além de não ter sido suficiente para controlar essa espécie, proporcionou aumento da eficiência competitiva quando comparada com a planta sem roçada, ou seja, induziu o aumento de 71,11% da AFE em relação à planta sem o corte (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios da área foliar específica (AFE) e massa da matéria seca de sementes das plantas daninhas (MSS) (*B. pilosa* e *C. benghalensis*) nos diferentes manejos da roçada (1R - roçada da planta daninha no estágio de três folhas do milho; 2R - roçada da planta daninha no estágio de três e seis folhas do milho; e SR - sem roçada das plantas daninhas), no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

Manejo	AFE (cm ² g ⁻¹)		MSS (g)	
	<i>B. pilosa</i>	<i>C. benghalensis</i>	<i>B. pilosa</i>	<i>C. benghalensis</i>
1R	534,03 aA	314,10 bA	2,04 aB	1,50 aB
2R	223,29 aB	383,38 aA	0,00 aC	1,15aB
SR	312,10 aB	345,24 aA	10,39 aA	7,73 bA

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Comparando as duas plantas daninhas, a AFE de *B. pilosa* foi superior a *C. benghalensis* somente no tratamento em que as plantas receberam uma roçada, não apresentando diferença nos demais manejos. Com relação a esse resultado, verifica-se

que, quanto maior o estado de maturação dos tecidos das folhas, possivelmente menor será a área foliar específica das folhas. As plantas daninhas que não receberam o corte, visualmente, apresentaram tecidos mais maduros em relação às que receberam o corte.

À medida que avança a maturidade da planta, aumenta a proporção dos tecidos condutores e mecânicos nas folhas, provocando redução na área foliar específica (Pinto, 2003; Taiz & Zeiger, 2006). Benincasa (1988) afirma que um dos fatores ambientais que influenciam marcadamente a AFE é a intensidade de radiação. Rodrigues et al. (2006), avaliando características fisiológicas de plantas de *Cynodon* sp., verificaram que os valores obtidos da fração de biomassa alocada para as folhas têm influência direta na idade de rebrotação das plantas.

É provável que o efeito do rejuvenescimento dos tecidos das plantas causado pela roçadas, principalmente no que diz respeito ao crescimento de novas folhas, façam com que essas plantas sejam mais eficientes em restabelecer a sua área foliar com menor quantidade de biomassa investida por unidade de área, ou seja, o pouco das reservas de carboidratos não estruturais que restaram após o corte, localizados nas raízes, caule e folhas remanescentes, será eficientemente utilizado no aumento da área foliar, em razão de menor gasto de biomassa (Taiz & Zeiger, 2006).

Na avaliação da massa seca de sementes coletadas durante o ciclo da planta daninha até a data do florescimento das plantas do milho, observou-se significância para a interação entre as diferentes formas de manejo e de plantas daninhas (Tabela 6).

Quanto às médias de produção de sementes de plantas de *B. pilosa* nos diferentes manejos, a do tratamento SR foi superior em relação às demais. Quando se realizou uma roçada (1R), o resultado foi superior ao da época 2R, apresentando esta última o melhor resultado em termos de controle da disseminação dessa espécie daninha especificamente, chegando a ponto de não ocorrer a produção de sementes neste tratamento, ou seja, redução de 100% em relação ao tratamento de melhor desempenho (SR).

Segundo Wortman et al. (2010), o manejo de plantas daninhas em cultivos orgânicos é fortemente dependente do controle mecânico. As táticas de manejo da cultura (rotação de culturas, cultivo de cobertura, culturas intercalares, entre outras), se utilizadas em conjunto, podem ser viáveis a ponto de potencializar o uso de controle mecânico de plantas daninhas, no intuito de reduzir o banco de sementes dessas plantas nos cultivos orgânicos. Em trabalho realizado no Zimbábue por Mashingaidze et al. (2009), no intuito de reduzir a biomassa e produção de sementes de plantas daninhas e

aumentar a produtividade do milho, pôde-se verificar que a capina foi mais eficaz em reduzir a produção de sementes de plantas daninhas nas entrelinhas do que o manejo do espaçamento. Contudo, estes autores observaram que os espaçamentos mais estreitos entre linhas reduziram a demanda por capina e aumentaram a colheita do milho.

A utilização de uma roçada na planta de *B. pilosa* no estágio de três folhas completamente desenvolvidas do milho reduziu cerca de 80,37% das sementes produzidas durante os três meses de cultivo. Se, porventura, fossem mantidos esses valores, haveria uma provável diminuição significativa da reposição dessas sementes para o solo e, assim, evitar-se-ia o aumento da infestação (Karam et al., 2006) nas áreas de cultivo.

No entanto, analisando a massa seca das sementes de *C. benghalensis* nos diferentes manejos da roçada, verificou-se que os tratamentos 1R e 2R foram semelhantes entre si e inferiores ao tratamento sem roçada. Esses resultados comprovam que, mesmo utilizando duas roçadas como método de controle, houve produção de sementes aéreas, embora tenha observado neste tratamento redução significativa de 85,12% em relação ao tratamento sem controle (Tabela 6).

Não houve diferenças em relação aos tratamentos 1R e 2R quando se compararam as plantas daninhas entre si, sendo observadas diferenças somente na época de corte SR, na qual a planta de *B. pilosa* apresentou maior matéria seca de sementes do que *C. benghalensis*.

Devido à retirada da parte aérea da planta pela roçada, considera-se que os diferentes tratamentos da época de corte (1R, 2R e SR) apresentavam a mesma idade cronológica, porém não estavam na mesma idade morfológica. Nesse caso, a planta tende a alocar biomassa de maneira a restabelecer o equilíbrio existente antes da realização da poda. Ou seja, com a roçada na parte aérea (PA), a tendência após o corte é de que mais biomassa seja alocada para a PA, no intuito de restabelecer o equilíbrio entre PA e SR (Taiz & Zeiger, 2006). Essa recuperação das partes afetadas tem um custo metabólico para a planta; esta, que normalmente deveria estar com maior quantidade de folhas ativas para posterior produção de sementes, torna-se obrigada a gastar suas reservas na recuperação da parte aérea (folhas e caule), que foi destruída pela roçada (Schnyder & De Visser, 1999).

Em trabalho realizado com dinâmica populacional de plantas daninhas no cultivo de milho-verde nos sistemas de produção orgânico e tradicional, Vaz de Melo et al. (2007) verificaram que, entre as espécies daninhas, *B. pilosa* foi a que obteve

maior importância relativa; além disso, essa espécie mostrou-se com alta capacidade de rebrota após a roçada adotada no sistema orgânico. No presente trabalho também foi observada a capacidade de rebrota dessas plantas; entretanto, no tratamento com duas roçadas, além de a espécie não ter produzido sementes, até a época do florescimento do milho foi contabilizada por unidade experimental, em média, a morte de três plantas daninhas, sendo provável que a época e o intervalo da roçada tenham sido fator fundamental nesse contexto.

A precocidade dessa operação e a altura de corte dessas plantas no campo poderão possivelmente reduzir de forma significativa a força de rebrota dessa espécie, causando o esgotamento das reservas e até a morte dessas plantas (Fleck, 1992).

O ferimento mecânico causa, geralmente, aumento localizado da atividade mitótica das células, ou alteração no padrão de crescimento, para possibilitar a cobertura da ferida com novas células. Alternativamente, um novo tecido cicatricial pode ser formado após a injúria física, evitando o dessecamento dos tecidos e tornando-os impenetráveis ao ataque de fungos (Galston, 1972). A recuperação da planta na rebrota está relacionada à quantidade de carboidratos de reserva e à parte foliar que não foi cortada, que atuam na formação de novos tecidos. No entanto, essa demanda pelos carboidratos de reserva é restrita aos primeiros dias de rebrota, ou seja, de recuperação das plantas, até que haja expansão de novas folhas (Schnyder & De Visser, 1999; Guideli et al., 2000). Segundo Karam et al. (2006), as plantas daninhas que se desenvolvem no meio da lavoura do milho após o período crítico de competição não acarretam perdas na produção.

Analisando o desdobramento da interação entre planta daninha e formas de controle (Tabela 6) para as variáveis razão de massa caulinar (RMC) e razão de massa de sementes (RMS) das plantas daninhas, observa-se que somente *B. pilosa* diferiu quando se avaliam as diferentes formas de manejo. Os tratamentos 1R e SR foram iguais e superiores ao tratamento 2R, para ambas as características (RMC e RMS). Houve diferença entre as plantas daninhas para o manejo 2R (duas roçadas), ou seja, as plantas de *C. benghalensis* não foram influenciadas pelas roçadas, apresentando maiores valores para essas duas características.



(1A)



(1B)



(2A)



(2B)

Figura 4 - Plantas de *B. pilosa* (A) e de *C. benghalensis* (B). 1 - após a roçada das plantas; e 2 - rebrota das plantas daninhas na época em que o milho apresentava cinco folhas totalmente expandidas. Viçosa-MG, 2010.

CONCLUSÕES

O controle mais eficiente de *B. pilosa* e de *C. benghalensis* foi obtido com a utilização de duas roçadas, sendo uma no estágio de três folhas e a outra no estágio de seis folhas completamente expandidas do milho.

