

IGNACIO ASPIAZÚ

**INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM CARACTERÍSTICAS
FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE PLANTAS DE MANDIOCA**

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

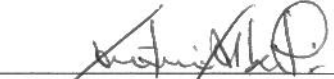
VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

IGNACIO ASPIAZÚ


**INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS EM CARACTERÍSTICAS
FISIOLÓGICAS E PRODUTIVAS DE PLANTAS DE MANDIOCA**

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

APROVADA: 20 de março de 2009.



Prof. Antonio Alberto da Silva
(Co-orientador)




Prof. José Ivo Ribeiro Jr.
(Co-orientador)



Prof. Francisco Affonso Ferreira



D.Sc. Evander Alves Ferreira



Prof. Tocio Sedyama
(Orientador)

Ao meu pai, Celestino Aspiazú (*in memoriam*)
Ao meu irmão, Esteban Aspiazú (*in memoriam*)
À minha mãe, Martha Pazos de Aspiazú

Dedico

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Martha Pazos de Aspiazú, pelo amor, apoio, compreensão, enfim... por sempre estar ao meu lado e me possibilitar chegar até aqui.

À Daniele Oliveira de Souza Aspiazú, por seu amor, sua compreensão e seu apoio sempre constantes, sem os quais nada disto teria sido possível.

Ao prof. Tocio Sedyama, pela paciência e amizade.

Aos professores Antonio Alberto da Silva e Francisco Affonso Ferreira, pelos conselhos e pelos seus valorosos ensinamentos.

Ao prof. José Ivo Ribeiro Jr. e sua família, pois o convívio e o constante apoio ajudaram muito na conclusão deste trabalho.

À Hilda, pela amizade, pelo apoio e pelo carinho em todas as horas.

Aos meus tios, Rogelio e Julio e suas famílias, que, mesmo não estando por perto, sei que sempre posso contar com eles.

Aos amigos do peito Abner, Cinara e Ana Lia e suas famílias, pelo apoio, carinho, pelas saudáveis risadas e pela amizade sincera.

Ao amigo Luiz Henrique Lopes de Freitas, pela inestimável ajuda, sem a qual a realização dos experimentos seria quase impossível.

Aos amigos Alexandre, Evander, Germani e Leandro, pela inestimável ajuda e por tornar o laboratório um ambiente de trabalho tão feliz, descontraído e produtivo.

Aos amigos do laboratório Luis Eduardo, Siumar, Marcelo, Edson, Leonardo, Zuchi, Cíntia, Alessandra, Marco, Ênio, André e Paulo, pela valorosa ajuda e pelo agradável convívio.

Ao prof. Lino, pelos ensinamentos, pela amizade e pelos estímulos.

BIOGRAFIA

IGNACIO ASPIAZÚ, filho de Celestino Aspiazú e Martha Pazos de Aspiazú, nasceu em Ames, no Estado de Iowa, nos EUA, em 22 de outubro de 1976. Chegou ao Brasil em 29 de março de 1977, fixando residência em Viçosa. Em março de 1995 iniciou o Curso de Graduação em Agronomia na Universidade Federal de Viçosa. Em março de 2001 obteve uma bolsa de aperfeiçoamento da EMBRAPA/Café, sob orientação do Prof. Víctor Hugo Alvarez V. Em agosto de 2004, concluiu o Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal de Viçosa, novamente sob orientação do Prof. Víctor Hugo Alvarez V. Em março de 2005, iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do Prof. Tocio Sedyama, submetendo-se a defesa de tese no dia 20 de março de 2009.

CONTEÚDO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
LITERATURA CITADA	4
ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DE PLANTAS DE MANDIOCA EM COMPETIÇÃO COM PLANTAS DANINHAS	6
RESUMO	6
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
LITERATURA CITADA	12
EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA DE PLANTAS DE MANDIOCA EM CONDIÇÕES DE COMPETIÇÃO	16
RESUMO	16
ABSTRACT	16
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
LITERATURA CITADA	22

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E DE USO DA ÁGUA DE PLANTAS DANINHAS	25
RESUMO	25
ABSTRACT	25
INTRODUÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODOS	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
LITERATURA CITADA	31
CONCLUSÕES FINAIS.....	34

RESUMO

ASPIAZÚ, Ignacio, D. Sc. Universidade Federal de Viçosa, março de 2009.
Interferência de plantas daninhas em características fisiológicas de plantas de mandioca. Orientador: Tocio Sedyama. Coorientadores: Antonio Alberto da Silva e José Ivo Ribeiro Jr.

Objetivou-se com este trabalho avaliar características associadas à fotossíntese e uso da água em plantas de mandioca sob competição com três espécies daninhas. Para isto, foram montados ensaios realizados em condições abertas, sendo as unidades experimentais compostas por vasos de fibra de vidro contendo 150 dm³ de Latossolo Vermelho Amarelo, previamente adubado. Os tratamentos consistiram no cultivo de plantas de mandioca cultivadas isoladamente e associadas a três espécies de plantas daninhas (*Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea*). Após início da brotação das manivas, cerca de 15 dias após o plantio, fez-se o desbaste das plantas daninhas, semeadas no momento do plantio das manivas, deixando-se três ou seis plantas m⁻², de acordo com os tratamentos. No primeiro ensaio, foram avaliadas concentração de CO₂ interna na folha (C_i), temperatura da folha no momento da avaliação (T_{leaf}) e taxa fotossintética (A), sendo calculado também CO₂ consumido (ΔC) de plantas de mandioca competindo com três espécies daninhas. No segundo ensaio, foram avaliados condutância estomática de vapores de água (G_s), pressão de vapor na câmara subestomática (E_{an}), gradiente entre temperatura da folha e do ar (ΔT), taxa de transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA). No terceiro ensaio, foram avaliadas características associadas ao uso da água (taxa transpiratória, condutância estomática de vapores de água, pressão de vapor na câmara subestomática, eficiência do uso da água),

bem como à fotossíntese (concentração interna de CO₂ na folha, CO₂ consumido durante a avaliação, temperatura média das folhas no momento da avaliação e taxa fotossintética) das plantas daninhas. *B. pilosa* e *B. plantaginea* competiram de maneira mais eficiente com as plantas de mandioca por quantidades de radiação solar e água, enquanto *C. benghalensis* parece afetar mais a composição da luz incidente sobre a cultura. No segundo ensaio, *B. pilosa* foi a espécie que mais afetou o desenvolvimento das plantas de mandioca. *B. plantaginea* apresentou alta eficiência no uso da água e alta taxa fotossintética. No terceiro ensaio, a espécie *B. plantaginea* sobrepassou *B. pilosa* por apresentar menor taxa transpiratória, melhor eficiência de uso da água e maior taxa fotossintética. *B. pilosa*, por sua vez, foi inferior a *C. benghalensis* quanto ao consumo de CO₂ e temperatura da folha.

ABSTRACT

ASPIAZÚ, Ignacio, D. Sc. Universidade Federal de Viçosa, March, 2009. **Weed interference in physiological characteristics of cassava**. Adviser: Tocio Sedyama. Co-advisers: Antonio Alberto da Silva and José Ivo Ribeiro Jr.

The objective of this work was to evaluate characteristics associated with photosynthesis and water use in cassava plants in competition with three weed species. For this, experiments were mounted in open environment conditions, with experimental units consisting of fiber glass vases containing 150 dm³ of Red Yellow Latosol, previously fertilized. Treatments consisted in cultivating cassava plants alone and associated with three weed species (*Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* and *Brachiaria plantaginea*). After cassava shooting, about 15 days after planting, the excess of weeds, sown at the time of cassava planting, was removed, leaving three or six plants m⁻², according to the treatments. In the first trial, it were evaluated leaf internal CO₂ concentration (C_i), leaf temperature (T_{leaf}) and photosynthetic rate (A), being also calculated the CO₂ consumption (ΔC) of cassava plants. In the second trial, it were evaluated stomatal conductance (G_s), vapor pressure in the substomatal chamber (E_{an}), temperature gradient between leaf and air (ΔT), transpiration rate (E) and water use efficiency (WUE). In the third trial, it were evaluated characteristics associated with the water use (transpiratory rate, stomatal conductance, vapor pressure in the substomatal chamber, water use efficiency) and photosynthesis (leaf internal CO₂ concentration, CO₂ consumed during evaluation, leaves average temperature at the evaluation time and photosynthetic rate) of weeds. In the first trial, *B. pilosa* and *B. plantaginea* competed more efficiently with the cassava plants by amounts of sunlight and water, while *C.*

benghalensis seems to affect mostly the composition of incident light on the culture. In the second trial, *B. pilosa* was the species that most affected the development of the cassava plants. *B. plantaginea* showed high efficiency in water use and high photosynthetic rate. In the third trial, *B. plantaginea* surpassed *B. pilosa* by showing lower transpiratory rates, higher water use efficiency and higher photosynthetic rate. *B. pilosa*, in turn, was inferior to *C. benghalensis* as for CO₂ consumption and leaf temperature.

INTRODUÇÃO GERAL

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, porém cultivada como anual. Pertence à família Euphorbiaceae e é extensamente cultivada em regiões tropicais de todo o mundo graças a suas raízes comestíveis, sendo a terceira mais importante fonte de calorias nos trópicos, logo após arroz e milho. Como cultura, possui vantagens como possibilidade de obtenção de altas produtividades, tolerância à seca e a solos degradados ou ácidos, grande flexibilidade no plantio e na colheita e fácil adaptação a ambientes onde o plantio de outras culturas seria mais arriscado.

A produção interna projetada pela CONAB para 2008 é de 26,5 milhões de toneladas de raízes, numa área plantada de 1,87 milhão de hectares, com rendimento médio de 14 t ha⁻¹. Essa produtividade é muito baixa se for considerado o potencial de produção da cultura. Em trabalho realizado pelo IITA (2005), no Quênia, no qual foram avaliadas 400 cultivares de mandioca para produção de raízes tuberosas, foram observados alguns altamente produtivos. Quatro cultivares produziram aproximadamente 100 t ha⁻¹, enquanto novos materiais que estão sendo selecionados chegaram a produzir 150 t ha⁻¹, sugerindo, portanto, que a capacidade de produção da espécie ainda não é conhecida. Um dos fatores que têm contribuído para essa baixa produtividade da cultura em nível nacional é o manejo inadequado das plantas daninhas. Normalmente, os produtores de mandioca acreditam que, por ser essa cultura rústica, não precisam se preocupar muito com o controle das plantas daninhas, as quais estão sempre presentes nos mandiocais (ALBUQUERQUE, 2006).

