



Características fotossintéticas de cultivares de mandioca tratadas com fluazifop-p-butyl e fomesafen¹

Photosynthetic characteristics of cassava cultivars treated with fluazifop-p-butyl and fomesafen

Hellen Martins da Silveira^{2*}, Daniel Valadão Silva³, Felipe Paolinelli de Carvalho⁴,
Manoel Delintro de Castro Neto⁵, Antonio Alberto da Silva⁶, Tocio Sedyama⁷

Resumo – Um dos mais importantes componentes do custo de produção da mandioca refere-se aos gastos com o controle de plantas daninhas. Isto pode ser atribuído a pouca disponibilidade de herbicidas registrados para uso nessa cultura. Uma das maneiras para selecionar novos agrotóxicos seletivos para culturas pode ser através da avaliação de características fotossintéticas de plantas após aplicação de herbicidas. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos dos herbicidas fluazifop-p-butyl e fomesafen, aplicados isoladamente e em mistura, sobre as variáveis fotossintéticas de cinco cultivares de mandioca (Cacau-UFV, Platina, Coqueiro, Coimbra e IAC-12). Os tratamentos foram aplicados aos 30 dias após o plantio, quando as plantas de mandioca apresentavam aproximadamente 30 cm de altura. Aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos foram avaliadas a concentração de CO₂ subestomática, a taxa fotossintética e o CO₂ consumido pela cultura. A mistura dos herbicidas fluazifop-p-butyl+fomesafen provocou incrementos na quantidade de CO₂ consumida, concentração de CO₂ na câmara subestomática e na taxa fotossintética dos cultivares avaliados. No entanto, a aplicação dos herbicidas separadamente não alterou as características avaliadas apresentando potencial para a utilização na fase de pós-emergência da mandioca.

Palavras-chave - Característica fisiológica. Consumo de CO₂. Fotossíntese. Herbicida. *Manihot esculenta* Crantz.

Abstract - The spending on weed control is an important component of production cost of cassava. It may be due to a limited availability of registered herbicides for use on this culture. To select new selective herbicides for cultures, it may be used the evaluation of plant photosynthetic characteristics after application. Thus, with this work, it was aimed to evaluate the effects of fluazifop-p-butyl and fomesafen herbicides, applied separately and in mixture, on the photosynthetic variables of five cassava cultivars (Cacau-UFV, Platina, Coqueiro, Coimbra and IAC-12). The treatments were applied 30 days after planting, when the cassava plants had approximately 30 centimeters of height. 30 days after application of treatments, it was evaluated substomatic CO₂ concentration, photosynthetic rate and CO₂ consumption by culture. The mixture of the herbicides fluazifop-p-butyl + fomesafen caused increases in the quantity of CO₂ consumed, CO₂ concentration in the substomatic chambers and photosynthetic rate of the cultivars evaluated. However, the application of herbicides separately did not alter the characteristics evaluated with potential for use in post-emergence of cassava.

Key words - Physiology characteristic. CO₂ consumption. Photosynthesis. Herbicide. *Manihot esculenta* Crantz.

*Autor para correspondência

¹Enviado para publicação em 07/06/2012 e aprovado em 25/09/2012

²Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil, hellenufv@hotmail.com

³Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, danielvaladaos@yahoo.com.br

⁴Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, felipepaolinelli@yahoo.com.br

⁵Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, mdc.neto@hotmail.com

⁶Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, aasilva@ufv.br

⁷Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, t.sedyama@ufv.br

Introdução

A mandioca é uma planta arbustiva, perene, da família Euphorbiaceae, cultivada principalmente para o consumo de suas raízes. Apesar de ser importante fonte de alimento para as regiões tropicais, em especial para o Brasil, a mandioca tem sido relativamente pouco estudada em nosso país. Nesse sentido, é necessário aumentar as pesquisas sobre a cultura da mandioca, para que se possa melhor compreender as alterações fisiológicas e bioquímicas, sendo importante avaliar a produção e distribuição dos carboidratos ao longo do seu crescimento e desenvolvimento, na presença e na ausência de plantas daninhas (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012).