A realização das roçadas das plantas de *B. pilosa* na terceira folha e sexta folha completamente expandida do milho aos 14 e 25 DAE, respectivamente, reduz a produção de sementes dessa espécie, diminuindo a reinfestação da área de cultivo.

C. benghalensis apresentou maior capacidade de recuperação após a segunda roçada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNS, K. **Controle mecânico de plantas daninhas na cultura da soja em sistema de semeadura direta**. 119 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, RS, 2007.

BALLARE´, C.L.; SCOPEL, A. L.; JORDAN, E. T.; VIERSTRA, R. D. Signaling among neighboring plants and the development of size inequalities in plant populations. **Proceedings of the National Academy of Science USA** **91**, 1994. p. 10094-10098.

BECKETT, T. H.; STOLLER, E. W.; WAX, L. M. Interference of four annual weeds in corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 36, n. 4, p. 764-769, 1988.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**, Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BOLZA, R. C.; OLIVER, L. R. Competitive mechanisms of common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and soybean (*Glycine max*) during seedling growth. **Weed Science**, v. 38, n. 4-5, p. 344-350, 1990.

CARMONA, R.; BÔAS, H. D. C. V. Dinâmica de sementes de *Bidens pilosa* no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 457-463, 2001.

CASAL J. J.; SANCHEZ, R. A.; PAGANELLI-BLAU, A. R.; IZAGUIRRE, M. Phytochrome effects on stem carbon gain in lightgrown mustard seedlings are not simply the result of stem extension-growth responses. **Physiologia Plantarum**, v. 94, p. 187-196, 1995.

COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; RODRIGUES, A. C. P.; MARTINS, D. Períodos de interferência de uma comunidade de plantas daninhas na cultura da batata. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 83-91, 2008.

CHIOVATO, M. G.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANÉTTI, A.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; RODRIGUES, O. L.; BORBA, A. N. Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. **Planta Daninha**, v. 25 n. 2, p. 277-283, 2007.

DEFELICE, M. Critical period of weed interference in corn and proper timing of herbicide programs. 2001 Disponível em: <http://www.pioneer.com/usa/crop_management/national/timing_cornherb.html> Acesso em: 2 set. 2009.

DIAS, T. C. S.; ALVES, P. L. C. A.; LEMES, L. N. Períodos de interferência de *Commelina benghalensis* na cultura do café recém-plantada. **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 397-404, 2005.

FONTANÉTTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C.; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 127-136, 2006.

FLECK, N. G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 70 p.

GALSTON, A. W. **Mecanismos de controle no desenvolvimento vegetal**. São Paulo: Edgar Blucher, 1972.

GONZALEZ, C. B.; HADDAD, C. R. B. Efeito da luz e temperatura na floração e germinação de sementes de *Commelina benghalensis* L. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 38, n. 2, p. 651-659, 1995.

GUIDELI, C., FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B. Produção e qualidade do milho semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 10, 2000.

HALL, M. R.; SWANTON, C. J.; ANDERSON, G. W. The critical period of weed control in grain corn. **Weed Science**, v. 40, p. 441-447, 1992.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. Plantas Daninhas na Cultura do Milho. Embrapa, Sete Lagoas, 2006. (Circular Técnica, 79)

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6.ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2006. 137 p.

MACHADO, P. C. L. **Patoreio Racional Voisin**. Tecnologia agroecológica para o terceiro milênio. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2004.

MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E.; ANDRIEU, B.; CHELLE, M.; CASAL, J. J. Maize leaves turn away from neighbors. **Plant Physiology**, v. 130, p. 1181-1189, 2002.

MARTIN, M. P. L. D.; SNAYDON, R. W. Root and shoot interactions between barley and Field beans when intercropped. **Journal of Applied Ecology**, v. 19, n. 1, p. 263-272, 1982.

MASHINGAIDZE, A.; VAN DER WERF, W.; LOTZ, L.; CHIPOMHO, J.; KROPFF, M. Narrow rows reduce biomass and seed production of weeds and increase maize yield. **Annals of Applied Biology**, v. 155, p. 207-218, 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1744-7348.2009.00331.x/abstract>> Acesso em: 15 out. 2010.

PASQUALETTO, A; COSTA, L. M.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, C. S. Ocorrência de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sucessão a culturas de safrinha no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 31, n. 2, p. 133-138, 2001.

PEREIRA, L. C.; FONTANETTI, A.; SILVA, F.; BARRELLA, T. P.; MOREIRA, G. M. Competitividade do milho com plantas espontâneas em sistema de plantio direto orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

PINTO, J. C. **Crescimento e desenvolvimento de *Andropogon gayanus* Kunt, *Panicum maximum* Jacq. e *Setaria anceps* Stapf ex Massey cultivadas em vasos, sob diferentes doses de nitrogênio.** 1993. 149 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

QUEIROZ, L. R.; GALVÃO, J. C. C.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, M. F.; TARDIM, F. D. Supressão de plantas daninhas e produção de milho verde orgânico em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 263-270, 2010.

RAJCAN, I.; CHANDLERK, S.; WANTON, C. J. Red-far-red ratio of reflected light: a hypothesis of why early-season weed control is important in corn. **Weed Science**, v. 52, p. 774-778, 2004.

RAMOS, L. R. M.; PITELLI, R. A. Efeitos de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 10, p. 1523-1531, 1994.

RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; CARDOSO, L. A.; CAMPOS, C. F.; MARTINS, D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 23-31, 2010.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D.; REIS, R. A.; SOARES FILHO, C. V. **Avaliação de características fisiológicas de cinco cultivares de *Cynodon*.** v. 28, n. 3, p. 245-250, 2006.

SILVA, A. A.; VARGAS, L.; WERLANG, R. C. Manejo de plantas daninhas na cultura do Milho. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. (Eds.). **Tecnologias de produção do milho**, Viçosa, UFV, 2004. p. 269-310.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Métodos de controle de Plantas Daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**, Viçosa, UFV, 2007a.

SOUZA, F. H. D.; ALVES, E.; FUSHITA, A. T. **Trapoeraba: problema para produção e comercialização de sementes de capim.** São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. (Comunicado Técnico 48)

SCHNYDER, H.; DE VISSER, R. Fluxes of reserve-derived and currently assimilated carbon and nitrogen in perennial ryegrass recovering from defoliation. The regrowing tiller and its component functionally distinct zones. **Plant Physiology**, v. 119, p. 1423-1435, 1999.

SMITH, H. Phytochromes and light signal perception by plants – an emerging synthesis. **Nature**, v. 407, p. 585-591, 2000.

STONE, M. J.; CRALLE, H. T.; CHANDLER, J. M. Above and belowground interference of wheat (*Triticum aestivum*) by Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). **Weed Science**, v. 46, n. 3, p. 438-441, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer, 2006, 705 p.

VAZ DE MELO, A; GALVÃO, J. C. C.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, I. C.; SOUZA, L. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 521-527, 2007.

VIDAL, R. A.; SPADER, V.; FLECK, N.G.; MEROTTO Jr., A. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 63-69, 2004.

ZONTA, E.; BRASIL, F. C.; GOI, S. E.; ROSA, M. M. T. Sistema radicular e suas interações com o ambiente edáfico. In: **Nutrição Mineral de Plantas**, Viçosa, MG: SBCS, 2006. 432 p.

WILLIAMSON, L. C.; RIBRIOUX, S. P. C. P.; FITTER, A.H.; LEYSER, H. M. O. Phosphate Availability Regulates Root System Architecture in *Arabidopsis* **Plant Physiology**, v. 26, p. 875-882, 2001.

WILSON, J. M.; CLOWES, M. S. J.; ALLISON, J. C. S. Growth and yield of maize at different altitudes in Rhodesia. **Annals of Applied Biology**, v. 73, p. 77-84, 1973.

WORTMAN, S. E.; LINDQUIST, J. L.; HAAR M. J.; FRANCIS, C. A. **Increased weed diversity, density and above-ground biomass in long-term organic crop rotations** Renewable Agriculture and Food Systems. 2010. p. 1- 15.

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS E MORFOLÓGICAS DE PLANTAS DE MILHO EM COMPETIÇÃO COM *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis* SUBMETIDAS A ROÇADA

RESUMO

A roçagem é um método eficiente de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos de produção. Todavia, são necessários estudos para a fundamentação teórica dessa prática, visando definir os efeitos fisiológicos do uso desse manejo para melhor eficiência desse processo. Avaliou-se a eficiência do uso de roçadas no controle de *B. pilosa* e *C. benghalensis* por meio de características morfológicas e fisiológicas do milho. O experimento foi realizado em casa de vegetação no ano 2009/2010, no delineamento em blocos casualizados com três repetições, sendo as características morfológicas {a razão parte aérea/ sistema radicular (PA/SR), razão de massa foliar (RMF), razão de massa caulinar (RMC) e razão de massa radicular (RMR)} foram obtidas em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, em que o primeiro fator foi constituído pelas plantas daninhas e o segundo fator relacionado ao manejo da roçada; o tratamento adicional consistiu no cultivo de milho sem plantas daninhas. As características fisiológicas {razão carbono interno e carbono externo (Ci/Ca - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), CO_2 consumido (ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E - $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs - $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e eficiência do uso da água (EUA)} foram obtidas em parcela subdividida sendo realizadas quatro avaliações no decorrer do ciclo do milho (1^a - Antes da primeira roçada (V3); 2^a - após a primeira roçada (V6); 3^a - após a segunda roçada (V9); e 4^a - plantas de milho no estágio de florescimento) por meio do Infra Red Gas Analyzer. Duas roçadas reduziram a interferência das plantas daninhas *B. pilosa* e *C. benghalensis* nas características morfológicas do milho. A roçagem não influenciou os aspectos fisiológicos nas plantas de milho (A, gs, razão Ci/Ca, ΔC , E e EUA) em competição com as plantas daninhas. A *C. benghalensis* causou maior interferência nas características fisiológicas do milho; reduzindo a fotossíntese e a transpiração. A espécie *B. pilosa* quando não roçada, apresentou maior capacidade de interferência na morfologia do milho (PA/SR, RMF e RMR).