As plantas daninhas concorrem com a mandioca, principalmente por água e nutrientes, diminuindo consideravelmente a produtividade da cultura. Contudo, a

intensidade da competição varia com a duração do período de convivência, com o estágio da cultura. Estas plantas são importantes para a proteção do solo, no manejo de pragas e doenças e na ciclagem de nutrientes, garantindo sustentabilidade ambiental e até econômica (CARVALHO et al., 2006).

O termo geral que caracteriza as interações entre espécies ou populações é denominado *interferência*. É o efeito que a presença de uma planta exerce no crescimento e desenvolvimento de uma planta vizinha. A interferência pode ser expressa pela alteração na taxa de crescimento ou na forma da planta que resulta de uma mudança no ambiente devido à presença de outras plantas. Geralmente, não se tenta determinar como o ambiente das plantas foi alterado, apenas as respostas das plantas a essas mudanças (RADOSEVICH et al., 1997). Os efeitos negativos de plantas daninhas em culturas são causados tanto pela duração da interferência quanto pelo aumento da sua densidade (GUERSA & HOLT, 1995).

A *Brachiaria plantaginea* é uma das espécies daninhas mais freqüentes nos solos cultivados das regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil e está presente em quase todos os Estados (LORENZI, 2000). Segundo Silva et al. (2005), características como rápido crescimento inicial e dossel vigoroso tornam-na altamente competitiva com plantas como a mandioca, que, por sua vez, apresenta lento crescimento inicial e dossel menos vigoroso no início do seu desenvolvimento.

A *Commelina benghalensis* é uma espécie daninha perene, herbácea, ereta ou semi-prostrada, com reprodução por sementes, aéreas e subterrâneas, e vegetativa, ocorrendo em alta freqüência em lavouras anuais. Apresenta nítida preferência por solos argilosos, úmidos e sombreados (LORENZI, 2000). Segundo Costa et al. (2004), a *C. benghalensis* afeta drasticamente o crescimento inicial de plantas de *Eucalyptus grandis* pela competição por recursos naturais do meio em condições de inverno e verão. Segundo esses autores, em competição com 4 plantas m⁻² de trapoeraba, em condições de inverno e a partir dos 40 dias de convivência, com plantas de *E. grandis*, esta planta daninha reduziu a área foliar, o número de folhas e as biomassas secas de ramos e folhas; em condições de verão e a partir dos 60 dias de convivência reduziu, principalmente, a área foliar. Também Dias et al. (2005), verificaram que o crescimento inicial de mudas de café foi muito afetado pela competição com trapoeraba. Esta competição reduziu o número de folhas, a área foliar e a matéria seca de caule e folhas do cafeeiro.

A *Bidens pilosa* é uma planta anual, herbácea, ereta, com altura entre 40 e 120 cm, com reprodução via sementes, de ciclo curto e com capacidade de produzir até três

gerações por ano (LORENZI, 2000). Em trabalho realizado para avaliar a interferência de várias plantas daninhas na cultura do café, Ronchi (2002) concluiu que *Bidens pilosa*, *Commelina diffusa*, *Leonorus sibiricus* e *Richardia brasiliensis*, mesmo em baixas densidades, acarretaram decréscimos consideráveis no crescimento e no conteúdo relativo de nutrientes de plantas de café. Também verificou que *B. pilosa* foi a única planta daninha que causou reduções de todas as características avaliadas nas plantas de café e que extraiu a maior quantidade de nutrientes.

Segundo Concenço et al. (2007), quando plantas estão submetidas a alta competição, as características fisiológicas do crescimento e desenvolvimento normalmente são alteradas, o que resulta em diferenças no aproveitamento dos recursos do ambiente, principalmente no uso da água, que influencia de modo direto a disponibilidade de CO₂ no mesofilo foliar e a temperatura da folha e, conseqüentemente, a eficiência fotossintética da planta.

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da interferência de *Commelina benghalensis*, *Bidens pilosa* e *Brachiaria plantaginea* nas características produtivas, fisiológicas de crescimento e de acúmulo de nutrientes da cultura da mandioca em função do tempode convivência.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, J. A. A. Interferência de plantas daninhas e do feijão sobre a cultura da mandioca. Tese de Doutorado. Viçosa: UFV, 2006. 56p.

CARVALHO, J. E. B.; PERESSIN, V. A.; ARAÚJO, A. M. A. Manejo e controle de plantas daninhas. IN: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (eds.) **Aspectos Socioeconômicos e Agronômicos da Mandioca** – Cruz das Almas – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 817p.

CONCENCO, G. et al . Uso da água em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) em condição de competição. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, pp. 449-455. 2007.

COSTA, A. G. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C.M. D. R. Períodos de interferência de trapoeraba (*Commelina benghalensis* Hort.) no crescimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.471- 478, 2004.

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**, Viçosa, v. 23, n. 3, pp. 398-404. 2005.

GHERSA, C. M.; HOLT, J. S. Using phenology prediction in weed management: a review. **Weed Research**, Oxford, v.35, n.6, p.461-470, 1995.

IITA. Cassava Productivity in the Lowland and Midaltitude Agroecologies of Sub-Saharan Africa. Disponível em: < <http://www.iita.org/research/annrpt/projann14.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2005.

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 3ª.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 608 p.

PEREIRA-NETTO, A. B. Crescimento e desenvolvimento. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Eds.) **Fisiologia vegetal** - produção e pós-colheita. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 17-42.

PROCOPIO, S.O. et al . Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, 2004.

RADOSEVICH, S. R., HOLT, J., GHERSA, C. **Weed ecology: Implication for managements**. New York. John Willey and Sons, 1997. 589 p.

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

SILVA, A. A. et al. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Editores). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2007. p. 17-61.

SILVA, A. C. et al. Interação competitiva de *Brachiaria brizantha* e *B. plantaginea* sob doses reduzidas de fluazifop-p-butil, aplicadas em diferentes épocas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, pp. 429-435. 2005.

ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DE PLANTAS DE MANDIOCA EM COMPETIÇÃO COM PLANTAS DANINHAS

Photosynthetic activity in cassava plants submitted to weed competition

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar características associadas à atividade fotossintética de plantas de mandioca sob competição ou não com plantas daninhas. O experimento foi realizado em condições de ambiente aberto, sendo as unidades experimentais compostas por vasos de fibra de vidro de 150 dm³ preenchidos com Latossolo Vermelho Amarelo, previamente adubado. Os tratamentos consistiram no cultivo de plantas de mandioca isoladas e associadas a três espécies daninhas (*Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea*). Após início da brotação das manivas, 15 dias após o plantio, fez-se o desbaste das plantas daninhas, semeadas no momento do plantio das manivas, deixando-se oito plantas de *B. pilosa*, quatro de *C. benghalensis* e quatro de *B. plantaginea*. Aos 60 dias após a brotação das manivas, avaliou-se a concentração de CO₂ interna na folha (C_i), temperatura da folha no momento da avaliação (T_{leaf}) e a taxa fotossintética (A), sendo calculado também o CO₂ consumido (ΔC) referentes às plantas de mandioca. Foi elaborada ainda matriz de correlação entre as variáveis. Todas as características avaliadas foram influenciadas pela espécie de planta daninha em competição com a cultura. *C. benghalensis* causou maiores alterações na concentração de CO₂ interna na folha, no CO₂ consumido e na taxa fotossintética, quando comparada à testemunha, do que *B. pilosa* e *B. plantaginea*.

Palavras-chave: interferência, *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis*, *Brachiaria plantaginea*, variáveis fisiológicas.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate characteristics associated with the photosynthetic activity of cassava plants in competition with weeds or not. The trial was performed on open environment conditions, with experimental units consisting of fiber glass vases with 150 dm³ filled with Red Yellow Latosol, previously fertilized. Treatments consisted in the cultivation of cassava plants isolated and associated to three weed species (*Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* and *Brachiaria plantaginea*). After cassava shooting, 15 days after planting, it was performed a removal of the weeds excess, sown at the time of cassava planting, leaving six plants m⁻² of *B. pilosa* and four

plants m^{-2} of *C. benghalensis* and *B. plantaginea*. At 60 days after the cassava shooting it were evaluated the internal leaf CO_2 concentration (C_i), leaf temperature at the evaluation time (T_{leaf}) and photosynthetic rate (A), being also calculated the CO_2 consumption (ΔC) for cassava plants. It was also established a correlation matrix between the variables. All characteristics were influenced by the weeds species in competition with the crop. *C. benghalensis* caused major changes in internal leaf CO_2 concentration, CO_2 consumption and photosynthetic rate, when compared to the control, than *B. pilosa* and *B. plantaginea*.

Keywords: interference, *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis*, *Brachiaria plantaginea*, physiological variables.

INTRODUÇÃO

A competição entre plantas de uma mesma espécie ou de espécies diferentes pode afetar a quantidade e a qualidade da produção, bem como a eficiência de aproveitamento dos recursos do ambiente (VanderZee & Kennedy, 1983; Melo *et al.*, 2006). Este fato pode ser entendido avaliando-se as características fisiológicas associadas à fotossíntese como a concentração interna e externa de gases (Kirschbaum & Pearcy, 1988), composição e intensidade da luz (Sharkey & Raschke, 1981) e o acúmulo de massa produzido pelas plantas em diferentes condições.

