

CAPIM COLCHÃO - IDENTIFICAÇÃO E MANEJO NA CULTURA DE CANA DE AÇÚCAR

Autores:

**Ana Carolina Ribeiro Dias
Marcelo Nicolai
Pedro Jacob Christoffoleti**

Coordenador
Pedro Jacob Christoffoleti

1ª EDIÇÃO

1ª edição: 2009

1ª impressão: 500 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO – ESALQ/USP**

Capim colchão – identificação e manejo na cultura da cana de açúcar / Ana Carolina Ribeiro Dias, Marcelo Nicolai e Pedro Jacob Christoffoleti (coordenador). Piracicaba: Edição dos autores, 2009. 68 p.

1. Capim colchão - Cana de açúcar – Tolerância – Identificação – Manejo. I. Dias, A. C. R. II. Nicolai, M. III. Christoffoleti, P. J. Título.

AUTORES

ANA CAROLINA RIBEIRO DIAS

Engenheiro Agrônomo, formada pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Universidade de São Paulo no ano de 2006. Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, pela ESALQ/USP. Doutoranda em Ciência, área de concentração Fitotecnia, especialidade Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, pela ESALQ/USP.

e-mail: anacarolina.r.dias@gmail.com

MARCELO NICOLAI

Engenheiro Agrônomo, formado pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Universidade de São Paulo no ano de 2001. Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, pela ESALQ/USP. Doutor em Agronomia, Área de concentração Fitotecnia, especialidade Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, pela ESALQ/USP.

e-mail: mnicolai2009@gmail.com

PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI

Engenheiro Agrônomo, formado pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Universidade de São Paulo no ano de 1981. Mestrado em Agronomia, área concentração Fitotecnia, pela ESALQ/USP, no ano de 1985. Doutor (Ph.D.), área de concentração Weed Science, pela Colorado State University, no ano de 1992. Livre Docente, pela ESALQ/USP, no ano 2000. Atualmente é Professor Associado do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP, onde desenvolve pesquisas na Área de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.

e-mail: pjchrist@esalq.usp.br

PREFÁCIO

A cultura de cana de açúcar exerce importante papel na economia brasileira, principalmente em consequência da grande produção alcançada nos últimos anos, com incrementos significativos de áreas plantadas no país decorrente de seu crescente uso como agroenergia e açúcar. Os elevados valores obtidos colocam o Brasil como líder mundial nas agroindústrias de açúcar e álcool.

A infestação das plantas daninhas durante o cultivo da cana de açúcar representa um fator biótico presente no agro-ecossistema que interfere significativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura. Dentre as principais espécies de plantas daninhas infestantes dos canaviais brasileiros encontram-se aquelas conhecidas popularmente como capim colchão (*Digitaria* spp).

A aplicação rotineira de herbicidas gera pressão de seleção sobre a flora infestante, sendo que as duas principais formas de resposta das plantas daninhas a este manejo são a mudança específica na flora, por meio da seleção de espécies de plantas daninhas mais tolerantes ou a seleção intraespecífica de biótipos resistentes aos herbicidas.

Nos últimos anos os produtores de cana de açúcar têm relatado casos de falhas de controle de capim colchão pelos herbicidas rotineiramente empregados para seu controle. Estas falhas estão relacionadas com o processo de seleção de algumas espécies de capim colchão tolerantes imposto por estes herbicidas. Estas populações de capim colchão são constituídas por diferentes espécies que apresentam níveis maiores de tolerância aos herbicidas, notadamente a *Digitaria nuda*.

Para uma racionalização do manejo do capim colchão na cultura de cana de açúcar deve ser inicialmente fundamentada na correta identificação das espécies ocorrentes na área. Após a correta identificação é fundamental conhecer o nível de

suscetibilidade das espécies aos herbicidas a serem recomendados.

Sendo assim, esta publicação foi escrita primeiramente com o objetivo de explicar como ocorre o fenômeno da pressão de seleção de espécies tolerantes de capim colchão a herbicidas. Segundo para fornecer informação sobre a correta identificação da proporção das espécies de capim colchão incidente na área. Finalmente para fornecer algumas informações sobre o grau de suscetibilidade das espécies de capim colchão a alguns dos principais herbicidas utilizados na cultura. Não é intenção desta publicação recomendar herbicidas para o manejo, mas sim fornecer subsídios na tomada de decisão.

Os Autores

AGRADECIMENTO

Bayer CropScience

que possibilitou a impressão desta edição, em especial ao colega
Eng. Agr. João Paulo Pivetta.

SUMÁRIO

TOLERÂNCIA DIFERENCIAL DAS ESPÉCIES DE CAPIM-COLCHÃO.....	9
1. Introdução	9
2. Aspectos da tolerância das espécies de capim colchão	9
2.1. Mecanismos de tolerância de plantas daninhas à herbicida	11
2.1.1. Baixa concentração do herbicida no local de ação.....	12
2.1.2. Metabolização e/ou detoxificação do herbicida	12
2.1.3. Alteração no local de ação dos herbicidas	13
BIOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE CAPIM COLCHÃO	14
1. Biologia das espécies do gênero <i>Digitaria</i>	14
2. Identificação das espécies de capim colchão	15
2.1. Chave de identificação das espécies de <i>Digitaria</i> para o Estado de São Paulo, adaptado de Canto-Dorow (2006)	16
3. Características gerais do gênero <i>Digitaria</i> Heist.	19
3.1. <i>D. nuda</i> Schumach	20
3.2. <i>D. horizontalis</i> Willd.	22
3.3. <i>D. ciliaris</i> (Retz.) Koel.	25
3.4. <i>D. sanguinalis</i> (L.) Scop.....	28
3.5. <i>D. bicornis</i> (Lam.) Roem. & Schult.....	29
MANEJO DO CAPIM COLCHÃO NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR.....	Error! Bookmark not defined.
1. Introdução	32

2. Medidas de controle	33
3. Principais características dos herbicidas recomendados para o controle do capim colchão na cultura da cana de açúcar	34
3.1. Imazapic	35
3.2. Imazapyr.....	35
3.3. Diuron.....	35
3.4. Diuron + hexazinone.....	36
3.5. Ametrina	36
3.6. Tebuthiuron	36
3.7. Metribuzin	37
3.8. Isoxaflutole	37
4. Eficácia de controle de espécies de capim colchão a herbicidas	38
5. LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES E DAS INFESTAÇÕES	43
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
7. LITERATURA CITADA	45

TOLERÂNCIA DIFERENCIAL DAS ESPÉCIES DE CAPIM COLCHÃO

1. Introdução

O gênero *Digitaria* inclui cerca de 300 espécies de plantas, distribuídas em regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios. No Estado de São Paulo, Brasil, este gênero contém 14 espécies descritas, em que a diferenciação visual torna-se difícil de ser feita no campo devido à grande semelhança morfológica entre elas. As espécies *D. nuda*, *D. ciliaris*, *D. horizontalis* e *D. bicornis*, conhecidas popularmente por capim colchão, são plantas daninhas comumente encontradas em áreas de produção de cana de açúcar do Estado de São Paulo.

Na prática, produtores têm relatado casos de falhas de controle em áreas de cana de açúcar, que possivelmente estão relacionadas com mudanças da flora infestante em função da seleção de algumas espécies de capim colchão tolerantes aos herbicidas normalmente recomendados para o seu controle. Suspeita-se que estas populações selecionadas são constituídas por diferentes espécies de capim colchão, notadamente *D. nuda*, que apresentam maiores níveis de tolerância aos produtos. A compreensão da dinâmica populacional de espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria* (capim colchão), e dos mecanismos de tolerância destas plantas daninhas a alguns grupos de herbicidas auxiliam nas recomendações de manejo, ou na prevenção da seleção.

2. Aspectos da tolerância das espécies de capim colchão

A utilização repetitiva de um mesmo herbicida ou de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação e espectro de controle de plantas daninhas por diversos anos pode selecionar espécies tolerantes (Monquero & Christoffoleti, 2003).