Esta espécie se caracteriza por ter o metabolismo C3 (UENO; AGARIE, 1997) com taxas máximas de fotossíntese variando de 13-24 mol CO₂ m⁻² s⁻¹ em casa de vegetação ou em câmaras de crescimento (DA MATTA *et al.*, 2001) e de 20 a 35 mmol CO₂ m⁻² s⁻¹ no campo (EL-SHARKAWY; COCK, 1990). Exibe ponto de compensação de CO₂ alto, 49-68 mL L⁻¹ (ANGELOV *et al.*, 1993) com temperatura ótima para a fotossíntese de 35°C. El-Sharkawy *et al.* (1992b) e Angelov *et al.* (1993) observaram que a fotossíntese não saturou-se em intensidades luminosas próximas de 2000 mmol PAR m⁻² s⁻¹.

A atividade fotossintética da mandioca pode ser influenciada pela deficiência hídrica, estresse térmico (LORETO; BONGI, 1989), concentração interna e externa de gases (KIRSCHBAUM; PEARCY, 1988), composição e intensidade da luz (SHARKEY; RASCHKE, 1981) e, principalmente, pelos danos causados pelos herbicidas (FERREIRA *et al.*, 2005; BARELA; CHRISTOFFOLETI, 2006).

Acredita-se ser possível selecionar herbicidas seletivos para uma cultura avaliando os efeitos desses produtos sobre as características fotossintéticas das plantas. Dentre os herbicidas que apresentam alta eficiência no controle de plantas daninhas em culturas anuais, como soja e feijão se destacam o fluazifop-p-butyl e o fomesafen aplicados isoladamente e em mistura (FONTES *et al.*, 2001). O fluazifop-p-butyl inibe a enzima acetil-CoA carboxilase (ACCase), bloqueando a síntese de lipídeos nas plantas suscetíveis (BURKE *et al.*, 2006); apresentando alta eficiência no controle de gramíneas originárias de sementes. O fomesafen atua inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (PPO) na presença de luz e oxigênio resultando na peroxidação dos lipídeos da membrana celular, controla com alta eficiência as plantas dicotiledôneas anuais (SILVA; SILVA, 2007).

Considerando a importância da descoberta de novos herbicidas seletivos para cultivares de mandioca, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos do fluazifop-p-butyl e

do fomesafen, isolados e em mistura, sobre as características fotossintéticas em cultivares de mandioca.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação de março a abril de 2011 utilizando plantas cultivadas em vasos contendo amostras de Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média. A análise química do solo apresentou pH (água) de 5,4; teor de matéria orgânica de 1,8 dag kg⁻¹ (Walkley-Black); P, K (Extrator Mehlich-1); Ca, Mg, Al (KCl - 1 mol L⁻¹); H+Al (Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ - pH 7,0) e CTC_{efetiva} de 1,4; 10; 0,5; 0,2; 0,4; 4,4 e 1,7 cmol_c dm⁻³, respectivamente. Para adequação do substrato quanto à nutrição da cultura da mandioca, foram aplicados o equivalente a 300 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 220 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 40 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio. A adubação nitrogenada foi realizada em cobertura aos 30 dias após a emergência da cultura, na dose de 40 kg ha⁻¹ de uréia previamente dissolvida em água. As irrigações foram realizadas conforme a necessidade da cultura, pelo sistema de microaspersão.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 5x7, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco cultivares de mandioca (Cacau-UFV, Platina, Coqueiro, Coimbra e IAC-12) com cinco doses (0,00; 100+125; 150+187,5; 200+250 e 300+375 g ha⁻¹, equivalente a 0,00; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,50 litro da mistura comercial de fomesafen + fluazifop-p-butyl), além da dose de cada princípio ativo isolado (200 e 250 g ha⁻¹ de fluazifop-p-butyl e fomesafen, respectivamente, equivalente a 1 L ha⁻¹). Cada vaso contendo 12 dm³ de substrato e uma planta de mandioca constituiu uma unidade experimental.