Embora a capacidade de condução e trocas gasosas pelos estômatos seja considerada como a principal limitação da assimilação de CO_2 fotossintético (Hutmacher & Krieg, 1983), é improvável que as trocas gasosas venham a limitar a taxa de fotossíntese quando em interação com outros fatores. Todavia, a taxa fotossintética está diretamente relacionada à radiação fotossinteticamente ativa (composição da luz), aos fatores de disponibilidade hídrica e às trocas gasosas (Naves-Barbiero *et al.*, 2000). As plantas possuem necessidades de luz específicas, predominantemente nas faixas do vermelho e azul (Messinger *et al.*, 2006). Quando as plantas não recebem estes comprimentos de luz de forma satisfatória, necessitam se adaptar para sobreviver (Attridge, 1990). Quando se encontram sob competição por luz, também se torna importante o balanço na faixa do vermelho e vermelho-distante (Weller *et al.*, 1997), que é afetado pelo sombreamento, influenciando a eficiência fotossintética (Da Matta *et al.*, 2001).

Objetivou-se com este trabalho avaliar características associadas à atividade fotossintética de plantas de mandioca em competição ou não com três espécies daninhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo as unidades experimentais compostas por vasos de fibra de vidro, com capacidade para 150 dm³, preenchidas com Latossolo Vermelho Amarelo previamente adubado de acordo com as recomendações de adubação de Cantarutti et al. (2007). Todos os vasos foram perfurados na base e receberam uma camada de 5 cm de pedra britada antes de serem preenchidas com o solo, visando a drenagem do excesso de água da chuva ou de irrigação. Durante todo o período de condução do experimento manteve-se a umidade do solo em aproximadamente 2/3 da capacidade de campo por meio de irrigações periódicas de acordo com a necessidade.

Para instalação do experimento uma maniva de mandioca de 15 cm de comprimento foi plantada em cada unidade experimental. Nesta mesma ocasião foram semeadas em cada parcela experimental, conforme tratamento especificado, as espécies daninhas *Bidens pilosa* (três plantas m⁻²) ou *Brachiaria plantaginea* (seis plantas m⁻²), sendo a *C. benghalensis* transplantada por mudas (três m⁻²). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, em fatorial 3 x 8. Plantas oriundas do banco de sementes do solo foram semanalmente eliminadas por arranquio manual.

Aos 60 dias após a emergência da cultura (DAE), as análises foram realizadas com um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA4. Tais análises foram realizadas na primeira folha completamente expandida, a partir do ápice, das plantas de mandioca no período da manhã, entre 8 e 10 h. Cada bloco foi analisado em uma manhã, de forma a manter as condições ambientais mais homogêneas possíveis. Foram avaliados a concentração de CO₂ interna da folha (C_i - μmol mol⁻¹), temperatura da folha no momento da avaliação (T_{leaf} - °C) e taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹), sendo calculado ainda o CO₂ consumido (ΔC - μmol mol⁻¹) a partir dos valores de CO₂ de referência e CO₂ na câmara de avaliação.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, em caso de significância, as médias foram comparadas aos pares pelo teste da diferença mínima significativa (DMS). Todas as análises foram realizadas a 5 % de probabilidade, no software estatístico SAEG. Entre as variáveis estudadas, foram estimadas e testadas, pelo teste t, as correlações de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de mandioca cultivadas livre de competição apresentaram maior ($P < 0,05$) concentração interna de CO_2 na folha (C_i) do que quando competindo com as plantas daninhas (Tabela 1). Menor concentração ($P < 0,05$) de CO_2 nas folhas foi observada quando as plantas de mandioca estavam se desenvolvendo em competição com *C. benghalensis*. A C_i é considerada variável fisiológica, influenciada pela espécie, mas também altamente dependente dos fatores ambientais como disponibilidade de água, de luz, entre outros (Ometto et al., 2003). Os maiores valores ($P < 0,05$) de C_i observados em plantas de mandioca quando em competição com *B. Pilosa* ou *B. plantaginea*, em comparação com *C. benghalensis*, podem ser atribuídos ao aumento do nível metabólico das plantas, como forma de incrementar a taxa de crescimento e escapar do sombreamento causado pelas espécies daninhas. Acredita-se que sob essas condições ocorra menor C_i , ou seja, o CO_2 foi consumido em função do aumento da taxa metabólica. O efeito das plantas de *C. benghalensis* sobre a C_i das plantas de mandioca não foi muito marcante, sendo apenas suficiente para que a mandioca reconhecesse a imposição de competição, e estimulasse seu metabolismo de forma a incrementar sua capacidade competitiva. A qualidade da luz regula vários processos na planta, como germinação, morfogênese e florescimento (Ballaré et al., 1992; Casal & Smith, 1989). As respostas morfológicas são bem conhecidas e incluem alongação acentuada do caule, diminuição na proporção de peso seco entre folha/caule e redução no perfilhamento. Já foi demonstrado que essas respostas são acionadas por fitocromos em resposta a baixas relações Vermelho:Vermelho Distante (V:VD) sob os dosséis (Smith, 1982). Pesquisas realizadas por Ballaré, Casal e colaboradores mostraram que essas respostas à alteração na relação V:VD ocorrem antes do início do sombreamento mútuo entre vizinhos. Baseado nesse trabalho, foi proposto que a radiação vermelho distante refletida por folhas próximas é um meio de detecção precoce que sinaliza a iminência da competição durante o desenvolvimento do dossel (Ballaré et al., 1990, 1992; Meroto Jr. et al., 2009). Provavelmente foi o que ocorreu quando a planta de mandioca competia com *C. benghalensis*, ou seja, a simples presença desta espécie daninha foi suficiente para que a mandioca aumentasse o metabolismo, como forma de evitar a futura imposição de competição por recursos como a luz.

As espécies *B. Pilosa* e *B. plantaginea* apresentam rápido crescimento e elevada capacidade de consumir os recursos do meio de forma eficiente, enquanto *C. benghalensis*, é uma espécie que sobrevive em ambientes menos conturbados. De

acordo com Grime (1979), a competição é uma forma de plantas vizinhas utilizarem os mesmos recursos, e o sucesso na competição é fortemente determinado pela capacidade da planta em capturar recursos. Assim, um bom competidor apresenta alta taxa de crescimento relativo, podendo utilizar os recursos disponíveis rapidamente. Para Tilman (1980), sucesso competitivo é a habilidade para extrair recursos escassos e para tolerar essa escassez de recursos. Portanto, nessa teoria, um bom competidor poderia ser a espécie com menor requerimento de recursos (Radosevich et al., 1997).

A luz influencia indiretamente a abertura estomática pelo seu efeito na assimilação de CO₂ (Sharkey & Raschke, 1981 e Nishio et al., 1994). No entanto, a abertura estomática é menos dependente da C_i, respondendo à luz diretamente (Radosevich, 1997). Logo, em condição de competição e sombreamento, o balanço da luz participa no controle da abertura estomática e no balanço de gases entre a parte interna da folha e o meio externo (Loreto & Bonghi, 1989; Tallman & Zeiger, 1988). Em estudos com plantas de girassol submetidas a estresse hídrico, a concentração de CO₂ interna na folha (C_i) aumentou, enquanto a taxa de fotossíntese (A) foi reduzida. Ao se remover o agente causador do estresse, a planta recuperou a capacidade fotossintética e o C_i foi normalizado (Corniani et al., 2006).

Concordando com o observado para a variável C_i, o consumo de CO₂ (ΔC) aumentou em função do decréscimo do C_i, ou seja, quanto maior o ΔC do mesófilo, maior o gradiente criado entre a parte interna da folha e o meio externo. Quando as três espécies daninhas foram comparadas, *C. benghalensis* foi a que menos (P<0,05) afetou o consumo de CO₂ pela planta de mandioca, pois se observou maior gradiente entre o meio interno e externo das folhas de mandioca, principalmente em função do estímulo ao metabolismo devido à baixa competição entre a cultura e a espécie daninha. As espécies *B. pilosa* e *B. plantaginea*, por sua vez, influenciaram as plantas de mandioca de forma que, mesmo sob competição, quando o metabolismo dessas deveria ter sido estimulado, não foram observadas diferenças (P>0,05) em relação à testemunha livre de competição.

A temperatura da folha de mandioca apresentou-se mais elevada quando sob competição com *C. benghalensis*, em função principalmente do estímulo ao metabolismo causado pela presença desta espécie daninha, pela baixa competição exercida, ou pela simples modificação da qualidade da luz refletida pela espécie (Radosevich et al., 1997). Logo após, situou-se a testemunha livre de competição, cuja temperatura da folha indica a taxa do metabolismo adequada à espécie quando livre de competição. Nesta situação, a planta assume crescimento mais balanceado, distribuindo

os fotoassimilados de forma proporcional entre a parte aérea e raízes, o que não acontece sob competição (Radosevich et al., 1997). O metabolismo do vegetal causa incremento na temperatura da folha, de forma que, via de regra, a temperatura da folha é superior à temperatura do ar ao seu redor. Sendo assim, o incremento no metabolismo pode ser indiretamente aferido em função da temperatura da folha. Normalmente, a diferença entre a temperatura da folha e do ar ao seu redor é de somente 1 ou 2 °C, mas em casos extremos pode exceder a 5 °C (Atkin et al., 2000). Em seguida, se situou a planta de mandioca que competia com *B. pilosa* ou com *B. plantaginea*, que não diferiram da testemunha, mas também foram iguais à planta de mandioca que competia com *C. benghalensis*. Isto indica que estas espécies daninhas foram capazes de evitar que a planta de mandioca reagisse adequadamente à imposição de competição, provavelmente pela privação do acesso da cultura a níveis adequados de determinado recurso, como luz ou água, por exemplo.

A fotossíntese, e conseqüentemente a respiração, dependem de constante fluxo de CO₂ e O₂ entrando e saindo da célula; este fluxo livre está em função da concentração de CO₂ e O₂ nos espaços intercelulares dependentes da abertura estomática, controladora majoritária do fluxo de gases (Messinger et al., 2006). Esta, por sua vez, é em grande parte controlada pela turgescência tanto das células-guarda (que controlam a abertura dos estômatos) como das células epidérmicas dos estômatos (Humble & Hsiao, 1970). Um potencial hídrico baixo, que induz o fechamento do estômato e reduz a condutância foliar, inibe a fotossíntese e também a transpiração, o que normalmente resulta na elevação da temperatura da folha (Attridge, 1990).

