

DETERMINAÇÃO DE DOSES OTIMAS DE CONTROLE DO HERBICIDA AMICARBAZONE ASSOCIADO A ISOXAFLUTOLE E DIURON+HEXAZINONA POR MEIO DE CURVAS DE DOSE-RESPOSTA *Digitaria ciliaris* E *Digitaria nuda*

NICOLAI, M. ¹; OBARA, F.E.B. ²; MELO, M. S. C. ²; CHRISTOFFOLETI, P. J. ²; CAMPOS, L.H.F. ³; GIUSTI, C. F. ⁴

¹ Agrocon Assessoria Agronômica, mnicolai2009@gmail.com; ² ESALQ / USP, flavioobara@hotmail.com, melomsc@yahoo.com.br, pjchrist@esalq.usp.br; ³ Usina Iracema, henrique.campos@usp.br; ⁴ Arysta Lifescience, caio.giusti@arysta.com.br

Resumo

As plantas daninhas denominadas como capim-colchão pertencem ao gênero *Digitaria* spp e estão entre as mais importantes plantas daninhas do Brasil. A identificação destas espécies e o conhecimento da suscetibilidade específica a associações entre herbicidas são informações importantes para o manejo. Com o intuito de determinar as doses ótimas de controle, 50%, 80% 95% e 99% das associações entre os herbicidas isoxaflutole, amicarbazone + isoxaflutole, (diuron+hexazinona) e amicarbazone + (diuron+hexazinona), foram construídas curvas de dose-resposta para as espécies de capim-colchão *Digitaria nuda* e *Digitaria ciliaris*. As sementes devidamente identificadas foram semeadas em vasos preenchidos com solo médio em ambiente de casa-de-vegetação, na ESALQ, em Piracicaba, SP. Para cada espécie de planta daninha, os tratamentos herbicidas foram oito doses de cada associação, descritas a seguir, em gramas de ingrediente ativo por hectare: isoxaflutole a 0, 18,75, 37,5, 75, 112,5, 150, 187,5 e 225; amicarbazone + isoxaflutole a 0; 175 + 18,75; 350 + 37,5; 700 + 75; 1050 + 112,5; 1400 + 150; 1750 + 187,5 e 2100 + 225; (diuron+hexazinona) a 0, 225, 450, 900, 1350, 1800, 2250 e 2700; amicarbazone + (diuron+hexazinona) a 0, 175 + 225, 350 + 450; 700 + 900; 1050 + 1350; 1400 + 1800; 1750 + 2250 e 2100 + 2700, aplicadas em pré-emergência total das plantas daninhas. Para adequação das associações herbicidas ao método, seus valores foram somados para confecção das curvas de dose-resposta, sendo então assinaladas as proporções das associações para a confecção futura das doses ótimas: amicarbazone (90,3%) + isoxaflutole (9,7%) e amicarbazone (43,7%) + (diuron+hexazinona) (56,3%). A conclusão do trabalho é a geração das doses otimas (95% de controle) para *Digitaria ciliaris* são, respectivamente, em g ha⁻¹: isoxaflutole a 187,6, amicarbazone + isoxaflutole a 769,3, (diuron + hexazinona) a 1121,8 e amicarbazone + (diuron + hexazinona) a 1597,2. Para *Digitaria nuda* foram, em g ha⁻¹: isoxaflutole a 188,8, amicarbazone + isoxaflutole a 717,7 e amicarbazone + (diuron + hexazinona) a 2849,6.

Palavras-chave: Suscetibilidade, capim-colchão, cana-de-açúcar, associação.