A tolerância de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade inata da espécie em sobreviver a aplicações de

herbicidas na dose recomendada, que seria letal a outras espécies, sem alterações marcantes em seu crescimento e desenvolvimento. A tolerância de plantas daninhas aos herbicidas é uma característica que existe na planta antes mesmo da primeira aplicação do herbicida naquela área que leva à seleção natural das plantas daninhas aí existentes sobre as quais o produto tiver efeito reduzido (Christoffoleti & López Ovejero, 2008).

Já a resistência de plantas daninhas a herbicidas pode ser definida como a ocorrência natural da habilidade hereditária de alguns biótipos de plantas daninhas, dentro de uma população, que são capazes de sobreviver a um tratamento herbicida, que sob condições normais de uso, controlaria efetivamente esta população de plantas daninhas. A resistência não é uma característica comum inerente da população, mas foi selecionada por pressão de seleção (Oliveira Jr. & Constantin, 2001, Christoffoleti & López Ovejero, 2008).

A comprovação científica dos níveis de tolerância de espécies de plantas daninhas aos herbicidas pode ser feita através da construção de curva de dose-resposta, a partir de ensaios conduzidos em casa de vegetação. Seefeldt et al. (1995) sugeriram o modelo log-logístico como método mais adequado para análise da curva de dose-resposta, sendo GR_{50} um dos parâmetros da equação. O índice GR_{50} representa a dose do herbicida necessária para reduzir 50% do crescimento de uma população de planta, normalmente calculado a partir do acúmulo de biomassa ou da porcentagem de controle. Este índice permite comparar o grau diferencial de suscetibilidade aos herbicidas entre biótipos resistentes e suscetíveis e entre espécies (Christoffoleti, 2002; Monquero et al., 2000; Cortez, 2000) e também a determinação da seletividade de variedades resistentes de cultivo, comparadas com cultivares não-melhorados para esta característica (Pornprom & Yong, 1997).

Utilizando o método das curvas de dose-resposta com o herbicida diuron nas plantas daninhas *D. nuda* e *D. ciliaris*, Dias et al., (2003) concluíram que houve redução significativa da massa

seca das duas espécies com o aumento da dose de diuron aplicada, ocorrendo diferença de sensibilidade entre as espécies. A *D. nuda* necessitou de doses maiores para apresentar a mesma redução no crescimento. A dose de campo (240 mg m⁻²) proporcionou redução da massa seca em torno de 70 e 90% para *D. nuda* e *D. ciliaris*, respectivamente. Para a quantificação da tolerância das espécies *D. ciliaris* (suscetível) e *D. nuda* (tolerante) ao herbicida diuron, foi determinada a relação entre o GR₅₀ da espécie tolerante (T) como proposto por Christoffoleti (2002), Cortez (2000) e Hall et al. (1998). A relação T/S foi de 2,7, comprovando a tolerância de *D. nuda* ao herbicida diuron.

Em outro experimento Dias et al., (2003), com o objetivo de comparar a absorção e translocação do herbicida ¹⁴C-diuron na espécie de capim colchão suscetível (*D. ciliaris*) e na tolerante (*D. nuda*), concluíram que a translocação não foi responsável pela tolerância diferencial encontrada entre *D. ciliaris* e *D. nuda*, pois ambas as espécies apresentaram valores semelhantes e muito baixos de translocação.

Existem outros mecanismos que podem ter causado maior tolerância de *D. nuda* ao diuron, dentre os quais pode-se destacar o metabolismo do herbicida. A metabolização é um importante mecanismo de resistência e/ou tolerância de plantas daninhas a herbicidas, sendo caracterizada pela capacidade que alguns biótipos ou espécies têm de degradar o herbicida em componentes menos tóxicos, antes que o produto alcance o seu sítio de ação. A população de *Digitaria sanguinalis* resistente ao herbicida fluazifop-p-butil no sul da Austrália se deve ao aumento do metabolismo do fluazifop-p-butil, sendo mecanismo responsável pela resistência desta população (Hidayat & Preston, 1997).

2.1. Mecanismos de tolerância de plantas daninhas à herbicida

Segundo Sherman et al., (1996) existem pelo menos três mecanismos gerais que podem explicar a tolerância de uma planta a herbicidas: redução da concentração do herbicida no local de ação; absorção foliar e/ou translocação reduzida do herbicida; metabolização e/ou detoxificação intensa do herbicida a

substâncias menos fitotóxicas; e perda de afinidade do herbicida pelo local de ação devido a uma alteração deste local, resultante de variabilidade genética.

2.1.1. Baixa concentração do herbicida no local de ação

Uma das condições necessárias para a atuação de um herbicida é que ele alcance o local de ação na planta, em uma concentração suficiente para que ocorra o controle. As baixas concentrações de um herbicida no local de ação podem ocorrer devido à pequena retenção da calda do herbicida aplicado na superfície da folha, redução da absorção e translocação na planta, ou pela ocorrência de fenômenos de seqüestro em organelas celulares metabolicamente inativas (Powles & Holtum, 1994).

A membrana cuticular das plantas consiste de uma camada de ceras epicuticulares, ceras embebidas, cutinas e pectinas. As ceras epicuticulares podem atuar como principal barreira à penetração de produtos químicos (Liakopoulos et al., 2001). A deposição, distribuição e retenção das gotas pulverizadas são afetadas pela extensão da cobertura e natureza química das ceras epicuticulares e pela rugosidade da superfície foliar. Altos níveis de rugosidade nas folhas podem resultar em interfaces ar/líquido, os quais podem inibir a penetração de herbicidas (Kirkwood, 1999).

Alguns autores afirmam que, a deficiência de movimentação do herbicida na planta, em razão da absorção e/ou translocação reduzidas pode ser a causa da tolerância em inúmeras culturas e plantas daninhas (Hess, 1985; Ladlie, 1991).

A compartimentação, compreendida como seqüestro do herbicida ou de seus metabolitos em um local específico da célula, pode levar a tolerância da planta daninha, pois, o herbicida não atinge o interior da organela alvo de sua atividade inibitória (Dias et al., 2003).

2.1.2. Metabolização e/ou detoxificação do herbicida

A metabolização é um importante mecanismo de tolerância de plantas daninhas, sendo caracterizado pela capacidade das

plantas em degradar o herbicida em componentes menos tóxicos, antes que o produto alcance o seu sítio de ação. Em plantas daninhas tolerantes ao grupo químico das uréias substituídas, somente dois mecanismos têm sido identificados. Redução da absorção e/ou translocação e metabolização do herbicida (Menendez & Prado, 1997).

2.1.3. Alteração no local de ação dos herbicidas

A tolerância devido à alteração no sítio de ação dos herbicidas está baseada em alterações da proteína alvo do herbicida. Estas alterações são originárias de mudanças que ocorrem naturalmente nas populações de plantas daninhas e não são provocadas pelo herbicida (Warwick, 1991).

A modificação no sítio de ação e metabolismo acelerado têm sido propostos como os mecanismos responsáveis pela tolerância ao grupo químico das triazinas (Gronwald, 1994). Segundo Menendez (1997) o grupo químico das triazinas age no fotossistema II (PSII), inibindo a fotossíntese. A inibição acontece pela ligação dos herbicidas desse grupo ao sítio de ligação da Q_B , na proteína D1 do fotossistema II, causando, por consequência, o bloqueio do transporte de elétrons de Q_A para Q_B , isso interrompe a fixação de CO_2 , e a produção de ATP e $NADPH_2$, os quais são essenciais para o crescimento das plantas. No caso das triazinas, a tolerância ocorre devido a diferentes conformações do sítio de ação destes herbicidas, na proteína D_1 , localizada na membrana tilacóide do cloroplasto. Assim, os herbicidas desse grupo não conseguem se ligar ao sítio de ligação da Q_B da proteína D_1 do fotossistema II (PSII), que se localiza nas membranas da tilacóide dos cloroplastos, não conseguindo desta forma bloquear o transporte de elétrons.