A taxa fotossintética também foi maior (P<0,05) para a planta de mandioca que competia com *C. benghalensis*, quando comparada aos demais tratamentos. Segundo Merotto Jr. et al. (2009), o efeito da alteração da qualidade da luz pelas plantas daninhas pode ser um fator que afeta o desenvolvimento da cultura. A taxa fotossintética da planta de mandioca competindo com *C. benghalensis* foi de 7,32 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, enquanto nos demais tratamentos o valor médio foi de 5,50 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹. O balanço e a composição da radiação incidente sobre a planta quando em competição, ou condição de sombreamento, aliados ao nível de carboidratos nas folhas, podem aumentar a taxa respiratória diretamente ou por meio de vias alternativas associadas à cadeia respiratória (Pystina & Danilov, 2001), o que poderia tornar o saldo da fotossíntese ainda menor e reduzir a capacidade de acúmulo de massa da planta. Várias espécies de plantas daninhas e culturas comerciais alteram a taxa fotossintética em diferentes níveis sob mesmas condições ambientais (Procópio et al., 2004).

De maneira geral, as características avaliadas foram influenciadas pela competição da mandioca com as plantas daninhas *B. pilosa* e *B. plantaginea*. Verificou-se que estas competem mais eficientemente com as plantas de mandioca por quantidades de radiação solar e água. Todavia, não se observou efeito negativo da competição de plantas de mandioca com a *C. benghalensis*. Esta parece afetar mais a composição da luz, em função da reflexão de comprimentos de onda específicos, que fazem com que a planta de mandioca possa prever a imposição de competição antes mesmo que esta atinja níveis prejudiciais às plantas da cultura.

LITERATURA CITADA

- ATKIN, O. K. et al. Leaf respiration of Snow Gum in the light and dark. Interactions between Temperature and Irradiance. **Plant Physiol.**, v. 122, p. 915–923, 2000.
- ATTRIDGE, T. H. The natural light environment. In: ATTRIDGE, T. H. (Ed.) **Light and plant responses**. London: Edward Arnold, 1990. p. 1-5.
- BALLARÉ, C. L., SCOPEL, A. L., SÁNCHEZ, R. A. Far-red radiation reflected from adjacent leaves an early signal of competition in plant canopies. *Science*, Washington, v. 247, p. 329-332, 1990.
- BALLARÉ, C. L., SCOPEL, A. L., SÁNCHEZ, R. A., et al. Photomorphogenic processes in the agricultural environment. **Photochem. Photobiol.**, v. 56, p. 777-788, 1992.
- CANTARUTTI, R. B. et al. Avaliação da Fertilidade do Solo e Recomendação de Fertilizantes. In: NOVAIS R. F., et al. Fertilidade do Solo. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Gráfica Suprema, 2007, v. 1, p. 769-850.
- CASAL, J. J. & SMITH, H. (1989) The function, action and adaptive significance of phytochrome in light-grown plants. **Plant, Cell and Environment**, 12, 855-862.
- CORNIANI, N. et al. Determinação das trocas gasosas e de potencial hídrico através do uso de sistemas portáteis na avaliação do estresse. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14., 2006, Piracicaba. **Anais**. São Paulo: USP, 2006. CD-ROM.
- DA MATTA, F. M. et al. Actual and potential photosynthetic rates of tropical crop species. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 13, p. 24-32, 2001.
- GRIME, J.P. (1979) **Plant Strategies and Vegetation Processes**. John Wiley and Sons, Chichester.
- HUMBLE, G. D.; HSIAO, T. C. Light-dependent influx and efflux of potassium of guard cells during stomatal opening and closing. **Plant Physiol.**, v. 46, p. 483-487, 1970.

HUTMACHER, R. B.; KRIEG, D. R. Photosynthetic rate control in cotton. **Plant Physiol.**, v. 73, p. 658-661, 1983.

KIRSCHBAUM, M. U. F.; PEARCY, R. W. Gas exchange analysis of the relative importance of stomatal and biochemical factors in photosynthetic induction in *Alocasia macrorrhiza*. **Plant Physiol.**, v. 86, p. 782-785, 1988.

LORETO, F.; BONGI, G. Combined low temperature-high light effects on gas exchange properties of jojoba leaves. **Plant Physiol.**, v. 91, p. 1580-1585, 1989.

MELO, P. T. B. S. Et al. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. **R. Bras. Agrobiologia**, v. 12, p. 37-43, 2006.

MEROTO JR., A., FISHER, A. J., VIDAL, R. A. Perspectives of light quality knowledge as an advanced ecophysiological tool for weed management. **Planta Daninha** (no prelo)

MESSINGER, S. M. et al. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO₂. **Plant Physiol.**, v. 140, p. 771-778, 2006.

NAVES-BARBIERO, C. C. et al. Fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies lenhosas sempre-verdes no campo sujo e cerrado. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 12, p. 119-134, 2000.

NISHIO, J. N.; SUN, J.; VOGELMANN, T. C. Photoinhibition and the light environment within leaves. In: BAKER, N. R.; BOWYER, J. R. (Eds.) **Photoinhibition of photosynthesis**. BIOS Scientific Publishers, 1994. p. 1-24.

OMETTO, J. P. H. B. et al. Variação temporal do isótopo estável do carbono em material arbóreo em florestas da região Amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA, 4., 2003, Fortaleza. **Anais**. Rio Claro: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2003. CD-ROM.

PROCÓPIO, S. O. et al. Características fisiológicas das culturas de soja e feijão e de três espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, p. 211-216, 2004.

PYSTINA, N. V.; DANILOV, R. A. Influence of light regimes on respiration, activity of alternative respiratory pathway and carbohydrates content in mature leaves of *Ajuga reptans* L. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 13, p. 285-292, 2001.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**. New York: John Willey & Sons, 1997. 589 p.

SHARKEY, T. D.; RASCHKE, K. Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L. **Plant Physiol.**, v. 68, p. 1170-1174, 1981.

SMITH, H. Light quality, photoperception, and plant strategy. **Annu. Rev. Plant Physiol.** **33**, 481-518. 1982.

TALLMAN, G. & ZEIGER, E. (1988) Light quality and osmoregulation in *Vicia* guard cells. **Plant Physiology**, v. 88, 887-895, 1988.

TILMAN, D. Resources: a graphical-mechanistic approach to competition and predation. **American Naturalist**, 116, 362–393. 1980.

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

WELLER, J. L.; MURFET, I. C.; REID, J. B. Pea mutants with reduced sensitivity to far-red light define an important role for phytochrome A in day-length detection. **Plant Physiol.**, v. 114, p. 1225-1236, 1997.

Tabela 1. Características associadas ao uso da água de plantas de mandioca aos 60 dias após a emergência, em função da infestação por plantas daninhas. Viçosa/MG, 2009

Tratamentos	C_i ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	ΔC ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	T_{leaf} ($^{\circ}\text{C}$)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
Mandioca	295,7 a ¹	14,43 b	32,1 b	5,71 b
Mandioca x <i>B. pilosa</i>	256,4 b	12,73 b	33,6 ab	5,17 b
Mandioca x <i>C. benghalensis</i>	232,3 c	19,60 a	35,1 a	7,32 a
Mandioca x <i>B. plantaginea</i>	266,9 b	14,50 b	33,6 ab	5,93 b
CV (%)	10,0 %	19,4 %	3,6 %	15,2 %

¹ Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem pelo teste DMS a 5% de probabilidade. C_i = Concentração interna de CO₂ da folha; ΔC = CO₂ consumido durante a avaliação; T_{leaf} = temperatura da folha; A = taxa fotossintética.

Tabela 2. Matriz de correlação linear de Pearson em função das características associadas à fotossíntese de plantas de mandioca aos 60 dias após a emergência. Viçosa/MG, 2009

	C_i ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	ΔC ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	T_{leaf} ($^{\circ}\text{C}$)	A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
C_i	-			
ΔC	-0,60*	-		
T_{leaf}	-0,53	0,34	-	
A	-0,60*	0,96*	0,37	-

* = significativo pelo teste t (P<0,05). C_i = Concentração interna de CO₂ da folha; ΔC = CO₂ consumido durante a avaliação; T_{leaf} = temperatura da folha; A = taxa fotossintética.

EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA DE PLANTAS DE MANDIOCA EM CONDIÇÕES DE COMPETIÇÃO

Water use efficiency of cassava plants under competition conditions

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar características associadas à eficiência de uso da água de plantas de mandioca sob competição ou não com plantas daninhas. O experimento foi realizado em condições de ambiente aberto, sendo as unidades experimentais compostas por vasos de fibra de vidro de 150 dm³ preenchidos com Latossolo Vermelho Amarelo, previamente adubado. Os tratamentos consistiram no cultivo de plantas de mandioca isoladas e associadas a três espécies daninhas (*Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea*). Após início da brotação das manivas, 15 dias após o plantio, fez-se o desbaste das plantas daninhas, semeadas no momento do plantio das manivas, deixando-se oito plantas de *B. pilosa*, quatro de *C. benghalensis* e quatro de *B. plantaginea*. Aos 60 dias após a emergência (DAE), foram avaliados a condutância estomática de vapores de água (Gs), pressão de vapor na câmara subestomática (E_{an}), gradiente entre temperatura da folha e do ar (ΔT), taxa de transpiração (E) e a eficiência do uso da água (EUA). A espécie *B. pilosa* demonstrou maior capacidade de afetar o crescimento das plantas de mandioca. *B. plantaginea* é muito eficiente em utilizar a água, principalmente por apresentar metabolismo C₄, e se mantém competitiva com a mandioca mesmo sob baixo status hídrico temporário. *C. benghalensis*, por sua vez, não é boa competidora por luz e aparentemente não é causadora primária do esgotamento da água no solo. Os efeitos, nesse caso, das plantas daninhas, foram mais associados à competição. No entanto, eles foram considerados entre moderados a baixos. Isso implica que a competição estabelecida a nível experimental foi baixa.