Palavras-chave: planta daninha e sistema plantio direto orgânico.

PHYSIOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CORN PLANTS IN COMPETITION WITH *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis* SUBMITTED TO CLEARINGS

ABSTRACT

Clearing is an efficient method of controlling weeds in organic production systems. However, studies are necessary for theoretical substantiation of this practice, aiming to define physiological effects of this handling use for a better process efficiency. The efficiency of the use of clearings on the control of *B. pilosa* and *C. benghalensis* by means of corn morphological and physiological was evaluated. The experiment was performed in greenhouses in 2009/2010, in design with casualized blocks with three repetitions, having morphological characteristics (aerial part/radicular system rate - PA/SR; foliar mass rate - RMF; stalk mass rate - RMC; and radicular mass rate - RMR) being obtained in factorial scheme 2 x 3 + 1, on which the first factor refers to weeds and the second factor refers to clearings handling; the additional treatment consisted on the corn cultivation without weeds. The physiological characteristics (internal carbon and external carbon rate ($C_i - C_a - \mu\text{mol mol}^{-1}$); CO_2 consumed ($\Delta C \mu\text{mol mol}^{-1}$); photosynthetic rate ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); transpiration ($E - \text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); stomatal conductance ($g_s - \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); and efficiency of water use (USA)) were obtained in a subdivided parcel, with four evaluations being performed throughout the corn cycle (1st - before the first clearing (V3); 2nd - after the first clearing (V6); and 3rd - after the second clearing (V9); and 4th - corn plants on florescence stage), by means of *Infra Red Gas Analyzer*. Two clearings reduced the interference of *B. pilosa* and *C. benghalensis* weeds on corn morphological characteristics. The clearing did not influence the physiological aspects on corn plants (A , g_s , C_i/C_a rate, ΔC , E and USA) in competition with weeds. *C. benghalensis* caused bigger interference on physiological characteristics of corn, reducing photosynthesis and transpiration. *B. pilosa* species, when not cleared, presented a bigger capacity of interference on the corn morphology (PA/SR, RMF and RMR).

Keywords: weeds and organic direct planting system.

INTRODUÇÃO

Pesquisas têm sido realizadas com intuito de aperfeiçoar as técnicas de cultivo para sistemas orgânicos de produção. Um dos maiores desafios para esse tipo de sistema está no manejo de plantas daninhas principalmente no sistema de plantio direto sem a utilização de herbicidas. Como método alternativo, utiliza-se a roçagem para controle de plantas daninhas.

Avaliando os diferentes métodos de controle de plantas daninhas no plantio de milho, Darolt & Skora Neto (2003) observaram que é possível alcançar produtividade acima de 6.500 kg de grãos de milho por hectare utilizando como método de controle duas roçagens. Estudos confirmaram que esse método apresenta nível intermediário de mão de obra, ou seja, é mais viável economicamente que o uso de uma capina e um pouco mais oneroso que o uso de herbicida. Diversos autores (Fontanétti et al., 2006; Vaz de Melo et al., 2007; Chiovato et al., 2007), com o sistema de plantio direto orgânico do milho, observaram que, com o passar dos anos as plantas daninhas se alternavam na área e algumas espécies que apresentavam propagação vegetativa e rebrota dominavam aquelas que eram mais desfavorecidas pela prática da roçagem.

Fontanétti (2008), avaliando a fitossociologia de plantas daninhas nesse tipo de sistema, verificou que entre as espécies de plantas daninhas com maior importância estavam: *Cyperus rotundus*, *Artemisia verlotorum*, *Cynodon dactylon*, *Commelina benghalensis* e *Bidens pilosa*. O estudo da interação e competição entre a cultura explorada e as plantas daninhas é de suma importância para diagnosticar a eficiência da roçagem, em razão do risco de rebrota e elevação da população de plantas que se reproduzem vegetativamente, reduzindo a produtividade da cultura.

Esses trabalhos avaliaram somente o ganho de biomassa de plantas e dos grãos, sem, no entanto, obter respostas morfofisiológicas relacionadas ao comportamento das plantas de milho após o uso das roçagens das plantas daninhas. Torna-se necessário acrescentar tecnologias e conhecimento em nível específico das relações que ocorrem na competição das plantas daninhas com a cultura do milho. Os trabalhos dessa natureza, testando o comportamento fisiológico das espécies consideradas de grande importância no sistema de cultivo orgânico, são escassos. Essa prática agregaria informações benéficas no intuito de desenvolver processos eficazes no manejo das plantas daninhas em sistema de plantio orgânico, que possam ser viáveis e adotados em larga escala pelos agricultores.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar, em casa de vegetação, a eficiência do uso de roçadas de *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis* na redução dos efeitos da interferência nas características morfológicas e fisiológicas do milho, visando encontrar alternativas de manejo para o sistema plantio direto orgânico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, no ano agrícola 2009/2010. O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados, com três repetições, onde foram utilizadas duas espécies de plantas daninhas: picão-preto (*Bidens pilosa*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*), bem como três manejos de roçadas das plantas daninhas (roçada no estágio de três folhas do milho, roçada no estágio de três e seis folhas do milho e milho sem controle das plantas daninhas).

O milho da variedade de polinização aberta UFVM 100 Nativo foi semeado seis dias após *C. benghalensis* e dois dias após *B. pilosa*, visando à emergência simultânea do milho e das plantas daninhas. Esse período foi definido em experimento preliminar, utilizando o mesmo solo.

A parcela experimental foi composta por um vaso com capacidade de 20 litros e altura de 40 cm. O substrato para enchimento dos vasos foi composto por Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) de textura argiloarenosa (52% de areia, 10% de silte e 38% de argila), coletado em barranco, para que fosse minimizada a presença de sementes advindas do banco de sementes do solo. Na Tabela 1 são apresentadas as características químicas do solo. Antes do enchimento dos vasos, o solo foi seco ao ar, destorroado, passado em peneira com mesh de 20 mm e adubado com dose equivalente a 40 m³ ha⁻¹ de composto orgânico (Tabela 2) e 0,035 kg por vaso de P₂O₅ na forma de termofosfato magnésiano, conforme recomendação (Chiovato et al., 2007).

Tabela 1 – Resultados das análises químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento. Viçosa-MG, 2010

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+AL	SB	CTC (t)	CTC (T)	V
	(mg dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)						(%)	
5,4	1,7	73	3,3	1,1	0	3,63	4,59	4,59	8,22	56

As determinações químicas foram efetuadas conforme Embrapa (1997); pH em água na proporção de 1: 2,5 para solo: água; Ca, Mg e Al = extrator KCl 1N; P e K = extrator Mehlich-1; e acidez extraível H+Al = extrator SMP.

Tabela 2 - Características químicas do composto orgânico com base na matéria seca utilizado no experimento. Viçosa-MG, 2010

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)				
16,3	4,25	2,53	9,25	3,75	2,06	10,12	34,54	364,5	265,52	74,1

As determinações foram efetuadas de acordo com o método descrito por Kiehl (1985) e umidade de 13%.

Inicialmente, foram semeadas 10 sementes de planta daninha e duas sementes de milho por vaso. Ao completar cinco dias da emergência das plantas de milho foi realizado o desbaste, deixando-se seis plantas daninhas e uma planta de milho por vaso, ou seja, em cada vaso foi cultivada uma planta de milho em competição ou não com seis plantas de *B. pilosa* ou de *C. benghalensis*. Durante a condução do experimento os vasos foram irrigados diariamente por gotejamento, a fim de manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo.

O período de interferência no mesmo vaso entre a planta de milho e as espécies daninhas foi da emergência destas plantas até o florescimento das plantas de milho, que ocorreu aos 58 DAE. As roçadas das plantas daninhas foram feitas com auxílio de uma tesoura de aço, sendo a primeira realizada quando as plantas de milho se encontravam no estágio fonológico de três folhas completamente expandidas (aos 15 DAE), e a segunda, no momento em que as plantas de milho apresentavam seis folhas completamente expandidas (aos 25 DAE). Essas roçadas foram realizadas a uma altura de corte semelhante à utilizada no campo com roçadeiras: 4 a 5 cm do solo. Durante a condução do experimento na casa de vegetação foram registradas as temperaturas máximas e mínimas (Figura 1), aferidas sempre no final da tarde.