O plantio do experimento foi realizado utilizando manivas contendo cinco gemas e tamanho médio de 20 cm, com emergência cinco dias após o plantio. A aplicação dos herbicidas foram realizadas aos 30 dias após o plantio, quando as plantas de mandioca apresentavam cerca de 30 centímetros de altura, utilizando-se de pulverizador costal de precisão, com pressão constante 200 kPa, equipado com bicos de indução de ar TTI 11002 aplicando-se o equivalente a 150 L ha⁻¹ de calda. Decorridos 30 dias da aplicação dos herbicidas, foram realizadas no terço médio da primeira folha completamente expandida das plantas de mandioca, as avaliações da concentração de CO₂ subestomática (C_i - μmol mol⁻¹), da taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹) e do CO₂ consumido (ΔC - μmol mol⁻¹) pela cultura. Para estas avaliações foi utilizado um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO⁺ (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK).

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo aplicado posteriormente o teste de Tukey para diferenciar os efeitos dos tratamentos sobre os genótipos de mandioca. Todos os testes foram efetuados a 5% de probabilidade de erro. Para o fator quantitativo utilizou-se regressão linear e não linear. As escolhas do modelo foram baseadas na significância dos coeficientes ($p < 0,05$), no coeficiente de determinação e no comportamento biológico do fenômeno.

Resultados e discussão

A análise de variância correspondente ao CO_2 consumido (ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), carbono interno (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) dos cultivares de mandioca tratadas com doses do fluzifop-p-butyl + fomesafen em mistura e isoladamente, encontra-se na Tabela 1. Constatou-se que não houve efeito da interação entre herbicidas e cultivares de mandioca para nenhuma das variáveis estudadas. Portanto, os resultados estão apresentados em função dos efeitos principais (cultivares e doses do herbicida).

O cultivar Coqueiro apresentou as maiores taxas de CO_2 consumido (ΔC) após a aplicação dos tratamentos (Tabela 2). No entanto, não se diferenciou do Cacau UFV e IAC-12. Em trabalho de Silva *et al.* (2011) foi observado maiores reduções da matéria seca total do IAC-12 após a aplicação desses herbicidas, o que de acordo com esses resultados não foi causado pela redução da ΔC . O CO_2 consumido está diretamente relacionado à intensidade fotossintética da planta no momento da avaliação, ou seja, de modo geral, quanto mais acelerado for o metabolismo da planta, maior o consumo de CO_2 por unidade de tempo (GALON, 2009).

O cultivar IAC-12 apresentou o maior valor de concentração de carbono interno (Ci) sendo superior ao observado para o Coqueiro e Platina, mas não refletiu em maiores taxas fotossintética (A) (Tabela 2). É possível observar que apesar de apresentar os menores valores de Ci , o cultivar Coqueiro obteve os maiores valores de A . Em condições sem limitação hídrica (cultivo irrigado) cultivares como Cacau UFV e Coqueiro podem ser mais interessantes por apresentarem maiores taxas de A . Isso promoveria maiores taxas de fixação de carbono e crescimento da planta o que poderia ocasionar o aumento da produção de raízes da espécie.

As equações de regressão ajustadas para os cultivares de mandioca confirmam que cada genótipo apresentou resposta diferente após a aplicação dos tratamentos herbicidas (Tabela 3). Para o ΔC os cultivares Cacau-UFV, Coimbra e Coqueiro apresentaram o máximo consumo de CO_2 na dose de 1,32; 1,06 e 0,56 L ha^{-1} . Para o Ci observou-se que o Coimbra teve as maiores respostas a aplicação como pode ser constatado pelos valores do coeficiente angular da equação ajustada. No entanto, esse mesmo cultivar apresentava redução da A o que pode desfavorecer seu crescimento quando a mistura dos herbicidas forem utilizadas. Para os demais foram observadas incrementos nesta variável. O maior ΔC pode ser resultante do maior consumo de CO_2 pela atividade fotossintética, resultando em menor concentração de CO_2 no interior da folha.