Palavras-chave: *Bidens pilosa*; *Commelina benghalensis*; *Brachiaria plantaginea*; interferência.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate characteristics associated with the photosynthetic activity of cassava plants in competition with weeds or not. The trial was performed on open environment conditions, with experimental units consisting of fiber glass vases with 150 dm³ filled with Red Yellow Latosol, previously fertilized. Treatments consisted in the cultivation of cassava plants isolated and associated to three

weed species (*Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* and *Brachiaria plantaginea*). After cassava shooting, 15 days after planting, it was performed a removal of the weeds excess, sown at the time of cassava planting, leaving six plants m^{-2} of *B. pilosa* and four plants m^{-2} of *C. benghalensis* and *B. plantaginea*. At 60 days after emergence (DAE), it were evaluated stomatal conductance (Gs), vapor pressure in the substomatal chamber (E_{an}), temperature gradient between leaf and air (ΔT), transpiration rate (E) and water use efficiency (WUE). *B. pilosa* showed greater capacity to affect cassava plants growth. *B. plantaginea* is very efficient in using water, especially by presenting C_4 metabolism, and remains competitive with cassava even under temporarily low water status. *C. benghalensis*, in turn, is not a good competitor for light and apparently is not the primary cause of water depletion in the soil. The effects of weeds, in this case, were more associated with the competition. However, they were found between moderate to low. This implies that the competition established at experimental level was low.

Keywords: *Bidens pilosa*; *Commelina benghalensis*; *Brachiaria plantaginea*; interference.

INTRODUÇÃO

Vários fatores têm contribuído para a baixa produtividade da mandioca em nível nacional, sendo o manejo inadequado das plantas daninhas um dos mais importantes. Normalmente, os produtores de mandioca acreditam que, por ser essa cultura rústica, não precisam se preocupar muito com o controle das plantas daninhas (Albuquerque, 2008). Todavia, a competição existente entre as plantas daninhas e a cultura da mandioca pode afetar quantitativa e qualitativamente a sua produção (Carvalho, 2006). Esta competição modifica a eficiência de aproveitamento dos recursos do ambiente, como água, luz, nutrientes e espaços entre as espécies que ocupam o mesmo nicho ecológico (Sinclair et al., 1975; Melo et al., 2006).

Apesar de três quartos da superfície do planeta serem cobertos por água, apenas cerca de 0,31 %, estão realmente disponíveis. Portanto, a água não é um recurso tão abundante quanto se imagina (Esteves, 1988) e é mal distribuído, tornando-se, assim, de fundamental importância que o sistema de cultivo propicie melhor eficiência no seu uso. A eficiência do uso da água é definida pela relação entre grama de água transpirada por uma cultura por grama de matéria seca produzida. Neste sentido, culturas mais eficientes no uso da água produzem mais matéria seca por grama de água transpirada, por isso o uso eficiente da água está diretamente correlacionado ao tempo de abertura e resistência ou condutância estomática. Enquanto a planta absorve CO_2 para a fotossíntese, a água é perdida por transpiração, com intensidade variável dependendo do

gradiente de potencial entre superfície foliar e a atmosfera, seguindo uma corrente de potenciais hídricos (Pereira-Netto et al., 2002).

Quando plantas estão submetidas a forte competição na comunidade vegetal, as características fisiológicas do crescimento e desenvolvimento normalmente são alteradas, o que resulta em diferenças no aproveitamento dos recursos do ambiente, principalmente no uso da água, que influencia de modo direto a disponibilidade de CO₂ no mesófilo foliar e a temperatura da folha, conseqüentemente a eficiência fotossintética (Procópio, 2004).

Objetivou-se com o trabalho avaliar características associadas à eficiência de uso da água na cultura da mandioca em competição com *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sendo as unidades experimentais compostas por vasos de fibra de vidro, com capacidade para 150 dm³, preenchidas com Latossolo Vermelho Amarelo previamente adubado de acordo com as recomendações de adubação de Cantarutti et al. (2007). Todos os vasos foram perfurados na base e receberam uma camada de 5 cm de pedra britada antes de serem preenchidas com o solo, visando a drenagem do excesso de água da chuva ou de irrigação. Durante todo o período de condução do experimento manteve-se a umidade do solo em aproximadamente 2/3 da capacidade de campo por meio de irrigações periódicas de acordo com a necessidade.

Para instalação do experimento uma maniva de mandioca de 15 cm de comprimento foi plantada em cada unidade experimental. Nesta mesma ocasião foram semeadas em cada parcela experimental, conforme tratamento especificado, as espécies daninhas *Bidens pilosa* (três plantas m⁻²) ou *Brachiaria plantaginea* (seis plantas m⁻²), sendo a *C. benghalensis* transplantada por mudas (três m⁻²). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, em fatorial 3 x 8. Plantas oriundas do banco de sementes do solo foram semanalmente eliminadas por arranquio manual. As densidades das espécies nas unidades experimentais foram propostas de acordo com consulta a especialistas da área.

Aos 60 dias após a emergência (DAE), variáveis associadas ao uso da água foram obtidas por meio de um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA4. As análises foram feitas na primeira folha completamente

expandida, a partir do ápice, das plantas de mandioca, entre as 8 e as 10 h da manhã. Cada bloco foi analisado em um dia, de forma a manter as condições ambientais mais homogêneas possíveis durante a avaliação. As variáveis avaliadas foram: condutância estomática de vapores de água ($G_s = \text{mol m}^{-1} \text{s}^{-1}$), pressão de vapor na câmara subestomática ($E_{an} = \text{mBar}$), gradiente entre temperatura da folha e do ar ($\Delta T = ^\circ\text{C}$), taxa de transpiração ($E = \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência do uso da água [EUA = $\text{mol CO}_2 \text{mol (H}_2\text{O)}^{-1}$], calculada utilizando os valores de quantidade de CO_2 fixado pela fotossíntese e quantidade de água transpirada.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, em caso de significância, as médias foram comparadas aos pares pelo teste da diferença mínima significativa (DMS). Todas as análises foram realizadas ao nível de 5% de probabilidade. Construiu-se posteriormente uma matriz de correlação entre as variáveis estudadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutância estomática (G_s) das plantas de mandioca em convivência com *B. pilosa* foi inferior somente ao tratamento onde a mandioca foi cultivada isoladamente (Tabela 1). *B. pilosa* é amplamente conhecida por possuir alta capacidade de extração de água do solo e por ser capaz de manter o crescimento sob potenciais hídricos nos quais a maioria das plantas já atingiu o ponto de murcha permanente (Procópio et al., 2004).

A condutância foliar é composta pela G_s e em pequena parte pela condutância cuticular da epiderme. Quando os estômatos estão abertos, a G_s é controlada quase totalmente pelas células guardas dos mesmos, e está diretamente correlacionada à transpiração (Tabela 2). Assim, a G_s é proporcional ao número, tamanho e diâmetro da abertura dos estômatos, características que dependem de outros fatores endógenos e ambientais (Brodribb & Holbrook, 2003). O controle da abertura e fechamento dos estômatos depende de uma série de fatores, como radiação solar, nível de CO_2 no mesófilo, umidade relativa (déficit de pressão de vapor do ar), potencial hídrico, e outros de menor magnitude como vento, substâncias de crescimento e ritmos endógenos próprios de cada espécie.

A pressão de vapor na câmara subestomática das folhas de mandioca (E_{an}) não foi alterada em função da competição entre as plantas de mandioca e as espécies *B. pilosa*, *C. benghalensis* ou *B. plantaginea* (Tabela 1). A E_{an} está diretamente relacionada ao status hídrico da planta e à dinâmica de fluxo de vapor de água. Mesmo

em uma folha transpirando rapidamente, a umidade relativa na câmara poderá exceder a 95% e o potencial hídrico resultante pode estar próximo de zero, incrementando as trocas com o meio ambiente, que possui potencial hídrico muito negativo. Sob estas condições, a pressão de vapor seria a pressão de vapor de saturação na temperatura da folha. Desta forma, a E_{an} é controlada pelo nível de umidade e temperatura da folha, e atua sobre a condutância estomática de vapores de água (G_s) e sobre a transpiração (E). Na Tabela 2, pode ser observada a alta correlação entre E e E_{an} , mesmo não sendo a última alterada em função da espécie com a qual a mandioca competia. Como a E_{an} não foi alterada em função da espécie daninha com a qual a cultura competiu, pode-se atribuir as alterações na G_s a fatores não relativos à planta de mandioca, como disponibilidade de água no solo ou velocidade do vento, fatores estes que podem ser alterados pela presença das plantas daninhas.

Incrementos no metabolismo podem ser indiretamente aferidos em função da temperatura da folha. Normalmente, a diferença entre temperatura da folha e do ar ao seu redor é de somente um ou dois graus, mas em casos extremos pode exceder 5 °C (Drake & Salisbury, 1972; Atkin et al., 2000). A temperatura da folha (T_{leaf}) foi menor na testemunha livre de infestação quando comparado com a planta que competia com *C. benghalensis* (Tabela 1). Plantas de mandioca que estavam sob competição com plantas de *B. pilosa* ou *B. plantaginea* situaram-se em patamar intermediário quanto à temperatura da folha, não diferindo da testemunha, nem da planta que competia com *C. benghalensis*, o que indica grau moderado de interferência. Quanto comparada à testemunha, a temperatura da folha de mandioca estava 3,0; 1,5 e 1,5 °C superior à observada nas folhas da testemunha, quando esta competia com *C. benghalensis*, *B. pilosa* e *B. plantaginea*, respectivamente.

Ao considerar que a estratégia competitiva de *B. pilosa* é a rápida depleção de água do solo, atingindo níveis não suportados pela maioria das demais plantas, pode-se afirmar que *C. benghalensis* não possui a mesma habilidade, pois a temperatura da folha da planta da cultura foi maior quando sob competição com *C. benghalensis*. Isto indica que, nesta situação, o metabolismo das plantas de mandioca estava mais ativo do que quando esta competia com as demais espécies daninhas. Além disso, o pequeno porte da *C. benghalensis* pode ter provocado baixa competição por luz com a cultura, sendo assim ambiente vantajoso para esta (Tabela 1).