Abstract

Weeds such as crabgrass called the genus *Digitaria* spp and are among the most important weeds in Brazil. The identification of these species and the knowledge of susceptibility to specific associations between herbicides are important information for management. Aiming to determine the optimal doses of control, 50% 80% 95% and 99% of the associations between herbicide isoxaflutole, amicarbazone isoxaflutole, (diuron + hexazinone) and amicarbazone + (diuron + hexazinone), curves were constructed dose-response for the species of crabgrass *Digitaria ciliaris* and *Digitaria nuda*. Seeds properly identified were sown in pots filled with soil medium in an environment of green-house at ESALQ, Piracicaba, SP. For each type of weed, the herbicide treatments were eight doses of each association, described below in grams of active ingredient per hectare: isoxaflutole at 0, 18.75, 37.5, 75, 112.5, 150, 187.5 and 225; amicarbazone + isoxaflutole at 0, 175 + 18.75, 350 + 37.5, 700 + 75, 1050 + 112.5, 1400 + 150, 1750 + 187.5 and 2100 + 225; (diuron + hexazinone) at 0, 225, 450, 900, 1350, 1800, 2250 and 2700; amicarbazone + (diuron + hexazinone) at 0, 175 + 225, 350 + 450, 700 + 900; 1050 + 1350, 1400 + 1800; 1750 + 2250 and 2100 + 2700, applied in pre-emergence weed total. For suitability of the method associations herbicides, their values were added for making the dose-response curves, and then marked the proportions of the associations for the preparation of future optimal doses: amicarbazone (90.3%) + isoxaflutole (9.7%) and amicarbazone (43.7%) + (diuron + hexazinone) (56.3%). Completion of work is the generation of optimum rates (95% control) for *Digitaria ciliaris* are, respectively, in g ha⁻¹: isoxaflutole at 187.6, amicarbazone + isoxaflutole at 769.3, (diuron + hexazinone) at 1121.8 and amicarbazone + (diuron + hexazinone) at 1597.2. For *Digitaria nuda*, were in g ha⁻¹: isoxaflutole at 188.8, amicarbazone + isoxaflutole at 717.7 and amicarbazone + (diuron + hexazinone) at 2849.6.

Keywords: Susceptibility, crabgrass, sugarcane, association

Introdução

A presença indesejável nos ambientes de produção agrícola de determinadas espécies de plantas inferem a elas a denominação de plantas daninhas. Lorenzi (2006) cita que qualquer espécie vegetal que cresce onde não é desejada, enquadrando inclusive, a tigüera de culturas que vegetam espontaneamente em lavouras subseqüentes, são consideradas como plantas daninhas. Para Radosevich et al. (1997) a denominação planta daninha é um conceito ligado a interpretação humana, que varia conforme a situação em que a planta se manifesta. Pitelli e Pitelli (2004) definem plantas daninhas com as plantas que infestam espontaneamente as áreas de ocupação humana e que não são utilizadas como alimentos, fibras ou forragem, sendo consideradas como indesejáveis.

A aplicação rotineira de herbicidas gera pressão de seleção sobre a flora infestante, e as duas principais formas de resposta das plantas daninhas são a mudança específica na flora, por meio da seleção de espécies de plantas daninhas mais tolerantes, ou seleção intra-específica de biótipos resistentes aos herbicidas (Christoffoleti & Caetano, 1998). A tolerância de plantas daninhas a herbicidas é resultado da capacidade inata da espécie em suportar aplicações de herbicidas, nas doses recomendadas, sem alterações marcantes em seu crescimento e/ou desenvolvimento. A suscetibilidade também é uma característica inata de uma espécie. Nesse caso, há alterações com efeitos marcantes no crescimento e desenvolvimento da planta, como resultado de sua incapacidade de suportar a ação do herbicida (Christoffoleti, 2000). Produtores têm relatado casos de falhas de controle em áreas de cana-de-açúcar, que possivelmente estão relacionadas com mudanças da flora infestante em razão da seleção de algumas espécies de capim-colchão tolerantes aos herbicidas anteriormente recomendados para seu controle. Essas populações de capim-colchão são constituídas por diferentes espécies que apresentam níveis maiores de tolerância aos herbicidas, notadamente *D. nuda* (Dias et al., 2006; Dias, 2004).

O objetivo deste trabalho foi determinar as doses ótimas de controle, 50%, 80% 95% e 99% para as associações entre herbicidas isoxaflutole, amicarbazone + isoxaflutole, (diuron+hexazinona) e amicarbazone + (diuron+hexazinona), através da construção de curvas de dose-resposta para as espécies de capim-colchão *Digitaria nuda* e *Digitaria ciliaris*.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP, em Piracicaba, Estado de São Paulo, durante os meses de outubro de 2009 a janeiro de 2010. As sementes da espécie de capim-colchão (*Digitaria ciliaris*) foram adquiridas junto a empresa Agrococosmos Agrícola, de Engenheiro Coelho, SP e as sementes de *Digitaria nuda* foram coletadas em Olímpia, SP. Ambas as espécies foram semeadas em vasos plásticos de 1,1 L preenchidos por solo médio (20% argila; 74% areia; 6% silte, MO 27 g dm⁻³). Foram semeadas 30 sementes por vaso, para cada espécie.