Avaliações fisiológicas

Para os dados fisiológicos, utilizou-se o esquema de parcela subdividida, em que a parcela foi representada pelo tratamento (plantas daninhas e roçadas) e a subparcela (época de avaliação), descrita a seguir:

- 1 - Antes da primeira roçada de plantas daninhas, quando as plantas de milho estavam com três folhas completamente expandidas (V3 – 14 DAE).
- 2 - Depois da primeira roçada, quando as plantas de milho apresentavam seis folhas completamente expandidas (V6 – 25 DAE).

- 3 - Depois da segunda roçada e antes do florescimento, quando as plantas de milho se encontravam com oito para nove folhas (V9 – 35 DAE).
- 4 - Quando as plantas de milho se apresentavam no estágio de florescimento, ou seja, 50% das plantas com estilo-estigmas visíveis (presença de cabelos na espiga - R1 – 58 DAE).

As análises fisiológicas foram realizadas com equipamento portátil IRGA *Infrared Gas Analyser*, LI-6400 (LI-COR), que mede a concentração de CO₂ e de vapor de água, bem como a taxa de fluxo de gases pelos estômatos ($U - \mu\text{mol s}^{-1}$) por radiação infravermelha, em folhas totalmente expandidas e na ausência de qualquer anormalidade visual.

As coletas de dados foram realizadas a partir das 7h30 às 10h da manhã em todas as épocas avaliadas, sendo necessário esse intervalo para que a diferença de temperatura e umidade não interferisse de forma significativa nos dados; o horário na parte da manhã foi devidamente escolhido, para que fossem obtidos valores que expressassem o potencial fotossintético das plantas, justificado pelas condições favoráveis nesta parte do dia. As avaliações foram realizadas para cada espécie dentro de cada bloco por vez, avaliando-se sequencialmente todos os tratamentos, para que as condições climáticas fossem semelhantes.

Devido à época de altas variações de luz proporcionadas pela nebulosidade em que foi desenvolvido o experimento, optou-se por utilizar nas avaliações a luz artificial, pelo módulo de luz acoplado. Utilizou-se o fator de luminosidade para medição das plantas de milho de $1.000 \mu\text{moles de f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

As características obtidas com o IRGA foram as seguintes:

- a) Taxa fotossintética ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).
- b) Transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).
- c) Condutância estomática ($g_s - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).
- d) Carbono consumido ($\Delta C - \mu\text{mol CO}_2 \text{ s}^{-1}$) a partir do CO₂ de referência e o CO₂ na câmara de avaliação.
- e) Relação Ci/Ca - concentração intercelular de CO₂ no mesofilo sobre a concentração de CO₂ externa atual ($\mu\text{mol CO}_2$).
- f) Eficiência do uso da água (EUA) – CO₂ fixado na fotossíntese / H₂O transpirada via estômatos ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Características morfológicas

Os dados foram obtidos em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$. O primeiro fator foi constituído pelas plantas daninhas picão-preto (*Bidens pilosa*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*), e o segundo, por três manejos de roçadas das plantas daninhas (roçada no estágio de três folhas do milho, roçada no estágio de três e seis folhas do milho e milho sem controle das plantas daninhas). O tratamento adicional (testemunha) consistiu no cultivo do milho livre da interferência das plantas daninhas.

Ao final do experimento (58 DAE), retirou-se a parte aérea das plantas de milho, separando-as em folhas, órgãos reprodutivos (primórdio de espiga e pendão) e colmo. Foi retirado o solo juntamente com as raízes, e assim iniciado o processo de lavagem por meio de água; lavou-se repetidamente em baldes, até a total retirada do solo aderido às raízes. Assim, ao término do processo, foram obtidas as fotos comparativas entre os tratamentos. Foi utilizada uma caneta esferográfica ao lado das fotos (graduada em 15 cm), auxiliando nas comparações entre as raízes. Foram tiradas fotografias dos sistemas radiculares com uma câmera digital Sony Cyber-Shot 7.2 Mp, optical zoom 3x.

Logo em seguida, cada parte da planta (folhas, órgãos reprodutivos, colmo e raízes) foi colocada separadamente em sacos de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até atingirem peso constante, para determinação da matéria seca.

Por meio da análise de crescimento (Benincasa, 1988), foram obtidos os seguintes índices:

- Razão de massa foliar (RMF) em $g\ g^{-1}$, obtida pelo quociente entre a matéria seca de folhas e a matéria seca total.
- Razão de massa caulinar (RMC), obtida pelo quociente entre a matéria seca do caule e a matéria seca total.
- Razão de massa radicular (RMR), obtida pelo quociente entre a matéria seca radicular e a matéria seca total.
- Razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR) em $g\ g^{-1}$, obtida a partir da soma da matéria seca da parte aérea da planta (folha + caule + órgãos reprodutivos) dividida pela matéria seca do sistema radicular (raiz).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelos testes de Tukey e Dunnett a 5% de significância (SAEG, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

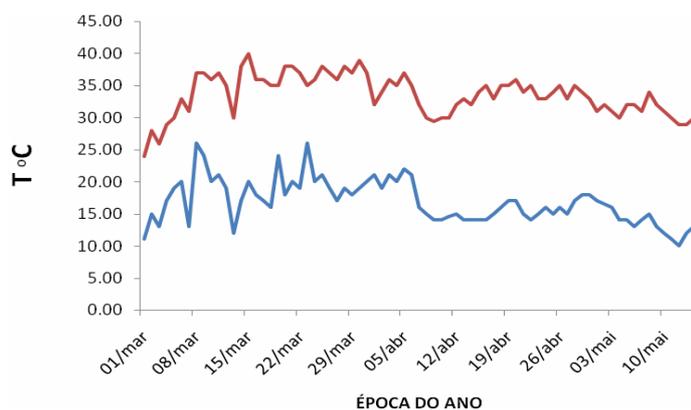


Figura 1 - Temperaturas máximas e mínimas obtidas diariamente dentro da casa de vegetação durante o experimento em Viçosa-MG, no ano de 2010.

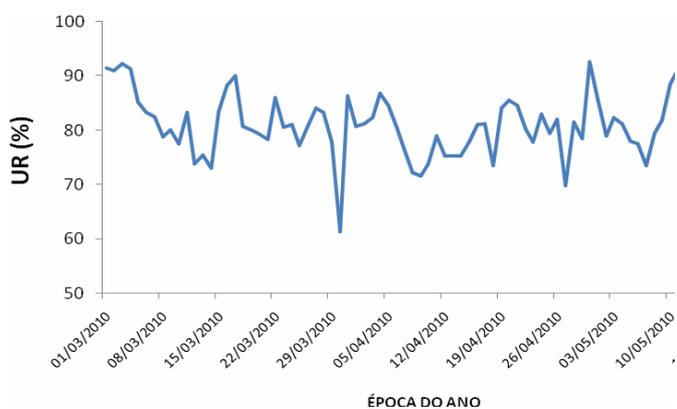


Figura 2 - Umidade relativa média do ar obtida diariamente dentro da casa de vegetação durante o experimento em Viçosa-MG, no ano de 2010.

O resumo da análise de variância para os parâmetros fisiológicos, como temperatura foliar (T_{leaf}), taxa transpiratória (E), condutância estomática (g_s), taxa de fotossíntese líquida (A), relação do carbono na câmara subestomática e carbono externo (C_i/C_a), carbono consumido (ΔC) e eficiência do uso da água (EUA), indica que houve significância para o fator época (EP).

Houve significância do fator tratamento (TRAT) para temperatura foliar (Tleaf), taxa transpiratória (E), taxa de fotossíntese líquida (A), carbono consumido (ΔC) e eficiência do uso da água (EUA). Entretanto, não houve significância para a interação tratamento versus época (TRAT x EP) nas variáveis avaliadas nas plantas de milho, fazendo com que os fatores fossem estudados isoladamente. Para todas as características avaliadas nas épocas, não houve efeito da roçagem das plantas daninhas no potencial fisiológico das plantas de milho.

A condutância estomática (gs) das plantas de milho diferiu nas distintas épocas avaliadas. Na primeira época de avaliação, que antecede a primeira roçada, a gs foi superior em relação às demais épocas. Possivelmente, nesta época, a competição por água ainda não havia se estabelecido em maior magnitude pelos sistemas radiculares das plantas de milho com as plantas daninhas, que em última análise proporcionou maior disponibilidade de água no solo. De acordo com Bianchi et al. (2007), a condutância foliar do milho tem relação direta com o nível de disponibilidade de água no solo, independentemente do sistema de manejo nele adotado.

Tabela 3 - Valores médios de temperatura foliar (T Leaf), taxa transpiratória (E), condutância estomática (gs), taxa de fotossíntese (A), razão do carbono interno da camara subestomática e o carbono externo (Ci/Ca), carbono consumido (ΔC) e eficiência do uso da água (EUA) das plantas de milho, dentro das diferentes épocas. Viçosa-MG, 2010

Época	T Leaf	E	gs	A	Ci/Ca	ΔC	EUA
	(T °C)	(mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	(mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	(μ mol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	mol (CO ₂)	(μ mol CO ₂)	(mol CO ₂ /mol H ₂ O)
1	30,8 c	3,84 b	0,69 a	44,42 b	0,336 ab	130,42 b	11,52 b
2	32,1 bc	3,88 b	0,39 b	42,59 b	0,342 a	125,03 b	10,99 b
3	38,8 a	4,96 a	0,26 c	44,35 b	0,337 ab	130,28 b	8,83 b
4	33,6 b	3,72 b	0,28 c	56,34 a	0,315 b	165,29a	15,31

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna, para cada variável, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Épocas: 1 - 15/3/2010 (antes da 1ª roçada); 2 - 25/3/2010 (após a 1ª roçada); 3 - 5/4/2010 (após a 2ª roçada); e 4 - 26/4/2010 (pleno florescimento).