A taxa de transpiração (E) foi dependente ($P < 0,05$) da espécie daninha com a qual a planta de mandioca competia, sendo superior para a testemunha livre de plantas daninhas e para a planta de mandioca que competia com *C. benghalensis*. Isto sustenta a

hipótese considerada de que *C. benghalensis* não é uma planta hábil na competição por luz, pois a cultura apresentou maior temperatura da folha e maior intensidade de transpiração quando competindo com esta espécie, o que indica alta taxa metabólica e crescimento acelerado devido à baixa competição (Tabela 1). *B. plantaginea*, por outro lado, provocou redução ($P < 0,05$) moderada na intensidade de transpiração das plantas de mandioca, enquanto *B. pilosa* redução ($P < 0,05$) severa. Como anteriormente citado, a estratégia competitiva de *B. pilosa* é a extração de água do solo, a níveis suportados por ela, mas não pelas plantas com as quais compete. Desta forma, supõe-se que poderia haver baixo nível de água no solo, o que resultaria em déficit de água para as plantas de mandioca e não ocasionaria efeito negativo a espécie *B. pilosa* em função principalmente da reduzida intensidade de transpiração. A estratégia de *B. plantaginea* provavelmente seja diferente da espécie de *B. pilosa*, pois a diminuição do nível de água do solo pode ter sido menor, e provavelmente por isso a planta de mandioca conseguiu manter níveis mais adequados de transpiração. Os efeitos, nesse caso, foram mais associados à competição. No entanto, eles foram entre moderados a baixos. Isso implica que a competição estabelecida a nível experimental foi baixa.

A eficiência do uso da água (EUA) é definida pela relação entre grama de água transpirada por uma cultura por grama de matéria seca produzida. Por isso, é altamente influenciada pelo tipo de metabolismo do carbono da espécie e por outras características morfofisiológicas, como densidade e abertura dos estômatos, revestimento da superfície foliar (presença de tricomas, cerosidade na folha) e posicionamento dos estômatos em relação à superfície da folha (planos ou em cavidades). A EUA é também influenciada pelos fatores ambientais, como temperatura da folha, velocidade do vento e umidade relativa do ar. Quando sob condições de temperatura amena, as plantas de mandioca normalmente são muito eficientes quanto ao uso da água, ou seja, perdem menos água que muitas espécies, para a fixação da mesma quantidade de CO_2 (El-Sharkawy, 2003). Este experimento foi avaliado sob temperaturas mais elevadas, ao redor de $30\text{ }^\circ\text{C}$, o que resultou em valores de EUA mais baixos que os normalmente relatados para plantas de mandioca (El-Sharkawy & Cock, 1984). No entanto, o comparativo entre tratamentos define claramente que, na ausência de competição, as plantas de mandioca foram mais eficientes quanto ao uso da água, principalmente quando competindo com *B. Pilosa*, o que está diretamente relacionado à menor transpiração observada nesta situação, em função de algum déficit de água criado contra a cultura (Tabela 1).

A espécie *B. pilosa* demonstrou maior capacidade de afetar o crescimento das plantas de mandioca, em função principalmente da sua capacidade de depleção da água

do solo, e por continuar a se desenvolver sob baixo potencial hídrico. *B. plantaginea* é muito eficiente em utilizar a água, principalmente por apresentar metabolismo C₄, e se mantém competitiva com a mandioca mesmo sob baixo status hídrico temporário. Além disso, é eficiente na competição por luz devido à alta produção de matéria seca, que pode facilmente sombrear plantas novas de mandioca. *C. benghalensis*, por sua vez, não é boa competidora por luz e aparentemente não é causadora primária do esgotamento da água no solo, o que a caracteriza como espécie de baixa capacidade competitiva com a mandioca.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, J. A. A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, 2008, vol.26, n.2, p.279-289.

ATKIN, O. K. et al. Leaf respiration of Snow Gum in the light and dark. Interactions between Temperature and Irradiance. **Plant Physiol.**, v. 122, p. 915–923, 2000.

BRODRIBB, T. J.; HOLBROOK, N. M. Stomatal closure during leaf dehydration, correlation with other leaf physiological traits. **Plant Physiol.**, v. 132, p. 2166–2173, 2003.

CANTARUTTI, R. B. et al. Avaliação da Fertilidade do Solo e Recomendação de Fertilizantes. In: NOVAIS R. F., et al. Fertilidade do Solo. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Gráfica Suprema, 2007, v. 1, p. 769-850.

CARVALHO, J. E. B.; PERESSIN, V. A.; ARAÚJO, A. M. A. Manejo e controle de plantas daninhas. IN: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (eds.) **Aspectos Socioeconômicos e Agronômicos da Mandioca** – Cruz das Almas – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 817p.

DRAKE, B. G.; SALISBURY, F. B. Aftereffects of low and high temperature pretreatment on leaf resistance, transpiration, and leaf temperature in *Xanthium*. **Plant Physiol.**, v. 50, p. 572-575, 1972.

EL-SHARKAWY, M. A. & COCK, J. H. Water Use Efficiency of Cassava. I. Effects of Air Humidity and Water Stress on Stomatal Conductance and Gas Exchange. **Crop Sci.** 24:497-502 (1984).

EL-SHARKAWY, M. A. Cassava biology and physiology. **Plant Molecular Biology.** Volume 53, Number 5 / November, 2003

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R.; MENDONÇA, C. G. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigado por pivô central. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 1-7, 2005.

MELO, P. T. B. S. et al. Comportamento de populações de arroz irrigado em função das proporções de plantas originadas de sementes de alta e baixa qualidade fisiológica. **R. Bras. Agrociência**, v. 12, p. 37-43, 2006.

PEREIRA-NETTO, A. B. Crescimento e desenvolvimento. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Eds.) **Fisiologia vegetal - produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002, p. 17-42.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. et al. Ponto de murcha permanente de soja, feijão e plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, p. 35-41, 2004.

ROCHA, D. C., RODELLA, R. A., MARTINS, D. et al. Efeito de herbicidas sobre quatro espécies de trapoeraba. **Planta Daninha**, 2007, vol.25, no.2, p.359-364. ISSN 0100-8358.

SINCLAIR, T. R. et al. Water use efficiency of field-grown maize during moisture stress. **Plant Physiol.**, v. 56, p. 245-249, 1975.

Tabela 1. Componentes fisiológicos de plantas de mandioca aos 40 dias após a emergência, em função da competição com *B. pilosa*, *C. benghalensis* ou *B. plantaginea*

Tratamentos	E^4 (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	G_s^5 (mol m ⁻¹ s ⁻¹)	T_{leaf}^6 (°C)	E_{an}^7 (mBar)	EUA^8 (mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)
Mandioca sem competição	3,57 a*	0,13 a	32,1 b	22,40 a	1,81 b
Mandioca x <i>B.pilosa</i> ¹	2,31 c	0,07 b	33,6 ab	21,03 a	2,26 a
Mandioca x <i>C.benghalensis</i> ²	3,69 a	0,11 ab	35,1 a	24,57 a	1,98 ab
Mandioca x <i>B.plantaginea</i> ³	3,15 b	0,12 ab	33,6 ab	23,47 a	1,90 ab
CV (%)	19,7	24,40	3,60	6,6	9,8

¹ Mandioca competindo com 8 plantas de *Bidens pilosa*; ² Mandioca competindo com 4 plantas de *Commelina benghalensis*; ³ Mandioca competindo com 4 plantas de *Brachiaria plantaginea*; ⁴ Taxa de transpiração; ⁵ Condutância estomática de vapores de água. ⁶ Gradiente entre temperatura da folha e do ar; ⁷ Pressão de vapor na câmara subestomática das folhas de mandioca; ⁸ Eficiência do uso da água.

* Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste DMS a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Matriz de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas de plantas de mandioca, avaliadas aos 40 dias após a emergência

	E^1 (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	G_s^2 (mol m ⁻¹ s ⁻¹)	T_{leaf}^3 (ΔT)	E_{an}^4 (mBar)
G_s (mol m ⁻¹ s ⁻¹)	0,72*			
T_{leaf} (°C)	0,22	-0,36		
E_{an} (mBar)	0,87*	0,49	0,52	
EUA (mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹) ⁵	-0,26	-0,30	0,23	-0,09

¹ Taxa de transpiração; ² Condutância estomática de vapores de água. ³ Gradiente entre temperatura da folha e do ar; ⁴ Pressão de vapor na câmara subestomática das folhas de mandioca; ⁵ Eficiência do uso da água.

* significativo (P<0,05).

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E DE USO DA ÁGUA DE PLANTAS DANINHAS

Characteristics associated to photosynthesis and water use of weed species

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar características associadas à eficiência fotossintética e de uso da água de espécies de plantas daninhas. Os tratamentos foram compostos pelas espécies *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea*, semeadas individualmente nas unidades experimentais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em fatorial 3 x 4, com três repetições. Foram avaliadas características associadas ao uso da água – taxa transpiratória (E), condutância estomática (Gs), pressão de vapor na câmara subestomática (E_{an}) e eficiência do uso da água (EUA) – bem como à fotossíntese – concentração interna de CO₂ na folha (Ci), CO₂ consumido durante a avaliação (ΔC), temperatura média das folhas no momento da avaliação (T_{leaf}) e taxa fotossintética (A). *B. plantaginea* apresentou menor E, menor EUA e maiores A e Ci, diferindo das demais espécies envolvidas. *B. pilosa* apresentou os menores valores de EUA, A e T quando comparado às demais espécies. De acordo com os resultados, pode-se concluir que a *B. plantaginea* foi mais eficiente nas características relacionadas à fotossíntese, isto é, mais eficiente no aproveitamento da luz. *B. pilosa* foi mais eficiente nas características relacionadas ao aproveitamento da água.

Palavras-chave: *Bidens pilosa*; *Commelina benghalensis*; *Brachiaria plantaginea*; competição.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate characteristics associated with the photosynthetic efficiency and water use of weed species. Treatments were composed by the species *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* and *Brachiaria plantaginea*, sown individually in the experimental units. The experimental design was in randomized blocks in a 3 x 4 factorial, with three repetitions. Characteristics associated with water use - transpiratory rate (E), stomatal conductance (Gs), vapor pressure in the substomatal chamber (E_{an}) and water use efficiency (WUE) - as well as photosynthesis - internal leaf CO₂ concentration (Ci), CO₂ consumed during the evaluation (ΔC), leaves

average temperature at evaluation time (T_{leaf}) and photosynthetic rate (A) – were evaluated. *B. plantaginea* showed lower E, lower WUE and higher A and C_i , differing from the other involved species. *B. pilosa* showed lower values of WUE, A and T when compared to the other species. According to the results, it can be concluded that *B. plantaginea* was more efficient in characteristics related to the photosynthesis, i.e., more efficient use of light. *B. pilosa* was more efficient in characteristics related to water use.