BIOLOGIA E IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE CAPIM COLCHÃO

1. Biologia das espécies do gênero *Digitaria*

O gênero *Digitaria* inclui cerca de 300 espécies de plantas distribuídas em regiões tropicais e subtropicais de ambos os hemisférios (Canto-Dorow, 2001a). O Brasil é o país das Américas com maior número de espécies de *Digitaria*, apresentando 26 nativas, das quais nove exclusivas, e mais 12 exóticas. A riqueza específica nas regiões Sul, Sudeste, Centro-oeste e Nordeste são mais ou menos equivalentes, havendo um decréscimo expressivo na região Norte. Nessas regiões, as espécies habitam formações geralmente abertas como campos naturais e cerrados, sendo comuns em locais alterados pelo homem. Algumas espécies têm sido utilizadas como forragem, outras se destacam por serem plantas daninhas de culturas (Canto-Dorow & Longhi-Wagner, 2001, Dias et al., 2007).

Somente no Estado de São Paulo foram identificadas 14 espécies, sendo que algumas destas espécies são muito parecidas entre si, e as características diferenciais não se encontram de forma constante, havendo tipos intermediários, que mesmo pessoas especializadas em taxonomia têm dificuldades em classificá-las. Ocorrendo um complexo de plantas do gênero *Digitaria* no Brasil, com diferenciação visual a campo bastante difícil, o nome vulgar capim colchão é aplicado indistintamente, valendo mais os hábitos regionais, do que uma definição em nível de espécie (Kissmann, 1997).

Estas plantas são altamente agressivas como infestantes, relatadas como problema em 60 países, infestando mais de 30 culturas de importância econômica. No Brasil, constituem problema sério em muitas culturas de primavera e verão. Estas espécies de plantas daninhas são particularmente hábeis no processo de competição, causando danos em culturas anuais e em viveiros. Também apresentam vantagens em relação às culturas em

condição de seca, além de apresentarem efeitos alelopáticos sobre várias plantas cultivadas (Kissmann, 1997).

O gênero *Digitaria* pertence à família Poaceae (Gramineae), subfamília Panicoideae, tribo Paniceae (Kissmann, 1997). As espécies encontradas no Estado de São Paulo são: *D. corynotricha*, *D. neesiana*, *D. insularis*, *D. eriantha*, *D. fuscescens*, *D. connivens*, *D. sejunta*, *D. filiformis*, *D. violascens*, *D. horizontalis*, *D. bicornis*, *D. sanguinalis* e *D. ciliaris* (Canto-Dorow, 2001a); além de *D. nuda*, que foi citada pela primeira vez em áreas cultivadas com cana de açúcar (Dias et al., 2003). Dentre essas espécies, *D. horizontalis*, *D. ciliaris*, *D. bicornis* e *D. nuda* são encontradas comumente como plantas daninhas em lavouras de cana de açúcar do Estado de São Paulo (Lorenzi, 2000).

2. Identificação das espécies de capim colchão

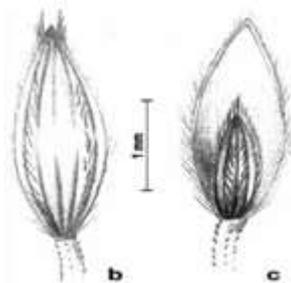
A identificação taxonômica das espécies do gênero *Digitaria* só é possível com utilização de uma lente de aumento de no mínimo 25 vezes e são realizadas, principalmente, com base nas características morfológicas da espiguetas (Kissmann, 1997; Dias, 2004, Dias et al., 2007). As espiguetas são elementos de suma importância para a diferenciação das espécies, a começar por sua forma de inserção, seguindo pelo formato, pelo desenho da gluma II e do lema estéril, bem como pela pilosidade. Devem ser observadas na fase de maturação (algumas iniciando a maturação e outras já maduras) (Canto-Dorow, 2001b).

D. horizontalis, *D. nuda*, *D. ciliaris* e *D. sanguinalis* são muito parecidas morfolologicamente e, no campo, dificilmente podem ser diferenciadas. *D. ciliaris* e *D. sanguinalis* diferenciam-se de *D. horizontalis* por não apresentarem pêlos de base tuberculada sobre a raque. *D. ciliaris* e *D. sanguinalis* diferenciam-se também pelo maior tamanho das espiguetas (Cavalheiro & Barreto, 1981).

Para a correta identificação das espécies de capim colchão sugere-se a adoção da chave de identificação das espécies de *Digitaria* para o Estado de São Paulo, adaptado de Canto-Dorow (2006).

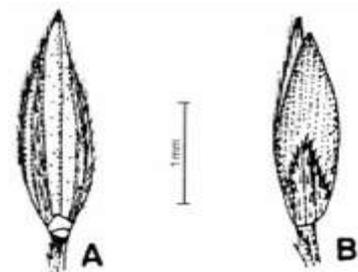
2.1. Chave de identificação das espécies de *Digitaria* para o Estado de São Paulo, adaptado de Canto-Dorow (2006)

1. Presença de tricomas na ráquis 2
 1'. Ausência de tricomas na ráquis 3
 2. Gluma I ausente; tricomas ultrapassando o ápice do lema I ***D. nuda***



(b) espiguetas, vista dorsal, sem gluma inferior;
 (c) espiguetas, vista ventral, com gluma superior.

- 2'. Gluma I presente; tricomas não ultrapassando o ápice do lema I ***D. horizontalis***



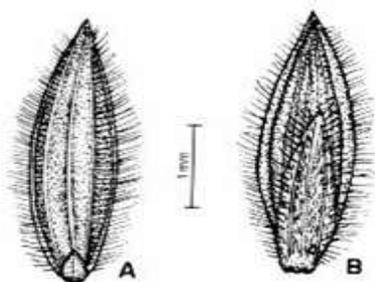
(A) espiguetas, vista dorsal, com gluma inferior na base;
 (B) espiguetas, vista ventral, com gluma superior.

3. Gluma presente 4
 3'. Gluma I ausente ***D. nuda***

4. Indumento igual nas espiguetas, somente tricomas macios nas margens **5**

4' Indumento das espiguetas diferente ***D. bicornis***

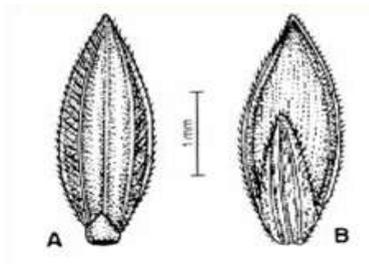
5. Nervuras lisas no lema I, gluma II $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ do comprimento do lema II; lígula de 1,5-3 mm de comprimento ***D. ciliaris***



(A) espiguetas, vista dorsal, com gluma inferior na base;

(B) espiguetas, vista ventral, com gluma superior.

5'. Nervuras escabrosas no lema I, gluma II até $\frac{1}{2}$ do comprimento do lema II; lígula 0,5-1 mm de comprimento ***D. sanguinalis***



(A) espiguetas, vista dorsal, com gluma inferior na base;

(B) espiguetas, vista ventral, com gluma superior.

Capim colchão – identificação e manejo na cultura da cana-de-açúcar

Tabela 1. Resumo das características morfológicas que diferenciam as espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria* (adaptado de Canto-Dorow, 2006).