Na época 2, após a primeira roçada, houve redução da gs em relação à realizada antes da primeira roçada. Entretanto, na época 2, ela foi maior que nas épocas 3 (após a segunda roçada) e 4 (florescimento), que por último não diferiram entre si.

Analisando as Figuras 1 e 2, verifica-se que as medições das duas últimas épocas de avaliação (3 e 4) coincidiram com dias em que ocorreram quedas da umidade relativa do ar, e, ao mesmo tempo, as temperaturas máximas mantiveram relativamente

altas. A partir das variações climáticas, pressupõe-se que haja resposta fisiológica das plantas no sentido de diminuir a abertura estomática induzida por esse fator. Segundo Costa & Marengo (2007), a condutância estomática responde simultaneamente a um conjunto de fatores que interagem de forma coordenada, mas altamente complexa.

Alguns fatores favorecem diretamente a abertura estomática, como a baixa concentração de CO₂ e a alta irradiância. Contudo, outras condições ligadas ao ambiente podem, em última análise, levar ao fechamento estomático, como, por exemplo, a baixa umidade e a transpiração excessiva, que proporcionam a diminuição no potencial hídrico foliar (Hsiao, 1973; Marengo et al., 2006; Flexas et al., 2006). Felseburgh (2009) constatou que a condutância estomática decresceu com o aumento da temperatura, o que pode ter resultado na limitação do processo fotossintético das plantas.

Outra possível explicação para esse resultado é a maior magnitude da competição entre as plantas de milho e as plantas daninhas nestas épocas (3 e 4). É provável que os estômatos apresentassem menor abertura, causada pela menor disponibilidade de água no solo (David et al., 2002; Ruta et al., 2010). Isso se deve possivelmente a aumentos relativos da absorção radicular de plantas daninhas em competição com a cultura, principalmente *B. pilosa*, que é conhecida por ser altamente eficiente na absorção de água e nutrientes do solo (Procópio et al., 2004), tendendo a desfavorecer a absorção de água pelas raízes do milho, deixando assim de suprir as perdas por transpiração da parte aérea.

A variável avaliada Tleaf (temperatura foliar) foi diferente entre as épocas avaliadas. A temperatura foliar da época 3 foi superior à das demais, seguidas pelas épocas 4 e 2 e, por fim, da época 1 (Tabela 3). Para que possa controlar a temperatura em nível de folha, a planta possui alguns artifícios que lhe conferem a manutenção desse fator em níveis adequados para que não interfira de forma negativa no seu metabolismo. Entre eles está a perda de calor latente, que é o fluxo de calor que acompanha a transformação isotérmica da água do estado líquido para vapor (Taiz & Zeiger, 2006), o qual pode ser controlado pelo fechamento e pela abertura estomática.

O aumento de temperatura na época 3 pode estar relacionado diretamente com a baixa umidade do ar apresentada no dia da avaliação, favorecendo maior aquecimento da folha devido à maior demanda evaporativa da atmosfera (maior déficit de pressão de vapor - DPV). Verifica-se que, após a segunda roçada, houve aumento expressivo da transpiração (E), de 3,88 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ na época 2 para 4,96 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ na

época 3. Mesmo com menor g_s nesta época em relação às épocas 1 e 2, foi verificado maior E (Tabela 3). Possivelmente, o aumento da temperatura foliar nessa época explica esse comportamento; houve maior transpiração como forma de controlar a alta temperatura foliar.

Na época 3 após a segunda roçada, foi possível observar a diminuição da umidade relativa do ar, o que pode ter causado uma possível redução do microclima próximo às folhas, induzindo, em último caso, maior E . De acordo com Pilau et al. (2007), os maiores valores de transpiração obtidos em plantas de feijão, em seu trabalho, podem ser explicados não só pelos diferentes genótipos utilizados em seus estudos, mas principalmente pelas diferenças em temperatura do ar e aumento na DPV.

Para manutenção da taxa de fotossíntese com a redução da abertura estomática, tem-se a necessidade de maior eficiência em consumir o carbono que se encontra internamente ao mesofilo foliar (ΔC) e, assim, diminuir a razão C_i/C_a . Entretanto, não foi verificado na época 3 maior compensação no que se refere à redução da razão C_i/C_a e/ou ao aumento do ΔC .

Todavia, ainda que observada essa redução significativa da condutância estomática na época 3, não houve decréscimos na taxa fotossintética em relação às épocas 1 e 2, possivelmente em razão da própria eficiência de fixação do carbono pelas plantas C_4 . Mesmo com o aumento da limitação estomática e diminuição das concentrações de CO_2 , a enzima fosfoenolpiruvato carboxilase (PEP) (Taiz & Zeiger, 2006) atua eficientemente em baixos níveis de CO_2 (baixo K_m) e especificamente como carboxilase, sendo cerca de 100 vezes mais eficiente que a enzima Rubisco (ribulose 1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase), o que favorece a manutenção desse potencial fotossintético das plantas C_4 (Magalhães et al., 2002; Silva et al., 2007b).

Contudo, observou-se aumento significativo da fotossíntese da época 3 – plantas que apresentavam-se no estágio de nove folhas – para a época 4, no estágio de florescimento. No florescimento das plantas, a taxa de fotossíntese foi superior à das demais épocas, que não diferiram entre si.

Interessante ressaltar que houve aumento significativo da taxa fotossintética (A) quando as plantas estavam no florescimento, porém houve redução da transpiração sem que aumentasse a abertura estomática, quando se compara a época 3 com a 4. Verifica-se que há declínio de umidade relativa na época 4, mas não é tão expressiva a magnitude dessa redução, quanto o observado próximo à época 3 (Figura 2). Martins (2010), em trabalho com morfofisiologia de milho em estresse hídrico, pôde observar

maior eficiência de uso de água para o tratamento com déficit hídrico, pois plantas com deficiência hídrica inicial apresentam aumento na eficiência do uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1} - \text{EUA}$), uma vez que a redução apenas parcial da abertura estomática limita mais fortemente a transpiração do que a entrada de CO_2 , aumentando essa razão (Kron et al., 2008; Firmano et al., 2009).

Nesse sentido, foi observado maior aproveitamento da água na época 4, na qual o valor da EUA foi maior que o das demais épocas, que não diferiram entre si. É provável que essa eficiência, neste caso, não esteja ligada à menor taxa de transpiração pelas plantas na época 4, e sim justificada pelas altas taxas fotossintéticas observadas nesta época, fazendo com que a relação (carbono fixado/água transpirada) aumentasse.

Para a razão C_i/C_a , houve diferença significativa somente quando se compara a época 4 com a 2. A época 4 apresentou menor g_s , porém maior A . Contudo, verifica-se na Tabela 3 menor razão C_i/C_a e maior valor para ΔC . Pode-se dizer que o complexo fotossintético das plantas de milho na época 4 encontrava-se intacto, pois, se estivessem nas mesmas condições climáticas, poderia ocorrer queda da A , justificada pelo fechamento estomático, devido à limitação estomática imposta ao processo difusional de CO_2 . De acordo com Sousa et al. (2010), o crescimento e a adaptação da planta a diferentes condições de ambiente relacionam-se à sua eficiência fotossintética, que, por sua vez, está associada, entre outros fatores, aos teores de clorofila foliar. A melhoria da fotossíntese das folhas devido ao maior teor de clorofila, em última análise, pode resultar no aumento de rendimento da cultura do milho (Mohammadi, 2010).

Para que se possa afirmar que a queda da razão C_i/C_a na época 4 não foi devido à limitação de CO_2 como substrato, e sim ao aumento da fotossíntese, verificou-se que esta razão na época 2 não diferiu da época 3, porém a época 3 não apresentou diferença da g_s para a época 4, e, por fim, o carbono consumido (ΔC) foi maior quando se compara a época 4 com a 2. Da Mata et al. (2001), estudando os valores potenciais da fotossíntese das culturas, verificaram média de aproximadamente $54 \mu\text{mol}$ para a cultura do milho. Esse resultado confirma o bom desempenho fisiológico das plantas de milho na época de avaliação 4, em que a taxa fotossintética média obtida foi de aproximadamente $56 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no estágio de florescimento (Tabela 3)

Quando se avaliam as médias de ΔC , E e A , entre os tratamentos apresentados na Tabela 4, observa-se que não houve diferenças significativas entre as épocas de corte e as plantas daninhas em nenhuma das variáveis citadas, porém verificou-se que, em

relação ao tratamento testemunha de milho (sem a interferência de plantas daninhas), os tratamentos em que se empregaram o milho e *C. benghalensis* em competição foram menores para essas características.