Keywords: *Bidens pilosa*; *Commelina benghalensis*; *Brachiaria plantaginea*; competition.

INTRODUÇÃO

Quando plantas estão submetidas à competição, as características fisiológicas do crescimento e desenvolvimento normalmente são alteradas, o que resulta em diferenças no aproveitamento dos recursos do ambiente, principalmente no uso da água, que influencia de modo direto a disponibilidade de CO_2 no mesófilo foliar e a temperatura da folha, conseqüentemente a eficiência fotossintética da planta (Loreto & Bonghi, 1989).

A eficiência do uso da água é definida pela relação entre grama de água transpirada por uma cultura por grama de matéria seca produzida. Sendo assim, culturas mais eficientes no uso da água produzem mais matéria seca por grama de água transpirada. Em plantas que apresentam metabolismo C3 ou C4, o uso mais eficiente da água está diretamente correlacionado ao tempo de abertura estomática e resistência estomática, pois enquanto a planta absorve CO_2 para a fotossíntese, a água é perdida por transpiração, com intensidade variável dependendo da G_s e do gradiente de potencial entre superfície foliar e a atmosfera, seguindo uma corrente de potenciais hídricos (Pereira-Netto et al., 2002).

Vários são os fatores que influenciam direta ou indiretamente a fotossíntese; déficit hídrico, estresse térmico (Loreto & Bonghi, 1989), concentração interna e externa de gases (Kirschbaum & Pearcey, 1988) e composição e intensidade da luz (Sharkey & Raschke, 1981). Embora a capacidade de condução e trocas gasosas pelos estômatos seja considerada como a principal limitação da assimilação de CO_2 para o processo fotossintético (Hutmacher & Krieg, 1983), é improvável que as apenas trocas gasosas venham a limitar a taxa de fotossíntese quando em interação com outros fatores. A taxa fotossintética está diretamente relacionada à radiação fotossinteticamente ativa (composição da luz), aos fatores de disponibilidade hídrica, e às trocas gasosas (Naves-Barbiero et al., 2000).

Objetivou-se com este trabalho avaliar características associadas à eficiência fotossintética e de uso da água das plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente aberto ao final do período chuvoso, na Universidade Federal de Viçosa, no campo experimental Diogo Alves de Mello. As unidades experimentais constaram de vasos de fibra de vidro com capacidade para 150 dm³, preenchidas com Latossolo Vermelho amarelo, previamente adubado de acordo com Cantarutti et al. (2007).

Os tratamentos foram compostos pelas espécies *Bidens pilosa*, *Commelina benghalensis* e *Brachiaria plantaginea* plantadas individualmente nas unidades experimentais. Foram semeadas em cada parcela experimental, conforme tratamento especificado, as espécies daninhas *Bidens pilosa* (três plantas m⁻²) ou *Brachiaria plantaginea* (seis plantas m⁻²), sendo a *C. benghalensis* transplantada por mudas (três m⁻²). Durante todo o período de condução do experimento manteve-se a umidade do solo em aproximadamente 2/3 da capacidade de campo por meio de irrigações periódicas de acordo com a necessidade.

Aos 60 dias após a emergência de *Bidens pilosa* e *Brachiaria plantaginea* e o transplântio de *Commelina benghalensis*, as avaliações foram conduzidas nas três espécies com um analisador de gases infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA4, entre 8 e 10 h da manhã, sendo avaliadas as características associadas ao uso da água – taxa transpiratória ($E - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática de vapores de água ($G_s - \text{mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), pressão de vapor na câmara subestomática ($E_{\text{an}} - \text{mBar}$), eficiência do uso da água ($\text{EUA} - \mu\text{mol CO}_2 \mu\text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) – bem como à fotossíntese – concentração interna de CO₂ na folha ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$), CO₂ consumido durante a avaliação ($\Delta C - \mu\text{mol mol}^{-1}$), temperatura média das folhas no momento da avaliação ($T_{\text{leaf}} - ^\circ\text{C}$) e taxa fotossintética ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). As avaliações foram realizadas no terço médio da primeira folha completamente expandida do perfilho principal de *B. Plantaginea*, no trifólio central da primeira folha completamente expandida de *B. Pilosa*, e na primeira folha completamente expandida de *C. Benghalensis*.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, em caso de significância, as médias foram comparadas aos pares pelo teste da diferença mínima significativa (DMS). Todas as análises foram realizadas a 5 % de probabilidade, no software estatístico SAEG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutância foliar (G_s) não diferiu ($P > 0,05$) entre as espécies avaliadas, com valores ao redor de $0,06 \text{ mol m}^{-1} \text{ s}^{-1}$. A condutância foliar é composta em pequena parte pela condutância cuticular da epiderme e, quando os estômatos estão abertos, ocorre controle desta pelas células guardas dos estômatos. Assim, a G_s é proporcional ao número e tamanho dos estômatos e diâmetro da abertura do estômato, características que dependem de outros fatores endógenos e ambientais (Brodribb & Holbrook, 2003). A capacidade de troca de vapores de água entre o interior da folha e a superfície externa foi similar para todas as espécies avaliadas (Tabela 1). O controle da abertura e fechamento dos estômatos depende de uma série de fatores, como radiação solar, nível de CO_2 no mesófilo, umidade relativa (déficit de pressão de vapor do ar), potencial hídrico, e outros de menor magnitude como vento, substâncias de crescimento e ritmos endógenos próprios de cada espécie.

De maneira similar a G_s , a E_{an} também não foi alterada ($P > 0,05$) em função da espécie avaliada. A E_{an} está diretamente relacionada ao *status* hídrico da planta e à dinâmica de fluxo de vapor de água. Mesmo em uma folha com alta taxa transpiratória, a umidade relativa na câmara subestomática poderá exceder 95% e o potencial hídrico resultante pode estar próximo de zero, incrementando as trocas com o meio ambiente, que possui potencial hídrico muito negativo. Sob estas condições, a pressão de vapor seria a pressão de vapor de saturação na temperatura da folha. Desta forma, a E_{an} é controlada pelo nível de umidade e temperatura da folha, e atua sobre a condutância estomática de vapores de água (G_s) e sobre a transpiração (E).

A espécie *B. pilosa* é amplamente conhecida pela sua alta capacidade de extração de água do solo, embora não seja muito eficiente em utilizá-la. Esta espécie é capaz de manter seu crescimento sob valores de potencial hídrico em que a maioria das espécies daninhas atingiu o ponto de murcha permanente, podendo, em certos casos, ser beneficiado pela ocorrência de estresse hídrico moderado (Procópio, 2004). A espécie *B. plantaginea*, por outro lado, possui estratégia distinta de *B. pilosa* para sobreviver sob estresse hídrico. Enquanto *B. pilosa* é muito eficiente em extrair o recurso, *B. plantaginea* é eficiente em utilizá-lo, por apresentar fisiologia C_4 de metabolismo do carbono. Como *B. plantaginea* é capaz de continuar incorporando carbono mesmo sob concentrações próximas a zero ppm, pode passar maior tempo com os estômatos fechados e incrementar a eficiência do uso do recurso água.

O declínio de transpiração está associado ao fechamento dos estômatos e variações na abertura estomática causam alterações no potencial hídrico, por atuarem sobre a E (Brodrigg & Hill, 2000). A planta tende a fechar os estômatos quando os níveis de luz estão abaixo da radiação fotossinteticamente ativa, ou para evitar o estresse hídrico (Cochard et al., 2002). A planta de *B. plantaginea* foi superior ($P < 0,05$) às demais quanto à perda de água por transpiração. Provavelmente, isto se deve ao fato de esta planta apresentar metabolismo C_4 , tendo menor ponto de compensação de CO_2 . Logo, é capaz de diminuir a abertura dos estômatos por maior período de tempo, o que acarreta em redução da perda de água por transpiração. As características G_s , E_{an} , e E estão ligadas numa relação de custo/benefício, pois os processos de transpiração e captura de CO_2 só ocorrem quando os estômatos estão abertos, bem como a G_s . Além disso, E_{an} normalmente é muito reduzida em períodos de abertura estomática.

A eficiência do uso da água (EUA) representa a quantidade de CO_2 fixado para a produção de matéria seca em função da quantidade de água transpirada. A maior EUA ($P < 0,05$) observada para *B. plantaginea* sobre as demais espécies está diretamente relacionada à menor transpiração observada para esta espécie, pois como plantas C_4 são capazes de capturar CO_2 sob menores concentrações no mesófilo que plantas C_3 , permanecem menos tempo com os estômatos abertos (Tabela 1).

A C_i da folha diferiu entre espécies, sendo que *B. pilosa* apresentou maiores ($P < 0,05$) níveis de CO_2 , seguida por *C. benghalensis* e por *B. plantaginea* (Tabela 1). Esta é considerada uma característica fisiológica influenciada por fatores ambientais como disponibilidade hídrica, luz e energia, entre outros (Ometto et al., 2003). Quanto maior a taxa fotossintética da espécie, mais rapidamente o CO_2 é consumido, e menor sua concentração no interior da folha, supondo-se que os estômatos estejam fechados (Corniani et al., 2006). O consumo de CO_2 amplia as diferenças na concentração deste gás entre a parte interna da folha, e o ambiente externo, sendo que via de regra, quanto maior for este gradiente (ΔC), mais rapidamente o CO_2 entrará na folha após a abertura estomática, em função de um maior gradiente de concentração. Logo, constatou-se também que a menor concentração interna de CO_2 (C_i) refletiu em maior gradiente desse gás entre o interior da folha e a parte externa (ΔC).