A aplicação dos tratamentos herbicidas foi realizada após a semeadura das plantas daninhas, no dia 14 de outubro de 2009. Para aplicação dos tratamentos herbicidas foi utilizado um pulverizador costal manual, trabalhando à pressão constante de 2,0 bar, pressurizado com CO₂, equipado com dois bicos do tipo leque XR 110.02, espaçados a 0,5 m aplicando um volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹. Para cada espécie de planta daninha, os tratamentos herbicidas foram oito doses de cada associação, descritas a seguir, em gramas de ingrediente ativo por hectare: isoxaflutole a 0, 18,75, 37,5, 75, 112,5, 150, 187,5 e 225; amicarbazone + isoxaflutole a 0; 175 + 18,75; 350 + 37,5; 700 + 75; 1050 + 112,5; 1400 + 150; 1750 + 187,5 e 2100 + 225; (diuron+hexazinona) a 0, 225, 450, 900, 1350, 1800, 2250 e 2700; amicarbazone + (diuron+hexazinona) a 0, 175 + 225, 350 + 450; 700 + 900; 1050 + 1350; 1400 + 1800; 1750 + 2250 e 2100 + 2700, aplicadas em pré-emergência total das plantas daninhas. Para adequação das associações herbicidas ao método, seus valores foram somados para confecção das curvas de dose-resposta, sendo então assinaladas as proporções das associações para a confecção futura das doses ótimas: amicarbazone (90,3%) + isoxaflutole (9,7%) e amicarbazone (43,7%) + (diuron+hexazinona) (56,3%). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e 8 tratamentos, somando assim 32 parcelas para cada espécie e associação herbicida avaliada.

Após a aplicação dos tratamentos foi realizada avaliação percentual de controle aos 15, 30, 45, 60 e 90 dias (DAT), segundo a metodologia prevista por Velini (1995), onde 0 representava ausência total de sintomas e 100 morte da planta. Aos 90 realizou-se a coleta das plantas para pesagem da massa seca (g). Optou-se pela apresentação das curvas geradas apenas com a avaliação de controle (%) aos 90 DAT. Os dados obtidos foram inicialmente submetidos à aplicação do teste F sobre a análise de variância. Os dados foram ajustados ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico. A variável controle foi ajustada ao modelo proposto por Streibig et al. (1988);

$$y = \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c\right]}$$

Em que: y = porcentagem de controle; x = dose do herbicida; e a , b e c = parâmetros da curva, de modo que a é a diferença entre o ponto máximo e mínimo da curva, b é a dose que proporciona 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva.

Para comparação da suscetibilidade diferencial entre as espécies e definição de doses ótimas de controle foram também calculadas as porcentagens de controle de 50%, 80% 95% e 99%, cujos valores foram obtidos a partir das equações das curvas de dose resposta (parâmetros não apresentados), e representa a dose de herbicidas e associações, em gramas de ingrediente ativo por hectare, para controles de 50%, 80% 95% e 99% de controle respectivamente (Christoffoleti et al., 2006; Christoffoleti, 2002). Preconizou-se a seleção do controle de 95% como valor a ser discutido, pela relevância no manejo.

Resultados e discussão

Os dados obtidos em casa-de-vegetação após a aplicação das diferentes associações herbicidas sobre as plantas daninhas *Digitaria nuda* e *Digitaria ciliaris* geraram as curvas de dose-resposta descritas nas figuras 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