Tabela 4 - Valores médios de temperatura foliar (T Leaf), taxa transpiratória (E), carbono consumido (ΔC), eficiência do uso da água (EUA) e taxa fotossintética (A) de plantas de milho, segundo os tratamentos. Viçosa-MG, 2010

Tratamento	T leaf (T °C)	E (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	ΔC ($\mu\text{mol CO}_2$)	EUA (mol CO ₂ /mol H ₂ O)	A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
M e B/1r	33,17 b	3,96 b	136,63 ab	12,16 ab	46,55 ab
M e B/2r	33,41 b	4,10 ab	140,80 ab	11,87 ab	47,94 ab
M e B/sr	33,63 b	3,94 b	134,85 ab	11,76 ab	45,98 ab
M e C/1r	34,00 ab	4,05 b	127,67 b	10,85 a	43,53 b
M e C/2r	33,95 ab	3,92 b	129,14 b	11,51 ab	43,99 b
M e C/sr	33,95 ab	3,79 b	121,24 b	10,98 ab	41,29 b
MCS	34,65 a	4,92 a	173,96 a	12,52 a	59,19 a

Letras diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. M e B/1r - milho e *B. pilosa*/uma roçada; M e B/2r - milho e *B. pilosa*/duas roçadas; M e B/sr - milho e *B. pilosa*/sem roçadas; M e C/1r - milho e *C. benghalensis*/uma roçada; M e C/2r - milho e *C. benghalensis*/duas roçadas; M e C/sr - milho e *C. benghalensis*/sem corte; e MCS - milho em cultivo solteiro.

Com a intensa capacidade competitiva das plantas daninhas por água e nutriente com a cultura, observa-se declínio principalmente na massa seca total das plantas milho em competição com *C. benghalensis* (Tabela 5). Contudo, a relação entre magnitude fotossintética e produção é bastante complexa e, às vezes, contraditória. Diversos fatores podem estar envolvidos, entre os quais: a abertura estomática e a condutância de CO₂ no interior das células do mesofilo, a idade e localização das folhas, a deficiência hídrica e os comportamentos diferenciados em plantas, justificados pelo tipo de via para fixação do carbono (C3, C4) ou concentração de nitrogênio nas folhas (Magalhães et al., 2002).

Verificou-se que, para todas as características apresentadas relativas aos tratamentos, não houve diferenças quando se empregou milho em competição com *B. pilosa* e milho em competição com *C. benghalensis*, tampouco houve efeito da roçagem nas características apresentadas na Tabela 4. Entretanto, foram observadas diferenças entre alguns tratamentos de milho em competição com as plantas daninhas e o tratamento do milho em cultivo solteiro. Foram observadas diferenças estatísticas na temperatura foliar (Tleaf) dos tratamentos, no qual as plantas de milho em competição com *B. pilosa* apresentaram Tleaf inferior à daquelas em cultivo solteiro, o que

possivelmente é explicado por uma diminuição da área foliar do milho, causada pela competição por nutrientes e água com as plantas daninhas. Essa diminuição leva à menor interceptação de radiação pela folha, que assim, apresenta menor temperatura. Outra hipótese seria o aumento da área foliar específica do milho, o que proporcionaria maior perda de calor por trocas de temperatura entre a folha e o ambiente (calor sensível) (Taiz & Zeiger, 2006).

Tabela 5 - Médias para massa da matéria seca total (MST), razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR) razão de massa radicular (RMR), e razão de massa foliar (RMF) das plantas de milho nos diferentes tratamentos na primeira coluna: TEST (MCS) – milho em cultivo solteiro; M e B/1r – milho e *B. pilosa*/uma roçada; M e B/2r – milho e *B. pilosa*/duas roçadas; M e B/sr – milho e *B. pilosa*/sem roçada; M e C/1r – milho e *C. benghalensis*/uma roçada; M e C/2r – milho e *C. benghalensis*/duas roçadas; M e C/sr – milho e *C. benghalensis*/sem roçadas. Viçosa-MG, 2010

TRAT	MST	PA/SR	RMR	RMF
	(g)		(g g ⁻¹)	
MCS	266,76	2,42	0,15	0,17
M e B/1r	190,60	1,59	0,29	0,17
M e B/2r	271,72	1,67	0,28	0,16
M e B/sr	243,13	1,16*	0,44*	0,11*
M e C/1r	146,38	1,67	0,26	0,17
M e C/2r	232,80	1,65	0,31	0,15
M e C/sr	70,52*	2,40	0,16	0,27*

* Médias diferem da testemunha a 5% de significância pelo teste de Dunnet.

Verifica-se que, para a E, todos os tratamentos em que se empregaram as plantas de milho em competição com as plantas daninhas mostraram menores valores quando se compara com o milho em cultivo solteiro, entretanto somente o tratamento milho e *B. pilosa* com duas roçadas não diferiu, sendo observada a mesma taxa transpiratória das plantas de milho sem competição. É provável que duas roçadas nas plantas de *B. pilosa* tenha proporcionado redução de sua capacidade competitiva pelo recurso hídrico no solo, aumentando a disponibilidade de água para absorção das raízes de milho e, conseqüentemente, a maior reposição para a parte aérea das plantas, implicando maiores perdas de água.

Com relação ao ΔC e à A, nos diferentes tratamentos, foram observadas diferenças somente para as plantas de milho que competiram com *C. benghalensis*, em comparação com aqueles sem interferência de plantas daninhas. Pode-se inferir que as plantas daninhas de *C. benghalensis* afetaram de forma negativa o consumo de carbono

e a taxa fotossintética do milho, quando comparadas com a planta de milho sem a interferência de plantas daninhas. Entretanto, não foi verificada diferença do milho em competição com *B. pilosa* mesmo quando esta planta daninha não recebeu a roçagem, em comparação com as plantas de milho que não estiveram em competição com plantas daninhas.

Quando se utilizam somente os dados fisiológicos e a massa seca total da planta (parte aérea + sistema radicular), não se pode afirmar com precisão que esse resultado tenha sido satisfatório para o desenvolvimento do milho, no que se refere à capacidade da planta em potencializar a produção de grãos. Para essa afirmação, é necessário precisam-se integrar as características fisiológicas obtidas com as trocas gasosas, razões morfológicas, como razão de massa foliar, de massa caulinar, de massa radicular e parte aérea/sistema radicular, para então obter respostas potencializadas do pleno desenvolvimento do milho.

Na Tabela 5, verifica-se que o único tratamento que afetou a razão parte aérea/sistema radicular e razão de massa radicular do milho foi aquele em que se empregou o milho em competição com *B. pilosa* sem o uso de roçagem. Essa planta daninha não interferiu na diminuição da massa seca total da planta de milho em relação ao milho testemunha, porém a competição afetou as plantas de milho no sentido de desequilíbrio funcional da alocação de biomassa, proporcionando assim menor razão parte aérea/sistema radicular e, conseqüentemente, menor razão de massa foliar e maior razão de massa radicular, em comparação com as plantas de milho sem interferência de plantas daninhas.

De acordo com Cahill Jr. (2003), essas diferenças possivelmente se devem à maior alocação de fotoassimilados para as raízes e, conseqüentemente, maior alocação de massa seca radicular. Essa é uma tentativa da planta em investir em determinado compartimento devido à maior carência de recurso (Poorter & Nagel, 2000). Segundo Procópio et al. (2004), a planta daninha *B. pilosa* apresenta alta capacidade de absorção e conversão de nitrogênio em biomassa, causando uma limitação de recursos no solo para as plantas de milho, o que favorece o crescimento radicular para a maior exploração do solo.

Pode-se inferir que a manutenção da A das plantas de milho em competição com as plantas daninhas de *B. pilosa* sem o uso de roçadas deve-se principalmente à alta demanda de fotoassimilados para suprir o crescimento radicular dessas plantas, o que proporcionou desbalanço das razões, induzido pela competição com as plantas daninhas

de *B. pilosa* (Figura 3). Isso é explicado por Lacerda et al. (2010), os quais afirmam que pode haver mudanças morfológicas na cultura do milho, com o objetivo de tornar a planta mais adaptada às condições adversas.



Figura 3 - Sistema radicular de milho em competição com *B. pilosa*; milho em competição com *C. benghalensis* e milho em cultivo solteiro obtidas no florescimento. Viçosa-MG, 2010.

Como observado, o comportamento das razões morfológicas do milho foi distinto quando em competição com *B. pilosa*, que reduziu a razão parte aérea/sistema radicular do milho, em relação à competição com *C. benghalensis*, que manteve esta razão quando se comparou com o milho em cultivo sem interferência de plantas daninhas (Tabela 5). De acordo com o trabalho realizado por Liu et al. (2009), plantas de milho no estágio de seis a nove pares de folhas, em competição com plantas de *Amaranthus retroflexus*, apresentaram redução da razão sistema radicular/parte aérea. Esses resultados induzem a predição de que a alocação de massa nas diferentes partes da planta possui variações de acordo com o tipo de competição empregada, ou seja,

características competitivas específicas da cultura e das plantas daninhas trabalhadas, e com as condições edafoclimáticas em que essa competição se encontra.

Na Figura 3, são apresentadas as raízes das plantas avaliadas obtidas no florescimento das plantas de milho, no que tange às diferenças visuais observadas do crescimento radicular daquelas em competição com as plantas de *B. pilosa*, comparado ao sistema radicular do milho em competição com *C. benghalensis*, na condição sem roçagem.