Os valores médios das variáveis ΔC , Ci e A de acordo com a dose e herbicidas aplicados estão apresentados na Tabela 4. Ocorreram aumentos nos valores de ΔC após a aplicação da mistura do fomesafen+fluzifop-p-butyl, apesar de não apresentarem diferença significativa em relação a testemunha. O mesmo não foi constatado quando esses herbicidas foram aplicados separadamente. O CO_2

Tabela 1 - Análise de variância (quadrados médios) e coeficiente de variação (cv) correspondentes ao CO_2 consumido (ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), carbono interno (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) das cultivares de mandioca tratadas com doses dos herbicidas fluzifop-p-butyl + fomesafen em mistura e isoladamente

FV	GL	Quadrados Médios		
		ΔC	Ci	A
Bloco	3	308,53*	16.224,80*	36,91*
Cultivares	4	424,38*	1.703,57*	50,67*
Herbicidas	6	829,28*	4.039,43*	98,11*
Cult. x Herb.	24	126,34 ^{ns}	954,69 ^{ns}	14,93 ^{ns}
Resíduo	102	82,39	603,69	9,77
C.V. (%)		18,18	9,19	18,21

ns: não significativo, *significativo ($p < 0,05$); **significativo ($p < 0,01$)

Tabela 2- Valores médios de CO₂ consumido (ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), carbono interno (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de cultivares de mandioca após a aplicação dos herbicidas fluazifop-p-butyl e fomesafen em mistura e isolados na pós-emergência da cultura

Cultivares	Variáveis		
	ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$	Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$	A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Cacau UFV	53,30 ab	265,80 ab	18,35 a
Coimbra	45,39 c	267,33 ab	15,60 b
Coqueiro	54,13 a	261,02 b	18,60 a
IAC-12	50,20 abc	280,63 a	17,28 ab
Platina	46,62 bc	262,40 b	16,01b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3- Equações de regressão e coeficiente de determinação (R²) para CO₂ consumido (ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), carbono interno (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de cultivares de mandioca após a aplicação da mistura dos herbicidas fluazifop-p-butyl em pós-emergência da cultura

Cultivares	Equações de regressão ajustadas					
	ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$	R ²	Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$	R ²	A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	R ²
Cacau UFV	$\hat{Y} = 45,63 + 30,07x - 11,36x^2$	0,96	$\hat{Y} = 241,99 + 34,82x$	0,98	$\hat{Y} = 12,79 + 2,82x$	0,87
Coimbra	$\hat{Y} = 43,54 + 12,20x - 5,75x^2$	0,94	$\hat{Y} = 238,82 + 39,84x$	0,99	$\hat{Y} = 19,40 - 2,96x$	0,88
Coqueiro	$\hat{Y} = 56,20 + 10,04x - 8,97x^2$	0,97	$\hat{Y} = 249,15 + 30,20x$	0,85	$\hat{Y} = 19,44 + 1,84x$	0,93
IAC-12	$\hat{Y} = 50,20$	-	$\hat{Y} = 262,95 + 62,69x - 68x^2$	0,96	$\hat{Y} = 17,28$	-
Platina	$\hat{Y} = 47,37 - 2,36x$	0,99	$\hat{Y} = 245,57 - 4,01x + 42,79x^2$	0,95	$\hat{Y} = 16,87 + 4,52x$	0,89

consumido está diretamente relacionado à intensidade fotossintética da planta no momento da avaliação, ou seja, de modo geral, quanto mais acelerado for o metabolismo da planta, maior o consumo de CO₂ por unidade de tempo (GALON, 2009). Esse efeito é relacionado a recuperação da mandioca após a aplicação da mistura, pois conforme relatado por Silva *et al.* (2011) plantas dessa cultura tratadas com o produto apresentaram intensa desfolha mas com recuperação após o surgimento de novas folhas sem sintomas de intoxicação.