Características	<i>D. ciliaris</i>	<i>D. sanguinalis</i>	<i>D. nuda</i>	<i>D. horizontalis</i>	<i>D. bicornis</i>
Comprimento da espiguetta (mm)*	(2,2)2,5-3,2(-3,4)	2,5-3,2	2,2-2,4	2-2,2(-2,7)	2,7-3(-3,2)
Gluma I	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Comprimento da gluma II (mm)	1,6 -2,1	1,3 -1,6	0,9 – 1,2	0,8 – 1,2	2,2 - 5
Tricomas ultrapassando a espiguetta	Não	Não	Sim	Não	Não
Escabrosidade das nervuras do lema	Não	Sim	Não	Não	Não
Tricomas nas ráquis	Não	Não	Sim/não	Sim	Não
Comprimento da lígula (mm)	1,5 – 3	0,5 - 1	0,6 - 2	1 - 2	1,3
Indumento da espiguetta	Igual	Igual	Igual	Igual	Diferente
Distribuição geográfica no Brasil	Todas as regiões	Somente RS	Todas as regiões, exceto RS	Todas as regiões, exceto RS	Todas as regiões

* Os valores numéricos apresentados entre parênteses correspondem às medidas extremas observadas e os valores encontrados com maior frequência antecedem estes.

3. Característica geral do gênero *Digitaria* Heist.

São plantas com racemos espiciformes, de raque geralmente triangulada, com ou sem alas laterais. Ao longo da raque ocorrem espiguetas, que podem ser subsésseis ou pediceladas. É mais comum a ocorrência de espiguetas pareadas, sendo uma subséssil e outra pedicelada (Figura 1). As espiguetas podem ocorrer em tríades, em quatro ou, raramente, isoladas (Kissmann, 1997).



Figura 1. Inflorescência de *Digitaria* spp. a esquerda destacando um racemo (a), a direita destaca-se o aumento do corte de um racemo apresentando a raque (b), a espiguetas (c) e o pedicelo da espiguetas (d).

As espiguetas podem ser lanceoladas ou elípticas, comprimidas, quase plano-convexas. São unifloras por ser a flor basal estéril, representada somente por lema, que em algumas espécies pode estar acompanhada da paléa muito reduzida. De um lado da espiguetas, voltado para a raque, vê-se a gluma II sobre a lema fértil; o comprimento dessa gluma pode ser equivalente ou menor que o comprimento da lema. Do outro lado, voltado para

frente no racemo, vê-se a lema estéril e a gluma I, muito reduzida.

O número de nervuras na gluma II e no lema estéril pode ser 3,5 ou 7. A pilosidade é característica nas espécies, podendo ser reduzida e com pêlos curtos ou abundantes, com pêlos curtos ou muito longos. Todos esses, e alguns outros detalhes são muito importantes para a separação das espécies. Para uma identificação correta devem-se tomar racemos com espiguetas em fase de maturação, algumas iniciando a maturação e outras já maduras (Kissmann, 1997).

3.1. *D. nuda* Schumach

D. nuda ocorre em regiões tropicais de todos os continentes, sendo aparentemente mais abundante na África (Veldkamp, 1973), para onde foi originalmente descrita. *D. nuda* já havia sido citada para o Rio Grande do Sul por Cavalheiro & Barreto (1981), sendo considerada adventícia no Estado. Essa espécie ocorre em locais de baixa altitude, estéreis, aparentemente preferindo solos arenosos (Cavalheiro & Barreto, 1981; Veldkamp, 1973).

D. nuda apresenta espiguetas em número de dois por nó, de 2-4 mm de comprimento, 0,6-0,7 mm de largura, lanceoladas; gluma inferior ausente; gluma superior de 0,9-1,2 mm de comprimento, 0,3-0,5 mm de largura, até 1/2 do comprimento do lema inferior, aguda, pilosa, tricomas agudos, esbranquiçados, esparsos, nas margens e entre as nervuras, ultrapassando o ápice da gluma; lema inferior de 2-2,1 mm de comprimento, 0,6-0,7 mm de largura, agudo, piloso nas margens e entre as nervuras laterais, tricomas agudos, densos, ultrapassando o ápice do lema em 0,2-0,4 mm; pálea inferior ausente; antécio superior de 1,8-2,2 mm de comprimento, 0,4-0,6 mm de largura, com flor bissexuada, lanceolado, agudo, com papilas em fileiras longitudinais, castanho-claro na maturidade. Pelas dimensões das espiguetas, assemelha-se a *D. horizontalis*, da qual difere por ter gluma inferior, e pelo lema inferior com tricomas não ultrapassando o seu ápice (Canto-Dorow, 2001b).



Figura 2. Inflorescência de *D. nuda*, com destaque para os tricomas agudos e esbranquiçados (A).



Figura 3. Inflorescência de *D. nuda*, com destaque para a gluma inferior ausente (gluma I - B).



Figura 4. Inflorescência de *D. nuda*, com destaque para os tricomas agudos e esbranquiçados e para a gluma inferior ausente (gluma I).

3.2. *D. horizontalis* Willd.

Planta nativa nas regiões tropicais da América onde, na costa ocidental, é a espécie mais freqüente de *Digitaria*. No Brasil é muito comum, sendo predominante na Região Sudeste. É uma planta anual reproduzida por semente, alastrando-se por enraizamento a partir de nós dos colmos em contato com o solo. Aprecia solos férteis, cultivados ou não, sendo pouco agressiva em solos pobres. É uma das primeiras infestantes a aparecer após o preparo do solo, na primavera. Encerram o ciclo antes de culturas como soja e milho. Apresenta número de cromossomos $n=18$ (Kissmann, 1997).

Quando isolada ou em espaço aberto tende a estender os ramos sobre o solo, em todos os sentidos, a partir da base, elevando apenas a parte terminal com a inflorescência. A altura fica geralmente entre 30-60 cm. Indumento de curtos pêlos alvos, distendidos, sobre a bainha e, de forma escassa, sobre a fase dorsal das lâminas foliares (Dias et al., 2007).

Apresenta espiguetas binadas, lanceoladas, homomorfas, pubescentes, tricomas agudos e esbranquiçados presentes na gluma superior e lema inferior; gluma inferior ausente ou reduzida de até 0,1 mm, aguda; gluma superior de 0,8-1,0 mm, obtusa, atingindo até metade do comprimento do lema inferior; lema inferior de 1,9-2,2 mm, agudo, nervuras laterais glabras, glabro em ambos os lados da nervura central e alternadamente pubescente e glabro nas demais regiões entre as nervuras, margens pubescentes, tricomas não ultrapassando o ápice; antécio superior de 1,9-2,1 mm, castanho-claro na maturação (Canto-Dorow, 2001b).

A caracterização da espécie, entre as *Digitarias*, a *D. horizontalis* se distingue por apresentar nos racemos, junto à base de cada espiguetas, um longo pêlo branco de base tuberculada (Kissmann, 1997).

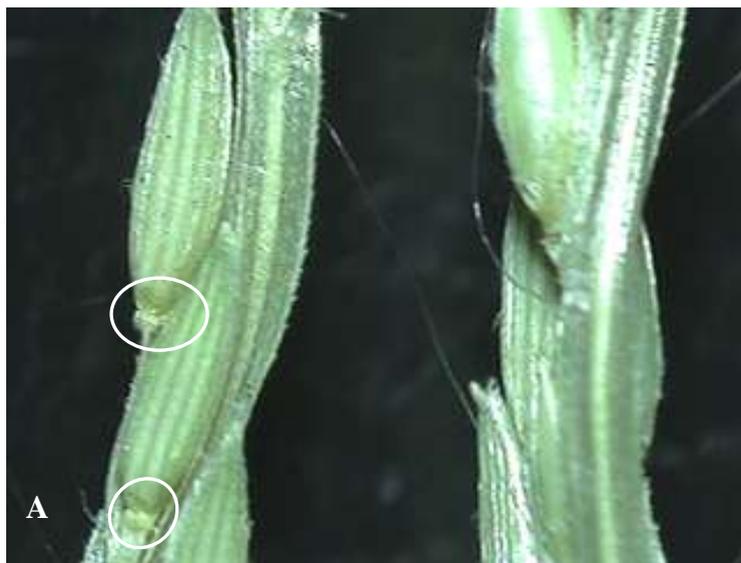


Figura 5. Inflorescência de *D. horizontalis* destacando a presença da gluma inferior (Gluma I - A).