Verifica-se que, para os valores de eficiência do uso da água (EUA), somente houve diferenças quando se compara o tratamento de milho sem interferência de plantas daninhas com o milho em competição com *C. benghalensis* utilizando uma roçada (Tabela 4). De acordo com Chiovatto et al. (2007), o efeito da roçada não elimina a competição abaixo do solo, pois as plantas conseguem utilizar as reservas acumuladas e emitir novas brotações, o que provavelmente veio a explicar o menor acúmulo de matéria seca das plantas de milho no tratamento com a roçada.

Com esses resultados, pode-se inferir que uma roçada em *C. benghalensis* favorece uma diminuição da EUA pelas plantas de milho em competição. Em razão da habilidade de competição que essa planta daninha possui, aliada à capacidade de propagação vegetativa, possivelmente uma roçada possa ter aumentado a quantidade de plantas em competição com o milho por unidade de área, favorecendo o aumento da absorção de nutrientes pelas plantas de *C. benghalensis*. Aspiazú et al. (2010), trabalhando com a eficiência fotossintética e o uso de água pelas plantas daninhas, observaram que *C. benghalensis* apresentou maior potencial no consumo de carbono e maior eficiência do uso da água em comparação com *B. pilosa*.

Possivelmente, o uso de uma roçada nas plantas de *C. benghalensis* influenciou negativamente o potencial fotossintético do milho e, ao mesmo tempo, manteve a sua taxa transpiratória em relação aos demais tratamentos, apresentando em última análise diminuição da eficiência do uso da água pelas plantas de milho, que é estabelecida pela razão do carbono fixado por água transpirada - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ - EUA.

CONCLUSÕES

A roçagem não influenciou os aspectos fisiológicos avaliados nas plantas de milho (A, gs, razão Ci/Ca, ΔC , E e EUA) em competição com as plantas daninhas.

A *Commelina benghalensis* causou maior interferência na magnitude fisiológica do milho, reduzindo a fotossíntese e a transpiração.

Uma roçada nas plantas *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis* no estágio de três folhas completamente desenvolvidas do milho reduziu a interferência dessas plantas nas características morfológicas dessa cultura (PA/SR, RMF e RMR).

A espécie *Bidens pilosa* apresentou maior capacidade de interferência no comportamento morfológico do milho, reduzindo a razão parte aérea/sistema radicular (diminuindo a razão de massa foliar e aumentando a razão de massa radicular) quando não se utilizou a roçada. Contudo, *Commelina benghalensis*, quando não roçada, apresentou maior capacidade de interferência no acúmulo de matéria seca total do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASPIAZÚ, I.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO, J. R. J. I.; SILVA, A. A.; CONCENCO, G.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; BORGES, E. T. y ARAUJO, W. F. Eficiência fotosintética y de uso del agua por malezas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 87-92, 2010.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BIANCHI, C. A. M.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; COMIRAN F. Condutância da folha em milho cultivado em plantio direto e convencional em diferentes disponibilidades hídricas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, 2007.

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.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazônica**, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.

CHIOVATO, M. G.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANÉTTI, A. II; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; RODRIGUES, O. L.; BORBA, A. N. Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, 2007.

DA MATTA, F. M.; LOOS, R. A.; RODRIGUES, R.; BARROS, R. S. Actual and potential photosynthetic rates of tropical crop species. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p. 24-32, 2001.

DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. (2002) Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. Disponível em: <<http://www.aeadf.org.br/noticias/pdf/Sistema%20de%20Plantio%20Direto%20em%20Agricultura%20Org%C3%A2nica.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

DAVID, T. S.; FERREIRA, I.; PEREIRA, J. S.; COHEN, S.; DANID J. S. Transpiração em árvores isoladas de um Montado de Azinho. Evolução sazonal e condicionantes hidráulicas. **Silva Lusitana**, v. 10, n. 2, p. 133-149, 2002.

FELSEMBURGH, C. A. **Respostas fotossintéticas à variação da temperatura foliar do dossel na Flona do Tapajós – PA**. 117 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

FIRMANO, R. S.; KUWAHARAI, F. A.; SOUZAI, G. M. Relação entre adubação fosfatada e deficiência hídrica em soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 1967-1973, 2009.

FONTANÉTTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C.; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 127-136, 2006.

FLEXAS, J.; BOTA, J.; GALMÉS, J.; MEDRADO, H.; RIBASCARBÓ, M. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. **Physiologia Plantarum**, v. 57, p. 343-352, 2006.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 24, p. 519-570, 1973.

KRON, A. P.; SOUZA, G. M.; RIBEIRO, R. V. Water deficiency at different developmental stages of glycine max can improve drought tolerance. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 43-49, 2008.

LACERDA, CLAUDIVAN F.; CARVALHO, CLAYTON M.; VIEIRA, MAURO R.; NOBRE, JEFFERSON G. A.; NEVES, ANTÔNIA L. R.; RODRIGUES, CLÉCIO F. Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Brasileira Ciência Agrária**, Recife, v. 5, n. 1, p. 18-24, 2010.

LIU, J. G.; MAHONEY, K. J.; SIKKEMA, P. H.; SWANTON, C. J. The importance of light quality in crop-weed competition. **Weed Research**, v. 49, n. 2, p. 217-224, 2009.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas – MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. (Circular Técnica, 22)

MARENCO, R. A.; SIEBKE, K.; FARQUHAR, G. D.; BALL, M. C. Hydraulically based stomatal oscillations and stomatal patchiness in *Gossypium hirsutum*. **Functional Plant Biology**, v. 33, n. 12, p. 1103- 1113, 2006.

MARTINS J. D. **Modificações morfofisiológicas em plantas de milho submetidas a déficit hídrico**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2010.

MOHAMMADI, G. R. Weed control in irrigated corn by hairy vetch interseeded at different rates and times. **Weed Biology and Management**, v. 10, p. 25-32, 2010.

POORTER H.; NAGEL O. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: a quantitative review. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 27, n. 6, p. 595-607, 2000.

PILAU, F. G.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; NETO, D. D.; FANCELLI, A. L., MARTIN, T. N.; PEREIRA, C. R. E.; MANFRON, P. A. Transpiração e condutância foliar à difusão de vapor de feijoeiro irrigado em função da temperatura da folhagem e variáveis ambientais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 127-131, 2007.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; MARTINEZ, C. A.; WERLANG, R. C. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 211-216, 2004.

RUTA N.; LIEDGENS M.; FRACHEBOUD Y.; STAMP P.; HUND A. QTLs for the elongation of axile and lateral roots of maize in response to low water potential. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 120, p. 621-631, 2010.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Biologia de Plantas Daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas** Viçosa: Ed/UFV, 2007b.

SOUSA J. V.; RODRIGUES C. R.; LUZ, J. M. Q.; CARVALHO, P. C. RODRIGUES, T. M.; BRITO, C. H. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 502-513, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer, 2006. 705 p.

VAZ DE MELO, A.; GALVÃO, J. C. C.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; TUFFI SANTOS, L. D.; SANTOS, I. C.; SOUZA, L. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 521-527, 2007.

APÊNDICE

Quadro 1A - Resumo da análise de variância de massa da matéria seca de folha (MSF), massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca dos primórdios florais (MSFL), massa da matéria seca da raiz (MSR), razão de massa foliar (RMF), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa radicular (RMR), altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas totais (NFTM), número de folhar verdes (NFVM), número de folhas senescentes (NFS), intervalo entre antese e embonecamento (IAE), área foliar específica das folhas (AFE) e razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR), obtidos em plantas de milho em competição com plantas daninhas (*Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios						
		MSF	MSC	MSFL	MSR	RMF	RMC	RMR
Bloco	2	30,05	1123,58	18,55	5050,99	0,18	0,71	0,21
PD	1	132,57 ^{NS}	2641,19 ^{NS}	137,78 ^{NS}	6826,57 ^{NS}	0,12 ^{**}	0,10 ^{NS}	0,40 ^{NS}
EPC	2	350,86 ^{**}	2486,97 ^{NS}	472,06 ^{NS}	927,33 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,47 ^{NS}
PD x EPC	2	6,20 ^{NS}	1240,06 ^{NS}	63,02 ^{NS}	5401,77 ^{NS}	0,15 ^{**}	0,76 ^{NS}	0,40 [*]
Resíduo	10	34,75	715,49	148,83	1825,65	0,49	0,11	0,88
CV (%)		20,43	33,11	75,69	69,80	12,84	23,62	32,22

FV	GL	Quadrados Médios							
		ALT	DIAM	NFT	NFV	NFS	IAE	AFE	PA/SR
Bloco	2	107,72	0,13	0,39	0,89	0,17	1,06	46,194	0,2589
PD	1	882,00 ^{NS}	0,36 ^{NS}	1,39 ^{NS}	0,23 ^{NS}	2,73 ^{NS}	3,56 ^{NS}	529,240 ^{NS}	0,8616 ^{NS}
EPC	2	4556,72 ^{**}	0,15 ^{NS}	0,39 ^{NS}	34,39 ^{**}	30,17 ^{**}	32,73 [*]	1380,150 ^{**}	0,0367 ^{NS}
PD x EPC	2	1388,16 ^{NS}	0,89 ^{NS}	0,39 ^{NS}	1,06 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,39 ^{NS}	338,685 ^{NS}	0,7349 ^{NS}
Resíduo	10	548,38	0,88	1,26	1,36	1,17	4,59	159,157	0,1890
CV (%)		14,39	15,46	6,75	11,15	17,52	35,05	10,27	25,70

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.