Observam-se maiores valores de Ci com a aplicação da mistura e do fomesafen isolado (Tabela 4). A Ci é considerada uma variável fisiológica influenciada por fatores ambientais, como disponibilidade hídrica, luz e energia, entre outros (OMETTO *et al.*, 2003). Alguns pesquisadores relatam que a luz afeta indiretamente a abertura estomática através de seu efeito na assimilação de CO₂ (NISHIO *et al.*, 1994). No entanto, estudos demonstram que a abertura estomática é menos dependente da Ci, em condições normais (ausência de herbicidas, déficit hídrico ou qualquer tipo de estresse), respondendo

à luz diretamente (SHARKEY; RASCHKE, 1981). Como neste experimento o déficit hídrico e o sombreamento não foram fatores limitantes ao metabolismo das plantas de mandioca, acredita-se que os resultados sejam atribuídos ao efeito de herbicidas no metabolismo.

De modo geral o consumo de CO₂ é inversamente proporcional ao carbono interno, ao contrário do observado neste trabalho, assim pode-se inferir que com o aumento da dose da mistura herbicida as folhas de mandioca passaram a absorver maior quantidade de CO₂, no entanto, sem refletir numa maior taxa fotossintética. Quanto maior a taxa fotossintética da espécie, mais rapidamente o CO₂ é consumido, e menor sua concentração no interior da folha, supondo-se que os estômatos estejam fechados (CORNIANI *et al.*, 2006). O consumo de CO₂ 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, mais rapidamente o CO₂ entrará na folha após a abertura estomática, em função de maior gradiente de concentração.

Tabela 4 - Valores médios de CO₂ consumido (ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$), carbono interno (Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e taxa fotossintética (A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em função da dose e herbicida aplicado

Tratamentos	Dose i.a. (g ha ⁻¹)	Variáveis		
		ΔC - $\mu\text{mol mol}^{-1}$	Ci - $\mu\text{mol mol}^{-1}$	A - $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Testemunha	0,0	47,76 ab	249,87 c	16,43 ab
Fluaz. + Fom.	100 + 125	54,11 a	263,00 bc	18,62 a
Fluaz. + Fom.	150 + 187,5	54,46 a	268,99 abc	18,75 a
Fluaz. + Fom.	200 + 250	55,24 a	281,10 ab	18,97 a
Fluaz. + Fom.	300 + 375	55,30 a	288,09 a	19,00 a
Fluazifop-p-butyl	200	41,17 b	251,23 c	14,25 b
Fomesafen	250	41,43 b	269,76 abc	14,14 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fluaz.: Fluazifop-p-butyl; Fom.: Fomesafen

Quanto aos efeitos da aplicação da mistura sobre a A da mandioca, verificou-se aumento da variável, no entanto sem diferir da testemunha (Tabela 4). A mandioca é conhecida como uma planta que exige luz em abundância para realizar eficientemente a fotossíntese, porém vários são os fatores que influenciam direta ou indiretamente a fotossíntese. Déficit hídrico, estresse térmico, concentração interna e externa de gases e composição e intensidade da luz são os principais (CONCENÇO *et al.*, 2007). Neste trabalho foi observado que fatores como a aplicação de agroquímicos pode afetar essa eficiência fotossintética da cultura, sendo imprescindível a avaliação da seletividade desses produtos a cultura antes de sua aplicação.

De acordo com Silva *et al.* (2011), a aplicação da mistura desses herbicidas provocou altos valores de intoxicação visual a mandioca, mas as plantas apresentavam recuperação da folhagem e diminuição da intoxicação a partir dos 21 dias após a aplicação. Essa recuperação da planta com o aumento da A é importante, pois de acordo com El-Sharkawy e Cock (1990) o rendimento de raiz e a produção da biomassa final da mandioca se correlacionam positivamente com a taxa fotossintética.

Conclusões

A mistura dos herbicidas fluazifop-p-butyl+fomesafen alterou a atividade fotossintética dos cultivares de mandioca;

A aplicação dos herbicidas separadamente não afetou as características avaliadas apresentando potencial para a utilização para aplicações em pós-emergência da mandioca.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio concedido.