Figura 6. Inflorescência de *D. horizontalis* destacando a presença da gluma superior (Gluma II - B).



Figura 7. Inflorescência de *D. horizontalis* destacando a presença de um longo pêlo branco de base tuberculada junto à base de cada espiguetta: vista ventral (C).

3.3. *D. ciliaris* (Retz.) Koel.

Menciona-se que seja originária da ilha de Taiwan (Formosa e que é bastante disseminada pelo Sudeste Asiático e costa oeste da África). Muito freqüente na América do Sul. No Brasil é com a *D. horizontalis*, uma das infestantes mais comuns (Kissmann, 1997).

Planta anual com reprodução por sementes e apresentam número de cromossomos $2n=27$. Em regiões de umidade elevada e temperatura alta durante todo o ano, pode comportar-se como perene, em função do enraizamento progressivo de colmos decumbentes. Não é o que acontece na Região Sul do Brasil, onde a planta é anual.

A espécie prefere solos bem trabalhados e férteis, mas ocorre também em solos mais compactados e pobres. Agüenta melhor os períodos de calor e seca do que as plantas anuais cultivadas e, nessas condições, domina lavouras. Ao iniciar-se a floração há uma paralisação no desenvolvimento vegetativo, exceto das hastes florais. Efetuando-se cortes após o florescimento, podem ocorrer dois ou três surtos de florescimento durante uma temporada.

Após a maturação das sementes ocorre ainda certa dormência de pelo menos 45 dias. Mesmo após a quebra da dormência praticamente não ocorre germinação enquanto a temperatura se mantiver abaixo de 10°C; com temperaturas de 20 a 30 °C ocorre boa germinação. É geralmente a primeira infestante que começa a aparecer quando se transformam campos nativos em lavouras, nos estados sulinos do Brasil (Kissmann, 1997).

D. ciliaris apresenta espiguetas binadas, lanceoladas, homomorfas, pubescentes, tricomas agudos e esbranquiçados presentes na gluma superior e lema inferior; gluma inferior de 0,2-0,3 mm, aguda; gluma superior de 1,2-1,8 mm, aguda, $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ do comprimento do lema inferior, lema inferior de (2,5) 2,9-3,3 mm, agudo, nervuras laterais glabras ou muito esparsamente escabras no ápice, glabro em ambos os lados da nervura central e

alternadamente pubescentes e glabro nas demais regiões entre as nervuras, tricomas não ultrapassando o ápice; antécio superior de (2,5) 2,9-3,2 mm, castanho-claro na maturação (Canto-Dorow, 2001b).

D. ciliaris é muito próxima de *D. sanguinalis*, pelo hábito e inflorescência. *D. sanguinalis* diferencia-se principalmente por apresentar lema inferior com as nervuras laterais fortemente escabras em toda a extensão, além de lígula mais curta, com 0,8-1,0 mm de comprimento, bem como a gluma superior, que alcança até a metade do comprimento do lema inferior. Webster & Hatch (1987) cita que *D. ciliaris* e *D. sanguinalis* apresentam também distribuição geográfica distinta, a primeira ocorrendo em regiões tropicais de todo o mundo, a segunda restrita às regiões temperadas.



Figura 8. Espiguetas de *D. ciliaris*, destacando a presença da gluma inferior (Gluma I - A).



Figura 9. Espiguetas de *D. ciliaris*, destacando a presença da gluma da gluma superior (Gluma II - B).



Figura 10. Espiguetas de *D. ciliaris*, com destaque para as margens bastante pilosas: vista dorsal (C) e vista ventral (D).

3.4. *D. sanguinalis* (L.) Scop.

Trata-se de uma espécie cosmopolita, originalmente descrita para a América do Norte e sul da Europa, introduzida em várias partes do mundo. No Brasil, é citada para os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul. Habita geralmente solos arenosos, terrenos modificados, beira de estradas, campo pastoreado e hortas (Kissmann, 1997). *D. sanguinalis* é mais freqüente apenas na região Sul do país (Dias, 2004). Pode-se verificar que a *D. sanguinalis* é, na realidade, pouco comum em São Paulo, enquanto que *D. ciliaris* é freqüente. Esta observação, aliada ao fato de que *D. sanguinalis* tem sido coletada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, concordam com os dados de distribuição geográfica mencionados por Webster & Hatch (1987).

Planta anual reproduzida por semente. Após a maturação as sementes geralmente apresentam um período inicial de dormência, após o qual, havendo condições adequadas de temperatura e umidade, podem germinar, havendo emergência desde 6 cm de profundidade. As sementes não necessitam de estímulo luminoso para a germinação. A partir do estágio de 4 folhas inicia-se normalmente o perfilhamento, cuja intensidade depende do espaço disponível e do período de luminosidade.

Em condições ideais podem ocorrer até 60 afilhos. Os colmos são geralmente decumbentes na porção inferior, podendo haver enraizamento a partir de nós em contato com o solo úmido. Efetuando-se o corte das plantas e sendo elas enterradas em seguida, como ocorre na s capinas, pode haver rebrotamento (Kissmann, 1997).

D. sanguinalis é tida como uma espécie de clima temperado, mas suporta bem uma temperatura mais elevada. Quando outras espécies de plantas, particularmente de culturas anuais começam a sofrer por excesso de calor e seca, as diversas *Digitarias*, inclusive *D. sanguinalis*, tendem a dominar o terreno.

Apresentam cromossomos $2n = 18, 34, 36, 48, 54, 70$ e 72 (Kissmann, 1997).

D. sanguinalis apresenta espiguetas binadas, lanceoladas, homomorfas, pubescentes, tricomas agudos e esbranquiçados presentes na gluma superior e lema inferior; gluma inferior de 0,2-0,3 mm, aguda; gluma superior de 1 mm, obtusa, atingindo até a metade do comprimento do lema inferior; lema inferior de (2,2) 3 mm, agudo, nervuras laterais fortemente escabras, glabro em ambos os lados da nervura central e alternadamente pubescente e glabro nas demais regiões entre as nervuras, margens esparsamente pilosas, tricomas não ultrapassando o ápice; antécio superior de (2,1) 2,9 mm, castanho-claro na maturação (Canto-Dorow, 2001b).

3.5. *D. bicornis* (Lam.) Roem. & Schult.

Planta nativa no continente Americano, ocorrendo ao sul dos Estados Unidos, América central e região Norte do Brasil, onde é a espécie de *Digitaria* mais freqüente. É uma planta anual reproduzida por sementes, apresentando 36 cromossomos ($n=36$). Aprecia temperatura elevada e por isso ocorre principalmente em regiões quentes (Kissmann, 1997).

A planta assemelha-se às demais *Digitarias*, sendo, contudo de porte maior. Por seus colmos e ramos finos é decumbente na parte inferior, com a parte superior ereta. Quando apoiada pode chegar a 1,20 m de altura. Nas folhas uma pilosidade geralmente ocorre apenas nas bainhas e na parte basal das lâminas (Kissmann, 1997).

Geralmente ocorrem de 4-6 racemos com até 15 cm de comprimento na parte apical dos colmos, podendo também ocorrer um verticilo inferior com 4-6 racemos e um superior, entre eles ocorrendo ou não racemos isolados (Kissmann, 1997). Na parte inferior dos racemos encontra-se um par de espiguetas homomorfas, com lemas glabros de nervuras equidistantes. As demais espiguetas ocorrem sempre em pares heteromorfos, sendo:

- uma espiguetas subséssil, com nervuras eqüidistantes no lema estéril sem pêlos ou só levemente pubescentes;
- uma espiguetas pedicelada, com nervuras espaçadas irregularmente na lema estéril, apresentando tricomas entre as nervuras, exceto em ambos os lados da nervura mediana e, quando madura, longos cílios a partir do espaço entre as nervuras externas e as margens, sendo que esses cílios se estendem lateralmente. A coloração das espiguetas maduras pode ser amarelada ou purpurescente (Kissmann, 1997).