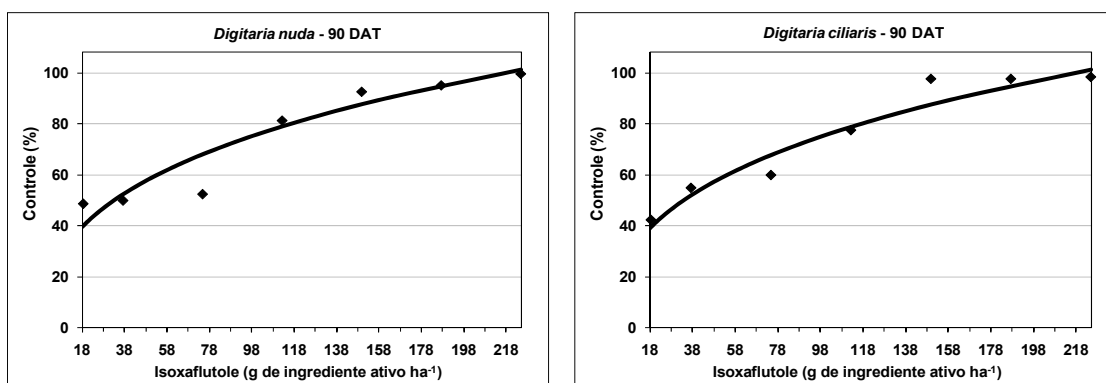


Figura 1. Curvas de dose-resposta para o herbicida isoxaflutole elaboradas para as plantas daninhas *Digitaria nuda* e *Digitaria ciliaris*, aos 90 DAT.

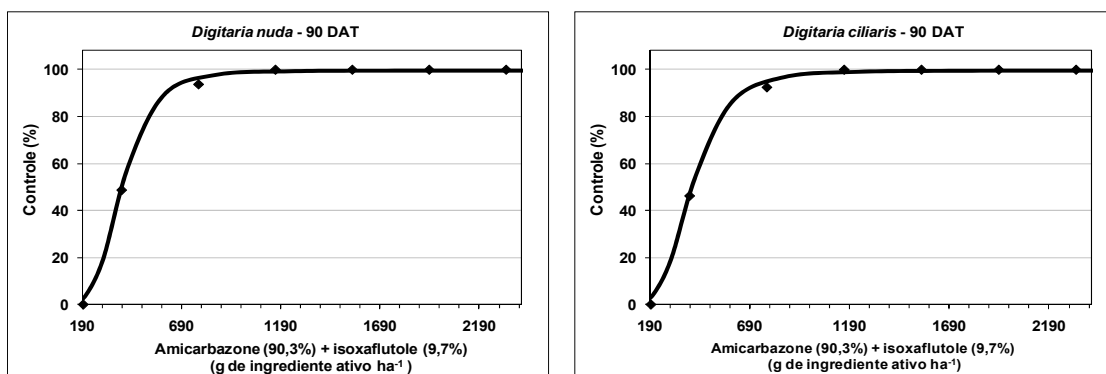


Figura 2. Curvas de dose-resposta para a associação herbicida amicarbazone (90,3%) + isoxaflutole (9,7%) elaboradas para as plantas daninhas *Digitaria nuda* e *Digitaria ciliaris*, aos 90 DAT.

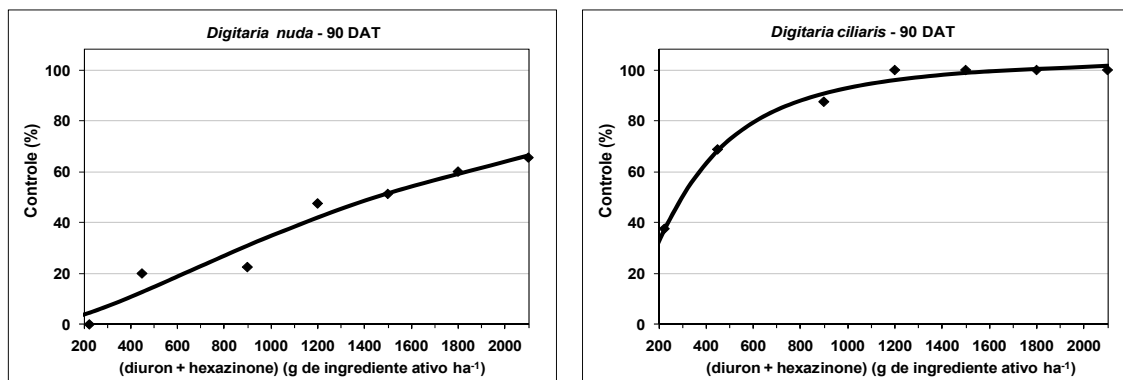


Figura 3. Curvas de dose-resposta para o herbicida diuron + hexazinona elaboradas para as plantas daninhas *Digitaria nuda* e *Digitaria ciliaris*, aos 90 DAT.