Literatura científica citada

- ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; ALVES, J. M. A.; FINOTO, E. L.; NETO, F. de A. Desenvolvimento da cultura de mandioca sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 37-45, 2012.
- ANGELOV, M. N.; SUN, J.; BYRD, G. T.; BROWN, R. H.; BLACK, C. C. Novel characteristics of cassava, *Manihot esculenta* Crantz, a reputed C₃-C₄ intermediate photosynthesis species. **Photosynthesis Research**, v. 38, p. 61-72, 1993.
- BARELA, J. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência da cultura da cana-de-açúcar (RB867515) tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 371-378, 2006.
- BURKE, I. C.; THOMAS, W. E.; BURTON, J. D.; SPEARS, J. F.; WILCUT, J. W. A seedling assay to screen aryloxyphenoxypropionic acid and cyclohexanedione resistance in johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Weed Technology**, v. 20, n. 4, p. 950-955, 2006.
- CONCENÇO, G.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R. G.; D'ANTONINO, L.; VARGAS, L.; FIALHO, C. M. T. Uso da água em biótipos de azevém (*Lolium multiflorum*) em condição de competição. **Planta Daninha**, v.25, n. 3, p.449-455, 2007.

- CORNIANI, N.; FUMIS, T. F.; REMAEH, L. M. R.; CATANEO, A. C. 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.; LOOS, RODOLFO A.; RODRIGUES, RODRIGO; BARROS, RAIMUNDO, S. Actual and potential photosynthetic rates of tropical crop species. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, p. 24-32, 2001.
- EL-SHARKAWY, M. A., COCK, J. H. Photosynthesis of cassava (*Manihot esculenta*). **Experimental Agriculture**, v. 26, p. 325-340, 1990.
- FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; VENTRELLA, M. C.; BARBOSA, M. H. P.; PROCÓPIO, S. O e REBELLO, V. P. A. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 93-99, 2005.
- FONTES, J. R. A.; ARAÚJO, G. A. A.; SILVA, A. A.; CARDOSO, A. A. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas na cultura do feijão-mungo-verde (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). **Ciência Agrotécnica**, v. 25, n. 5, p. 1087-1096, 2001.
- GALON, L.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A.; CONCENÇO, G.; FERREIRA, E. A.;
- BARBOSA, M. H. P.; SILVA, A. F.; ASPIAZÚ, I.; FRANÇA, A. C. e TIRONI, S. P. Influência de herbicidas na atividade fotossintética de genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p. 591-597, 2009.
- 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 Physiology**, v. 86, n. 3, p. 782-785, 1988.
- LORETO, F.; BONGI, G. Combined low temperature-high light effects on gas exchange properties of jojoba leaves. **Plant Physiology**, v. 91, n. 4, p. 1580-1585, 1989.
- 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**. Oxford: BIOS Scientific Publishers, p. 1-24, 1994.
- OMETTO, J. P. H. B.; EHLERINGER, J. R.; MARTINELLI, L. A.; BERRY, J.; FLANAGAN, L.; DOMINGUES, T. F.; HIGUCHI, N. 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.
- SHARKEY, T. D.; RASCHKE, K. Effect of light quality on stomatal opening in leaves of *Xanthium strumarium* L. **Plant Physiology**, v. 68, n. 5, p. 1170-1174, 1981.
- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.) **Tópicos em manejo de plantas daninhas: Métodos de Controle de Plantas Daninhas**. Universidade Federal de Viçosa. p. 17-62, cap.2, 2007.
- SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; SILVEIRA, H. M.; CARVALHO, F. P.; NETO, M. D. C.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A.; CECON, P. R. Tolerância de cultivares de mandioca aos herbicidas fomesafen e fluazifop-p-butyl. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 3, p. 219-231, 2011.
- UENO, O.; AGARIE, S. The intercellular distribution of glycine decarboxylase in leaves of cassava in relation to photosynthetic mode and leaf anatomy. **Japanese Journal of Crop Science**, v. 66, n. 2, p. 268-278, 1997.