D. bicornis apresenta espiguetas binadas, lanceoladas, heteromorfas, a pedicelada pilosa nas margens e alternadamente pilosa e glabra entre as nervuras laterais, a subséssil glabra ou esparsamente pilosa, tricomas agudos e esbranquiçados presentes na gluma superior e lema inferior, raramente espiguetas homomorfas; gluma inferior ausente ou reduzida, até 0,1 mm, aguda; gluma superior de 2 mm, aguda, 3/4 do comprimento do lema inferior; lema inferior de 2,9-3,4 mm, agudo, nervuras laterais glabras, glabro em ambos os lados da nervura central, margens pilosas, estas geralmente com tricomas grossos e rígidos, não ultrapassando o ápice; antécio superior de 2,9-3,3 mm, castanho claro na maturação (Canto-Dorow, 2001b).

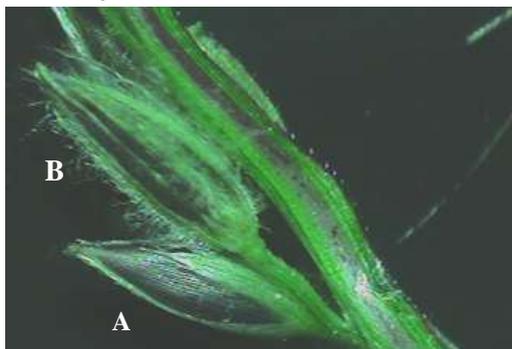


Figura 11. Corte de um racemo de *D. bicornis*, com destaque para o par de espiguetas heteromorfas sendo uma subséssil (A) e outra pedicelada com as margens bastante pilosas (B).



Figura 12. Par de espiguetas heteromorfas de *D. bicornis*, com destaque para as margens bastante pilosas: vista dorsal da espiguetas pedicelada (C) e vista da espiguetas subséssil (D).



Figura 13. Par de espiguetas heteromorfas de *D. bicornis*.

MANEJO DO CAPIM COLCHÃO NA CULTURA DE CANA DE AÇÚCAR

1. Introdução

A cultura da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) tem exercido importante papel na economia brasileira, principalmente por consequência da grande produção alcançada nos últimos anos. Os elevados valores obtidos colocam o Brasil como líder mundial nas agroindústrias de açúcar e álcool. Nos últimos anos, a área produtiva, bem como a produtividade total, tem aumentado continuamente, devido, principalmente, às boas perspectivas do mercado futuro.

Dentre os principais fatores bióticos presentes no agroecossistema da cana de açúcar que têm a capacidade de interferir no desenvolvimento e na produtividade da cultura encontram-se as plantas daninhas (Kuva et al., 2003). A interferência negativa resultante da presença destas plantas pode causar reduções na quantidade e na qualidade do produto colhido e diminuir o número de cortes viáveis, além de aumentar os custos em cerca de 30% para cana-soca e de 15 a 20% para cana-planta (Lorenzi, 1988; 1995; Procópio et al., 2004).

A interferência das plantas daninhas é influenciada por fatores ligados à cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio), a época e extensão do período de convivência e, também, aos fatores característicos das próprias plantas daninhas (composição específica, densidade e distribuição) (Pitelli, 1985). Dentre as principais espécies de plantas daninhas encontradas infestando os canaviais brasileiros encontram-se aquelas conhecidas popularmente como capim colchão (planta daninha da família botânica *Poaceae* pertencente ao gênero *Digitaria* spp.). Esta planta daninha ocorre predominantemente em áreas cujo sistema de colheita da cultura praticado é com queima, durante o período chuvoso e temperaturas mais altas (setembro a abril na região centro-sul do Brasil).

Na prática, produtores têm relatado casos de falhas de controle em áreas de cana de açúcar, que possivelmente estão relacionadas com mudanças da flora infestante em função da seleção de algumas espécies de capim colchão tolerantes aos herbicidas anteriormente recomendados para o seu controle. Estas populações de capim colchão são constituídas por diferentes espécies que apresentam níveis maiores de tolerância aos herbicidas, notadamente *D. nuda*.

2. Medidas de controle

Para evitar as perdas provocadas pelas espécies de capim colchão devem-se adotar medidas eficientes de manejo. As medidas de manejo devem ser feitas da forma mais racional possível, integrando medidas culturais, mecânicas e químicas (Oliveira Jr. & Constantin, 2001), sendo esta última a que resulta em melhores índices de controle, tornando o método químico de maior utilização entre os produtores de cana de açúcar (Procópio et al., 2004). Entre as medidas de manejo cultural, que objetivam tornar a cultura mais competitiva em relação às plantas daninhas, pode-se mencionar: escolha correta da variedade (perfilhamento, brotação, tempo de fechamento, suscetibilidade a herbicidas etc.); controle de pragas e nematóides (evitar interações negativas); adubação equilibrada da cultura; espaçamentos reduzidos entre outras. O controle mecanizado inclui operações de preparo do solo, cultivos, roçadas e operações de reforma (Procópio et al., 2004).

Como medidas físicas podemos destacar a presença de resíduos da colheita da cana de açúcar sem queima deixada sobre a superfície do solo que além de outras implicações no sistema de produção provoca a dormência e conseqüente supressão da infestação de algumas espécies de plantas daninhas através de influências físicas, químicas e biológicas da palhada. Contudo, atualmente, o principal método de controle das plantas daninhas é o químico através da aplicação de herbicidas, tanto na condição de pré como de pós-emergência destas plantas (Hernandez et al., 2001). Segundo Freitas et al. (2004) o controle químico de plantas

daninhas em áreas de cana de açúcar é uma prática bastante difundida em todo o país.

A eficácia de um herbicida depende de diversos fatores como as características físico-químicas e dose do produto, a espécie a ser controlada, o estágio de desenvolvimento e a biologia da planta daninha, o estágio de desenvolvimento da cultura, as técnicas de aplicação, os fatores ambientais no momento e após a aplicação dos herbicidas, além das características físico-químicas do solo para os herbicidas aplicados em pré-emergência (Christoffoleti & López-Ovejero, 2005). Esses fatores interagem constantemente, provocando diferenças nos resultados observados. Segundo alguns autores, quando um ou mais dos fatores citados não são satisfatórios, a eficácia de controle do herbicida aplicado pode ficar comprometida. Além disso, o balanço do efeito destes fatores é que irá determinar a disponibilidade do herbicida no solo e conseqüentemente sua eficácia no controle de plantas daninhas e seletividade para a cultura da cana de açúcar (Christoffoleti et al., 2005).

Para a correta escolha da dose a ser aplicada é fundamental o conhecimento da textura e matéria orgânica do solo. As condições de umidade do solo, a pluviosidade e temperatura afetarão o período residual do herbicida, que deve oscilar entre 60 e 150 dias, variando de acordo com a modalidade cultivo: cana planta de ano, cana planta de ano e meio e cana soca e época de aplicação (úmida ou seca).

3. Características de alguns herbicidas discutidos nesta publicação, recomendados para o controle do capim colchão na cultura de cana de açúcar

Dentre os herbicidas discutidos nesta publicação e que são recomendados para o controle de *Digitaria* spp. na cultura da cana de açúcar, classificados de acordo com o mecanismo de ação em que atuam nas plantas, destacam-se: ametrina, diuron, tebuthiuron, metribuzin e diuron + hexazinone (inibidores do fotossistema II), isoxaflutole (inibidores da síntese de caroteno), imazapic e imazapyr (inibidores de ALS), principalmente aplicados em pré-emergência

(Lorenzi, 2000; Andrei, 1999). A seguir algumas características importantes destes herbicidas, baseado principalmente na publicação de Rodrigues & Almeida, 2005. É importante destacar que outros herbicidas não discutidos nesta publicação também apresenta eficácia de manejo do capim colchão, porém limitamos nesta publicação a discussão com os herbicidas a seguir descritos.