Quadro 2A - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca de folha (MSF), massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca dos primórdios florais (MSFL), massa da matéria seca da raiz (MSR), massa da matéria seca total das plantas (MST), razão de massa foliar (RMF), razão de massa caulinar (RMC) e razão de massa radicular (RMR), obtidos em plantas de milho em competição com plantas daninhas (*Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios							
		MSF	MSC	MSFL	MSR	MST	RMF	RMC	RMR
Bloco	2	23,23	977,79	51,69	4171,63	5355,66	0,13	0,19	0,19
Trat.	6	256,49 ^{**}	3035,18 ^{NS}	523,44 ^{NS}	3422,57 ^{NS}	16098,23 [*]	0,74 ^{**}	0,58 ^{NS}	0,28 [*]
Resíduo	12	30,17	1185,49	258,13	1703,43	3653,63	0,52	0,11	0,82
CV (%)		17,61	38,77	80,19	80,19	29,75	13,16	23,60	33,27

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.

Quadro 3A - Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), diâmetro do caule (DIAM), número de folhas totais (NFT), número de folhar verdes (NFV), número de folhas senescentes (NFS), intervalo entre antese e embonecamento (IAE), área foliar específica das folhas (AFE) e razão parte aérea/sistema radicular (PA/SR), obtidos em plantas de milho em competição com plantas daninhas (*Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios							
		ALT	DIAM	NFT	NFV	NFS	IAE	AFE	PA/SR
Bloco	2	259,00	0,97	0,19	0,33	0,48	3,57	44,93	0,2639
Trat.	6	3139,05**	0,31*	0,97 ^{NS}	20,74**	16,00**	14,94*	955,52**	0,6284*
Resíduo	12	512,67	0,89	1,14	1,39	1,21	4,46	133,79	0,1955
CV (%)		13,34	14,91	86,55	10,62	19,44	36,96	9,71	24,63

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.

Quadro 4A - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca de folhas (MSF), massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca de sementes (MSS), massa da matéria seca da raiz (MSR), razão de massa foliar (RMF), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa radicular (RMR), estatura de planta (EST), diâmetro de caule (DIA), número de folhas totais (NF) e área foliar específica das folhas (AFE), obtidos em plantas daninhas de picão-preto (*Bidens pilosa*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios						
		MSF	MSC	MSR	MSS	RMF	RMC	RMR
Bloco	2	3,48	147,69	3,78	1,92	0,22	0,33	0,16
PD	1	1,89 ^{NS}	127,09 ^{NS}	5,15 ^{NS}	2,78 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,63*	0,15 ^{NS}
EPC	2	419,64**	3536,95**	84,95*	131,30**	0,19 ^{NS}	0,88*	0,23 ^{NS}
PD x EPC	2	13,55 ^{NS}	101,99 ^{NS}	22,37 ^{NS}	6,42**	0,61 ^{NS}	0,52*	0,94 ^{NS}
Resíduo	10	5,93	169,22	17,24	0,61	0,14	0,11	0,14
CV (%)		26,28	59,93	81,49	20,34	45,17	24,22	67,95

FV	GL	Quadrados Médios						
		RMS	EST	DIAM	NF	AFE	RAF	PA/SR
Bloco	2	0,52	9,71	0,24	328,50	28925,94	1784,83	13,19
PD	1	0,16 ^{NS}	2419,53**	0,26 ^{NS}	9522,00**	356,3495 ^{NS}	80,80 ^{NS}	112,92**
EPC	2	0,74**	8016,43**	0,21**	7043,17**	24416,23 ^{NS}	6169,97 ^{NS}	48,71*
PD x EPC	2	0,44*	2,318,25**	0,81**	2445,50**	56146,48*	660,10 ^{NS}	5,22 ^{NS}
Resíduo	10	0,59	15,29	0,34	321,57	8857,96	1629,12	9,47
CV (%)		32,53	8,58	14,88	34,05	26,74	41,30	51,68

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.

Quadro 5A - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca de folha (MSF), massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca da raiz (MSR), massa da matéria seca das sementes (MSS), razão de massa foliar (RMF), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa radicular (RMRPD) e razão de massa de sementes (RMSPD), obtidos de plantas daninhas (*Bidens pilosa*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios							
		MSF	MSC	MSR	MSS	RMF	RMC	RMR	RMS
Bloco	2	2,2808	8,26	9,66	3,52	0,01005	0,011	0,0060	0,000704
Trat.	6	251,02**	1309,2**	73,11 ^{NS}	89,66**	0,00139 ^{NS}	0,076**	0,0125 ^{NS}	0,01202**
Resíduo	12	15,136	45,52	17,89	2,42	0,01298	0,0047	0,0190	0,000219
CV (%)		34,72	29,49	64,97	27,33	45,64	17,23	75,73	17,53

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.

Quadro 6A - Resumo da análise de variância para estatura de plantas (EST), diâmetro de caule (DIA), número de folhas (NF), área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RAF) e parte aérea/sistema radicular (PA/SR), obtidos de plantas daninhas (*Bidens pilosa*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios					
		MSF	MSC	MSR	MSS	RMF	RMC
Bloco	2	72,39	0,00276	307,00	56739,43	4694,29	4,53
Trat.	6	8541,22**	0,26420**	768,97 ^{NS}	51526,54*	3723,99 ^{NS}	415,58*
Resíduo	12	21,77	0,0045	600,22	6229,649	1079,94	44,01
CV (%)		6,59	13,73	74,81	22,45	34,23	45,47

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.

Quadro 7A - Resumo da análise de variância para massa da matéria seca de folha (MSF), massa da matéria seca do caule (MSC), massa da matéria seca da raiz (MSR), massa da matéria seca das sementes (MSS), razão de massa foliar (RMF), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa radicular (RMR) e razão de massa de sementes (RMS), obtidos de plantas daninhas (*Commelina benghalensis*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios							
		MSF	MSC	MSR	MSS	RMF	RMC	RMR	RMS
Bloco	2	9,06	1823,67	25,37	6,45	0,0059	0,0043	0,0088	0,00017
Trat.	6	155,56*	4905,26 ^{NS}	238,47**	98,5**	0,0310 ^{NS}	0,0339 ^{NS}	0,0072 ^{NS}	0,00043 ^{NS}
Resíduo	12	16,66	12874,12	24,29	5,07	0,0071	0,0136	0,0049	0,00108
CV (%)		34,71	85,91	55,11	38,18	34,20	22,55	47,25	37,39

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.

Quadro 8A - Resumo da análise de variância para estatura de plantas (EST), diâmetro de caule (DIA), número de folhas (NF), área foliar específica (AFE), razão de massa foliar (RAF) e parte aérea/sistema radicular (PA/SR), obtidos de plantas daninhas (*Commelina benghalensis*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios					
		EST	DIAM	NF	AFE	RAF	PA/SR
Bloco	2	8,40	0,000307	180,08	97,55	451,93	19,18
Trat.	6	1265,39**	0,01679**	9740,97**	2536,64 ^{NS}	2612,55 ^{NS}	234,03*
Resíduo	12	20,15	0,001567	479,97	2319,801	720,599	28,21
CV (%)		10,81	9,87	23,29	13,73	34,23	32,49

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.

Quadro 9A - Resumo da análise de variância para parâmetros fisiológicos, como relação de carbono interno na câmara subestomática e carbono externo (Ci/Ca), transpiração de água pelos estômatos (E), condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A), temperatura foliar (T leaf) e eficiência do uso da água (EUA), obtidos em plantas de milho em competição com plantas daninhas (*Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis*) submetidas aos diferentes manejos da roçada, no cultivo de milho. Viçosa-MG, 2010

FV	GL	Quadrados Médios						
		Ci/CA	ΔC	Gs	A	E	T leaf	EUA
Bloco	2	0,002727	749,48	0,0020	86,04	3,28	22,36	23,22
Trat.	1	0,005394 ^{NS}	355,27**	0,022 ^{NS}	408,44*	1,70**	2,74**	4,35
Resíduo (a)	2	0,003658	963,996	0,011	112,27	0,46	0,53	1,68
EP	2	0,003122*	7210,23**	0,83**	843,19**	7,04**	260,02**	152,28**
Trat. x EP	10	0,001063 ^{NS}	597,03 ^{NS}	0,016 ^{NS}	69,39 ^{NS}	0,37 ^{NS}	0,86 ^{NS}	2,49 ^{NS}
Resíduo (b)	10	0,000944	565,35	0,010	65,74	0,24	3,94	6,82
CV (%) Parcela		18,19	22,54	25,89	22,58	16,50	5,87	22,38
CV (%) Subparcela		9,24	17,26	24,76	17,28	11,98	2,16	11,12

* significativo a 5%, ** significativo a 1% e ^{NS} não significativo.