Em função do metabolismo da planta a temperatura da folha, apresenta-se, via de regra, superior àquela do ar ao seu redor. Sendo assim, as alterações no metabolismo podem ser indiretamente afetadas em função da temperatura da folha quando o mesmo estiver ativo (Atkin et al., 2000). Concordando com o observado para C_i e ΔC , a temperatura da folha foi menor ($P < 0,05$) para *B. pilosa*, pois esta apresentou menor

consumo de CO₂ que as demais espécies, com maior C_i e menor ΔC que *B. plantaginea* (Tabela 1).

Semelhantemente ao encontrado para as variáveis C_i, ΔC e T_{leaf}, a fotossíntese foi maior para *B. plantaginea* em comparação as demais espécies (Tabela 1), provavelmente em função de esta apresentar metabolismo C₄, com menor ponto de saturação por CO₂, maior ponto de compensação luminosa e maior eficiência do uso da água que plantas C₃ (Taiz & Zeiger, 2004). A fotossíntese, e conseqüentemente a respiração, dependem de constante fluxo de CO₂ e O₂ entrando e saindo da célula; este fluxo livre é função da concentração desses gases nos espaços intercelulares dependentes da abertura estomática, controladora majoritária do fluxo dos mesmos (Messinger et al., 2006). Esta, por sua vez, é em grande parte controlada pela turgescência tanto das células-guarda (que controlam a abertura dos estômatos) como das células epidérmicas dos estômatos (Humble & Hsiao, 1970). Um potencial hídrico baixo, que induz o fechamento do estômato e reduz a condutância foliar, inibe a fotossíntese e também a respiração.

A luz influencia indiretamente a abertura estomática pelo seu efeito na assimilação de CO₂ (Sharkey & Raschke, 1981 e Nishio et al., 1994). No entanto, a abertura estomática é menos dependente da C_i, respondendo à luz diretamente (Radosevich, 1997). Logo, em condição de competição e sombreamento, o balanço da luz participa no controle da abertura estomática e no balanço de gases entre a parte interna da folha e o meio externo (Loreto & Bonghi, 1989; Tallman & Zeiger, 1988). Em estudos com plantas de girassol submetidas a estresse hídrico, a concentração de CO₂ interna na folha (C_i) aumentou, enquanto a taxa de fotossíntese (A) foi reduzida. Ao se remover o agente causador do estresse, a planta recuperou a capacidade fotossintética e o C_i foi normalizado (Corniani et al., 2006). Os mesmos resultados foram obtidos neste trabalho em função das espécies avaliadas (Tabela 1).

De maneira geral, é possível inferir que, em condições de menor disponibilidade hídrica, *B. plantaginea* tenda a sobrepassar *B. pilosa* e *C. benghalensis* em relação à competitividade por possuir menor taxa transpiratória, elevada eficiência no uso da água, metabolismo mais acurado (afetado pela temperatura da folha, menor C_i e maior ΔC) e maior taxa fotossintética. No entanto, em condição de estresse hídrico, *B. pilosa* pode ganhar a competição, pois esta espécie pode extrair água do solo sob baixo potencial, o que não ocorre com *B. plantaginea*. Esta, por sua vez, foi inferior a *C. benghalensis* quanto ao consumo de CO₂ e temperatura da folha, que indica menor taxa metabólica. No entanto esta espécie pode apresentar vantagens sobre *C. benghalensis*,

principalmente em função da alta capacidade de extrair água do solo o que pode compensar, pelo menos em parte, sua menor eficiência na utilização deste recurso.

LITERATURA CITADA

ATKIN, O. K. et al. Leaf respiration of Snow Gum in the light and dark. Interactions between Temperature and Irradiance. **Plant Physiol.**, v. 122, p. 915–923, 2000.

BRODRIBB, T. J.; HOLBROOK, N. M. Stomatal closure during leaf dehydration, correlation with other leaf physiological traits. **Plant Physiol.**, v. 132, p. 2166–2173, 2003.

CANTARUTTI, R. B. et al. Avaliação da Fertilidade do Solo e Recomendação de Fertilizantes. In: NOVAIS R. F., et al. Fertilidade do Solo. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Gráfica Suprema, 2007, v. 1, p. 769-850.

COCHARD, H. et al. Unraveling the effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in walnut. **Plant Physiol.**, v. 128, p. 282–290, 2002.

CORNIANI, N. et al. Determinação das trocas gasosas e de potencial hídrico através do uso de sistemas portáteis na avaliação do estresse. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14., 2006, Piracicaba. **Anais...** São Paulo: USP, 2006. CD-ROM.

COSTA, A. G. F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, M. C.M. D. R. Períodos de interferência de trapoeraba (*Commelina benghalensis* Hort.) no crescimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden). **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.4, p.471- 478, 2004.

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**, Viçosa, v. 23, n. 3, 2005.

HUMBLE, G. D.; HSIAO, T. C. Light-dependent influx and efflux of potassium of guard cells during stomatal opening and closing. **Plant Physiol.**, v. 46, p. 483-487, 1970.

HUTMACHER, R. B.; KRIEG, D. R. Photosynthetic rate control in cotton. **Plant Physiol.**, v. 73, p. 658-661, 1983.

KIRSCHBAUM, M. U. F.; PEARCY, R. W. Gas exchange analysis of the relative importance of stomatal and biochemical factors in photosynthetic induction in *Alocasia macrorrhiza*. **Plant Physiol.**, v. 86, p. 782-785, 1988.

LORETO, F.; BONGI, G. Combined low temperature-high light effects on gas exchange properties of jojoba leaves. **Plant Physiol.**, v. 91, p. 1580-1585, 1989.

MESSINGER, S. M. et al. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO₂. **Plant Physiol.**, v. 140, p. 771-778, 2006.

NAVES-BARBIERO, C. C. et al. Fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies lenhosas sempre-verdes no campo sujo e cerrado. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 12, p. 119-134, 2000.

NISHIO, J. N.; SUN, J.; VOGELMANN, T. C. Photoinhibition and the light environment within leaves. In: BAKER, N. R.; BOWYER, J. R. (Eds.) **Photoinhibition of photosynthesis**. BIOS Scientific Publishers, 1994. p. 1-24.

OMETTO J. P. H. B. et al. Variação temporal do isótopo estável do carbono em material arbóreo em florestas da região Amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA, 4., 2003, Fortaleza. **Anais**. Rio Claro: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2003. CD-ROM.

PEREIRA-NETTO, A. B. Crescimento e desenvolvimento. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Eds.). **Fisiologia vegetal - produção e pós-colheita**. Curitiba: Champagnat, 2002, p. 17-42.

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

RADOSEVICH, S. R., HOLT, J., GHERSA, C. **Weed ecology: Implication for managements**. New York. John Willey and Sons, 1997. 589 p.

RONCHI, C.P.; SILVA, A.A.. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, pp. 415-423, 2006.

SHARKEY, T. D.; RASCHKE, K. Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L. **Plant Physiol.**, v. 68, p. 1170-1174, 1981.

SILVA, A. A. et al. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007. p. 18-61.

Tabela 1. Variáveis associadas à fotossíntese e ao uso da água, em função da espécie daninha

Uso da Água*				
Espécie Daninha	G_s (mol m ⁻¹ s ⁻¹)	E_{an} (mBar)	E (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	EUA (mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)
<i>Bidens pilosa</i>	0,08 a ¹	19,90 a	2,17 a	0,98 b
<i>Commelina benghalensis</i>	0,07 a	21,57 a	2,40 a	1,26 b
<i>Brachiaria plantaginea</i>	0,04 a	20,30 a	1,71 b	4,85 a
CV (%)	32,9 %	4,2 %	16,8 %	91,3 %
Fotossíntese*				
Espécie Daninha	C_i (μmol mol ⁻¹)	ΔC (μmol mol ⁻¹)	T_{leaf} (°C)	A (μmol m ⁻² s ⁻¹)
<i>Bidens pilosa</i>	303,6 a	8,30 b	30,9 b	2,26 b
<i>Commelina. benghalensis</i>	282,1 b	8,17 b	34,3 a	3,07 b
<i>Brachiaria plantaginea</i>	31,2 c	21,83 a	35,1 a	8,44 a
CV (%)	73,6 %	61,5 %	7,4 %	73,2 %

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste DMS (P>0,05). * Taxa transpiratória (E), condutância estomática de vapores de água (G_s), pressão de vapor na câmara subestomática (E_{an}), eficiência do uso da água (EUA), concentração interna de CO₂ na folha (C_i), CO₂ consumido (ΔC), temperatura da folha (T_{leaf}) e taxa fotossintética (A).

CONCLUSÕES FINAIS

- As características relacionadas à fotossíntese da mandioca foram influenciadas pela competição com as plantas daninhas *B. pilosa* e *B. plantaginea*.
- Não se observou efeito negativo da competição de plantas de mandioca com a *C. benghalensis*. Esta afeta mais a composição da luz, em função da reflexão de comprimentos de onda específicos, que fazem com que a planta da cultura possa prever a imposição de competição antes mesmo que esta atinja níveis prejudiciais às plantas da mandioca.
- A espécie *B. pilosa* demonstrou maior capacidade de afetar o crescimento das plantas de mandioca, em função principalmente da sua capacidade de depleção da água do solo, e por continuar a se desenvolver sob baixo potencial hídrico.
- *B. plantaginea* é muito eficiente em utilizar a água e se mantém competitiva com a mandioca mesmo sob baixo status hídrico temporário. Além disso, é eficiente na competição por luz devido à alta produção de matéria seca.
- *C. benghalensis* não é boa competidora por luz e aparentemente não é causadora primária do esgotamento da água no solo.
- Em condições de menor disponibilidade hídrica, *B. plantaginea* foi mais competitiva que *B. pilosa* e *C. benghalensis* para as variáveis relacionadas à atividade fotossintética.
- Em condição de estresse hídrico, *B. pilosa* ganha a competição, pois esta espécie pode extrair água do solo sob baixo potencial, o que não ocorre com *B. plantaginea*. Esta, por sua vez, foi inferior a *C. benghalensis* quanto ao consumo de CO₂ e temperatura da folha, que indica menor taxa metabólica. No entanto esta espécie pode apresentar vantagens sobre *C. benghalensis*, principalmente em função da alta capacidade de extrair água do solo.