3.1. Imazapic

Pertence ao grupo químico das imidazolinonas apresenta ação em pré e pós-emergência inicial. É recomendado para o controle de plantas daninhas de ciclo anual, da classe das gramíneas e folhas largas, assim como algumas perenes como *Cyperus rotundus* (tiririca). Além disso, pode apresentar poder residual controle das plantas daninhas em pré-emergência superior a 120 dias (Procópio et al., 2004). Apresenta translocação apo-simplástica (via xilema e floema).

3.2. Imazapyr

Pertence ao grupo químico das imidazolinonas. É registrado no Brasil para o controle de plantas daninhas em pré-plantio da cultura da cana de açúcar (desinfestação), principalmente no controle de tiririca e grama seda. Pode também ser aplicado em pré-emergência de soqueiras. Apresenta absorção foliar e radicular e translocação apo-simplástica, acumulando-se nos meristemas de crescimento.

3.3. Diuron

Pertence ao grupo das uréias substituídas, recomendado para aplicação em pré e pós-emergência inicial das plantas daninhas, normalmente em mistura formulada com outros herbicidas (hexazinone, MSMA e paraquat, por exemplo), ou mesmo em aplicações seqüenciais com outros herbicidas. Apresenta absorção radicular e, com menor intensidade foliar. A translocação ocorre através do xilema, com movimentação acrópeta, pela corrente da transpiração. Apresenta período efetivo de controle (residual) de 40 a 70 dias, variando de acordo com as

características físico-químicas do solo, as condições climáticas e a dose aplicada.

3.4. Diuron + hexazinone

Registrado para o controle de plantas daninhas em pré e pós-emergência inicial na cultura da cana de açúcar. Não é recomendado para aplicação em cana-planta, solos de textura arenosa, porém em soqueiras é aplicado independente da textura do solo, porém com ajustes de doses recomendadas. É recomendável que seja aplicado em cana-planta antes da emergência da cultura, até o estágio de “esporão” ou no caso da cana soca até o início do perfilhamento, por ser estas as fases em que a cana de açúcar é mais tolerante aos herbicidas.

3.5. Ametrina

Pertence ao grupo químico das triazinas. É recomendado para aplicações em pré e pós-emergência inicial na cultura da cana de açúcar, em aplicação isolada ou seqüencial com outros herbicidas. Apresenta absorção foliar e radicular, quando aplicado ao solo, transloca-se pelo xilema até às folhas; quando aplicado em pós-emergência, age como produto de contato e praticamente não sofre translocação. As doses recomendadas são diferenciadas de acordo com a textura do solo, sendo dependente das características físico-químicas do solo e do período de controle desejado.

3.6. Tebuthiuron

Pertence ao grupo químico dos herbicidas derivados da uréia. Registrado no Brasil para o controle em pré emergência de plantas daninhas da classe das mono e dicotiledôneas na cultura da cana de açúcar, sendo sua aplicação recomendada somente em pré emergência. Apresenta absorção radicular, quando aplicado ao solo, transloca-se pelo xilema. Recomendado para o uso em cana-planta, por apresentar longo período efetivo de controle (120 dias) nas doses recomendadas. Apresenta tolerância a degradação quando aplicados em solos com umidade disponível reduzida.

3.7. Metribuzin

Pertence ao grupo químico das triazinonas. Registrado no Brasil para controle de plantas daninhas em cana de açúcar quando aplicado tanto em condições de pré quanto pós emergência inicial. Apresenta absorção radicular e foliar, porém quando em pós emergência age como herbicida de contato

A propriedade físico-química do herbicida metribuzin relacionada à sua alta solubilidade em água permite que o herbicida seja facilmente posicionado no perfil do solo, onde é encontrada a maioria das sementes de capim colchão prontamente germináveis. O metribuzin, além de atuar em condições de pré-emergência das plantas daninhas, também é recomendado em condições de pós-emergência, sendo que no caso do capim colchão o ideal é a aplicação do herbicida até a emissão dos primeiros perfilhos da planta daninha. Para funcionamento ideal do metribuzin é necessária adequada disponibilidade de água no solo. Assim, seu funcionamento é otimizado. A degradação do herbicida metribuzin no solo é principalmente microbiana e seu residual no solo é de aproximadamente 60 dias.

3.8. Isoxaflutole

Pertence ao grupo químico das isoxazolidinonas. Recomendado para aplicação em pré e pós-emergência inicial da cana de açúcar, porém sua atividade é maximizada quando aplicado em pré-emergência, atuando tanto sobre as gramíneas, onde o capim colchão é eficientemente controlado. É absorvido predominantemente pelo meristema apical das plântulas e pelas raízes e colo das plantas sensíveis, sendo translocado ascendentemente pelo xilema das plantas, para as folhas (translocação apoplástica). O isoxaflutole é considerado um pró herbicida, que através do processo de hidrólise química, mediada pela água do solo transforma-se em deketonitrila, que é efetivamente o herbicida. A molécula de deketonitrila é 60 vezes mais solúvel em água que o isoxaflutole, portanto apresenta boa tolerância às condições de solo seco no momento da aplicação.

4. Eficácia de controle químico de espécies de capim colchão na cultura de cana de açúcar

Devido às falhas no controle do capim colchão observadas em diversas áreas de produção de cana de açúcar, onde os herbicidas dos grupos químicos das triazinas e uréias substituídas vinham sendo utilizados de forma repetitiva há vários anos, diversos trabalhos foram conduzidos para avaliar a eficácia de controle das espécies de capim colchão. Sendo assim, alguns destes trabalhos estão discutidos aqui nesta publicação, com o objetivo de nortear recomendações de manejo.

Lorenzi (2000) relata em seu livro que a espécie *D. horizontalis* é altamente suscetível (mais de 95% de controle) aos herbicidas tebuthiuron, metribuzin, diuron + hexazinone, imazapic e imazapyr e suscetível (85% a 95% de controle) aos herbicidas ametrina, diuron e isoxaflutole. Ainda, considera a espécie *D. sanguinalis* como altamente suscetível ao diuron + hexazinone e suscetível aos herbicidas ametrina e diuron. Esta informação está em concordância com Carvalho et al. (2005) e Hernandez et al. (2001).

Por outro lado, em experimento realizado por Dias et al. (2005), Tabela 2, os herbicidas pertencentes aos grupos químicos das imidazolinonas (imazapyr e imazapic) e uréias substituídas (diuron, tebuthiuron e diuron + hexazinone) não foram eficientes no controle da *D. nuda*. Já os herbicidas dos grupos químicos das triazinas (ametrina), triazinonas (metribuzin) e do grupo químico dos isoxazolinonas (isoxaflutole) foram aqueles que apresentaram os melhores níveis de controle para essa espécie. Embora ametrina, metribuzin, diuron e tebuthiuron tenham o mesmo mecanismo de ação, o sítio específico de ação desses herbicidas junto à quinona Qb é diferenciado (Christoffoleti et al., 2001). Portanto, essa pode ser a razão de ametrina e metribuzin com o mesmo mecanismo de ação (Pfister et al., 1981; Oettmeier et al., 1984) serem efetivos no controle da *D. nuda* e do diuron e tebuthiuron não, pois seus sítios de ação provavelmente são diferentes. No caso da mistura diuron +

hexazinone, apesar do hexazinone ser uma triazinona, o diuron, que faz parte da mistura, não proporcionou o efeito aditivo no controle da *D. nuda*.

Tabela 2. Porcentagem de controle visual⁽¹⁾ aos 15, 30 e 60 DAA⁽²⁾ para a população de capim colchão com suspeita de tolerância aos herbicidas utilizados na cultura da cana de açúcar na Usina Costa Pinto localizada em Piracicaba-SP (Dias, et al. 2005).