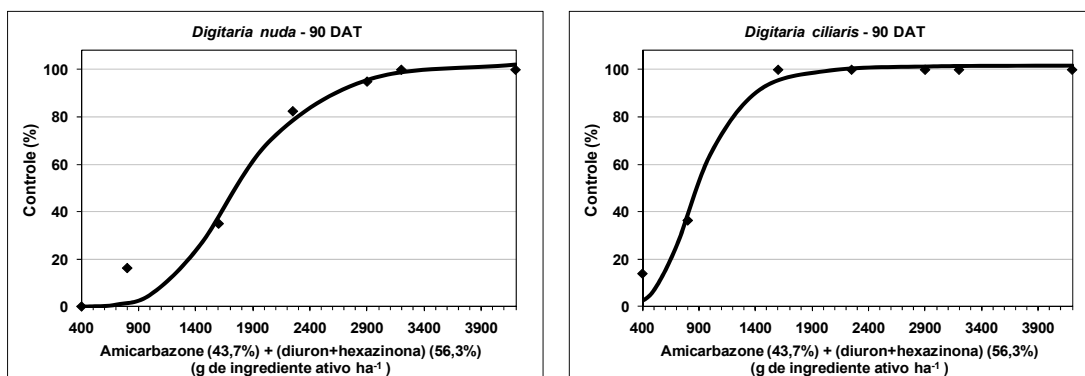


Figura 4. Curvas de dose-resposta para a associação amicarbazone (43,7%) + (diuron+hexazinona) (56,3%) elaboradas para as plantas daninhas *D. nuda* e *D. ciliaris*, aos 90 DAT.

A simples observação das figuras 1, 2, 3 e 4 já indica diferentes comportamentos para os herbicidas e suas associações ao amicarbazone. É possível verificar visualmente pela tendência de ajuste das curvas que há suscetibilidade diferencial entre as espécies estudadas. A inclinação da curva indica uma maior amplitude entre as doses necessárias para o controle das plantas daninhas avaliadas (Christoffoleti, 2002). A planta daninha *Digitaria nuda* mostrou uma curva com menor inclinação, enquanto que a *Digitaria ciliaris* responde mais rapidamente ao incremento de dose, para (diuron + hexazinona) e sua associação ao amicarbazone, entre os tratamentos. A tabela 1 resume os níveis de controle mais importantes para compreensão das variações de dose aqui descritas em forma de curva (Christoffoleti et al., 2006).

Tabela 1. Quantidade de ingrediente ativo necessária para obtenção das médias de controle de 50%, 80%, 95% e 99% para cada uma das duas espécies de capim-colchão, para cada uma das associações herbicidas utilizadas, aos 90 dias após a aplicação (DAT), obtida pela equação que gera a curva correspondente a cada espécie. Piracicaba, SP. 2010.

% Controle	isoxaflutole		amicarbazone (90,3%) isoxaflutole (9,7%)		(diuron+hexazinona)		amicarbazone (63,7%) (diuron+hexazinona) (36,3%)	
	DIGCI ¹	DIGNU ²	DIGCI ¹	DIGNU ²	DIGCI ¹	DIGNU ²	DIGCI ¹	DIGNU ²
50	33,6	33,0	403,2	393,3	298,3	1449,0	884,2	1754,4
80	116,6	116,8	544,4	519,2	609,7	IDM ³	1185,9	2255,5
95	187,6	188,8	769,3	717,7	1121,8	IDM ³	1597,2	2849,6
99	210,4	212,2	1175,2	1104,0	1517,9	IDM ³	1979,1	3266,4

¹ DIGCI - *Digitaria ciliaris*; ² DIGNU - *Digitaria nuda*; ³ impossível definir pelo método.

Cada porcentagem de controle indicada na tabela 1 é um indicativo de resposta das diferentes espécies de capim-colchão aos herbicidas isoxaflutole e (diuron + hexazinona) e suas associações ao herbicida amicarbazone. Os mais usados patamares de controle para comparação de espécies são os níveis de 50%, 80%, 95% e 99% de controle (Labônia et al., 2009; Christoffoleti et al., 2006; Christoffoleti, 2002). Dentro de cada patamar de controle encontramos um comportamento de cada espécie. Para geração de um resultado voltado ao uso prático a campo, seleciona-se o nível de controle de 95% para confecção da classificação por suscetibilidade entre as espécies e definição de dose ótima de controle. As espécies de capim-colchão testadas são sabidamente diferentes quanto ao comportamento para alguns herbicidas (Dias, 2004). Dessa forma é esperado que o herbicida isoxaflutole praticamente não defina seu comportamento para *Digitaria nuda* ou *Digitaria ciliaris*, enquanto que herbicida (diuron + hexazinona) apresente médias de controle bem contrastantes, conforme observação das figuras 1 e 3 e da tabela 1. Quanto as associações, observa-se que isoxaflutole e amicarbazone não apresenta qualquer diferença entre as espécies, o que para (diuron + hexazinona) e amicarbazone é muito diferente. A associação entre isoxaflutole e amicarbazone aponta para um efeito sinérgico da mistura, uma vez que ao compararmos a quantidade da mistura para geração de 95% de controle e o recomendado normalmente a campo, em solo médio, 700 g ha⁻¹ de amicarbazone + 120 g de isoxaflutole, observamos uma redução de dose total, com efeito otimizado, para ambas as espécies. Para a associação entre amicarbazone e (diuron + hexazinona), este efeito não é notado, já que a colaboração do (diuron + hexazinona) no controle de *Digitaria nuda*, bem como sua proporção na associação apenas elevaram a dose de ambos os ingredientes ativos na definição da dose ótima de controle (95%). Ao observamos as doses ótimas desta mistura e do (diuron + hexazinona) isolado, para *Digitaria ciliaris* esta situação é mais observável. De forma geral, a definição de proporção entre os ingredientes ativos eleva a dose de ambos, quando apenas um não é tão efetivo, de forma que outras proporções podem apresentar melhores ajustes. Ainda, a associação entre isoxaflutole e amicarbazone é potencialmente mais interessante que a associação entre amicarbazone e (diuron + hexazinona), focando no controle da *Digitaria nuda*. A conclusão do trabalho é a geração das doses ótimas (95% de controle) para

Digitaria ciliaris são, respectivamente, em g ha⁻¹: isoxaflutole a 187,6, amicarbazone + isoxaflutole a 769,3, (diuron + hexazinona) a 1121,8 e amicarbazone + (diuron + hexazinona) a 1597,2. Para *Digitaria nuda* foram, em g ha⁻¹: isoxaflutole a 188,8, amicarbazone + isoxaflutole a 717,7 e amicarbazone + (diuron + hexazinona) a 2849,6.

Literatura Citada

- CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; DAMIN, V.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2009. 72p.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos da resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. 3ed. Campinas: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas (HRAC-BR), 120 p, 2008.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. et al. Carfentrazone-ethyl aplicado em pós-emergência para o controle de *Ipomoea* spp. e *C. benghalensis* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa - MG, v. 24, n. 1, p. 83-90, 2006.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Scientia Agrícola**, v.59, n.3, p.513-519, 2002.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. **Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase e acetil coenzima A carboxilase**. 2000. 211 f. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2000.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; CAETANO, R. S. X. Soil seed banks. **Scientia Agrícola**, v. 55, p. 74-78, Piracicaba, 1998.
- DIAS, A.C.R.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. **Capim-colchão - Identificação e manejo na cultura da cana-de-açúcar**. Coordenação: CHRISTOFFOLETI, P.J. Piracicaba: USP/ESALQ. 60 p. 2009.
- DIAS, A.C.R.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana-de-açúcar. **Planta daninha**, Viçosa - MG, v.25, n.3, p. 489-499, 2007.
- DIAS, N.M.P. **Tolerância de espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp) a herbicidas na cultura de cana-de-açúcar**. 2004, 104 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- LABONIA, V. D. S. et al. Emergência de plantas da família Convolvulaceae influenciada pela profundidade da semente no solo e cobertura com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 27, p. 921-929, 2009.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 339 p.
- PITELLI, R.A.; PITELLI, R.L.C.M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 29-55.
- RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. Second Ed. New York: John Wiley & Sons, 1997. 589p.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina, 2005. 592p.
- STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, v.28, n.6, p.479-484, 1988.
- VELINI, E.D. **Estudo e desenvolvimento de métodos experimentais e amostrais adaptados à matologia**. 1995. 250f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.