Tratamentos	Dose de i.a. kg ha ⁻¹	Avaliação % de controle (DAA) ⁽²⁾		
		15	30	60
Ametrina	2,500	99 a	86 a	93 a
Diuron	2,400	95 a	68 ab	3 d
Tebuthiuron	1,200	99 a	83 a	33 cd
Diuron + hexazinone	0,936 + 0,264	89 a	95 a	55 bc
Imazapyr	0,175	80 a	35 bc	6 d
Isoxaflutole	0,112	80 a	87 a	93 a
Metribuzin	1,920	93 a	99 a	97 a
Imazapic	0,098	94 a	5 c	0,0 d
Testemunha	-	0 b	0 c	0,0 d
C.V.		10,7	28,1	40,3
D.M.S (5%)		20,5	41,3	33,1

⁽¹⁾ Escala onde, 0% equivale a nenhum controle, e 100% equivale a controle total, comparados à testemunha sem herbicida. ⁽²⁾ DAA = dias após aplicação dos herbicidas. D.M.S. (5%) = Diferença mínima significativa para comparação entre herbicidas. Letras diferentes dentro de cada avaliação (colunas) demonstram diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey (p<0,05).

Christoffoleti et al. (2006) também conduziram trabalhos em condições de campo, com o objetivo de avaliar a eficácia de herbicidas sobre as espécies *D. ciliaris* e *D. nuda* (Tabela 3a, 3b e 4a e 4b). Os herbicidas testados foram (doses em g ha⁻¹): mesotrione a 120; mesotrione a 120 + ametrina a 2000; trifloxysulfuron sódio + ametrina a 32,4 + 1280; mesotrione a 120 + trifloxysulfuron sódio + ametrina a 32,4 + 1280; ametrina a 2000; hexazinone + diuron a 264 + 936; mesotrione a 120 + hexazinone + diuron a 264 + 936; metribuzin a 1440; mesotrione a 120 + metribuzin a 1440; hexazinone + diuron a 264 + 936 + MSMA a 960. Observaram que todos os tratamentos controlaram as espécies de capim colchão, com exceção da mistura diuron + hexazinone sobre *D. nuda* (Tabelas 3a e 3b).

Tabela 3a. Porcentagem de controle e peso da matéria seca (P.S.) da planta daninha *D. nuda*, aos 14 e 28 DAA, com plantas com 1 a 2 perfilhos. ESALQ – USP – Piracicaba – SP, 2006 (Christoffoleti et al., 2006).

Tratamentos	Dose (kg/ha)	<i>D. nuda</i> - 1 a 2 perfilhos		
		% de controle		P.S.
		14	28	
Mesotrione	0,12	89,0 c	85,0 c	12,8 b
Mesotrione + ametrina	0,12 + 2,0	96,0 b	95,0 a	9,3 bc
(Tryfloxysulfuron + ametrina)	(0,0324 + 1,28)	91,7 c	89,3 b	3,3 d
Mesotrione + (tryfloxysulfuron+ametrina)	0,12+(0,0324+1,28)	97,0 b	98,0 a	6,9 c
Ametrina	2,0	90,7 c	87,7 c	1,6 e
(Diuron + hexazinone)	(0,264 + 0,936)	93,0 c	90,0 b	9,7 b
Mesotrione + (diuron + hexazinone)	0,12+(0,264+0,936)	99,3 a	97,0 a	9,0 bc
Metribuzin	1,44	91,3 c	88,7 b	1,8 e
Mesotrione + metribuzin	0,120 + 1,44	96,7 b	95,0 a	9,3 bc
(Diuron + hexazinone) + MSMA	(0,264+0,936)+0,96	100,0 a	97,0 a	3,6 d
Testemunha	---	0,0 d	0,0 d	62,8 a
F tratamentos		3771,4*	3294,5*	304,71*
Coefficiente de variação		1,01	1,13	16,16
D.M.S.		2,56	2,81	5,14

Observação: Médias acompanhadas de mesma letra na coluna indicam que são estatisticamente iguais entre si.

Tabela 3b. Porcentagem de controle e peso da matéria seca (P.S.) da planta daninha *D. nuda*, aos 14 e 28 DAA, com plantas com 3 a 4 perfilhos. ESALQ – USP – Piracicaba – SP, 2006 (Christoffoleti et al., 2006).

Tratamentos	Dose (kg/ha)	<i>D. nuda</i> - 3 a 4 perfilhos		P.S.
		% de controle		
		14	28	
Mesotrione	0,12	90,0 bc	87,0 d	16,4 c
Mesotrione + ametrina	0,12 + 2,0	98,7 a	95,0 ab	8,6 d
(Tryfloxysulfuron + ametrina)	(0,0324 + 1,28)	91,7 bc	90,7 c	2,9 e
Mesotrione + (tryfloxysulfuron+ametrina)	0,12+(0,0324+1,28)	97,0 b	95,0 ab	6,1 de
Ametrina	2,0	91,3 bc	88,7 c	3,4 e
(Diuron + hexazinone)	(0,264 + 0,936)	55,0 d	50,0 e	8,1 d
Mesotrione + (diuron + hexazinone)	0,12+(0,264+0,936)	95,0 ab	90,0 c	48,6 b
Metribuzin	1,44	90,7 bc	90,0 c	7,2 d
Mesotrione + metribuzin	0,120 + 1,44	95,0 ab	94,0 b	7,7 d
(Diuron + hexazinone) + MSMA	(0,264+0,936)+0,96	100,0 a	97,7 a	4,0 e
Testemunha	---	0,0 e	0,0 f	66,4 a
F tratamentos		1472,14*	2730,39*	387,7*
Coefficiente de variação		1,64	1,23	12,77
D.M.S.		3,98	2,88	5,60

Observação: Médias acompanhadas de mesma letra na coluna indicam que são estatisticamente iguais entre si.

Em ensaio conduzido em casa-de-vegetação por Dias, et al. (2006), com o objetivo de avaliar a eficácia dos diferentes herbicidas recomendados para a cultura da cana de açúcar no controle de quatro espécies de capim colchão (*D. ciliaris*, *D. nuda*, *D. horizontalis* e *D. bicornis*), utilizando herbicidas em pré-emergência (g i.a. ha⁻¹): ametrina a 2500; diuron a 2500; tryfloxysulfuron-sodium + ametrina a 32,4+1280; hexazinone + diuron a 264+936; tebuthiuron a 750; clomazone a 800; amicarbazone a 1050; isoxaflutole a 112,5 e imazapic a 122,5, além de testemunha sem aplicação; e também herbicidas aplicados em pós-emergência (g i.a. ha⁻¹): mesotrione a 120, tryfloxysulfuron sodium + ametrina a 32,4+1280; ametrina a 2000; hexazinone + diuron a 264+936; metribuzin a 1440; ametrina + clomazone a 1,5+1,0; MSMA a 1920 e diuron a 2500, além de testemunha sem aplicação. Conclui que os tratamentos de hexazinone + diuron,

tebuthiuron e Imazapic apresentam os menores controles para *D. nuda* em pré-emergência e os tratamentos diuron e hexazinone + diuron apresentaram os menores controles para *D. nuda* em pós-emergência, o que a coloca como a espécie mais tolerante a estes herbicidas. As demais espécies demonstram comportamento semelhante quanto ao controle na maioria dos tratamentos, tanto em pré, como em pós-emergência.

A partir daí, pode-se observar que os herbicidas com os melhores níveis de controle para a espécie *D. horizontalis* (tebuthiuron, diuron + hexazinone, imazapic e imazapyr) foram aqueles menos efetivos no controle da *D. nuda*. Esse fato comprova a diferença da sensibilidade da espécie *D. nuda* aos herbicidas normalmente recomendados para o controle de capim colchão na cana de açúcar.

Tabela 4a. Porcentagem de controle e peso da matéria seca (P.S.) da planta daninha *D. ciliaris*, aos 14 e 28 DAA, com plantas com 1 a 2 perfilhos. ESALQ – USP – Piracicaba – SP, 2006 (Christoffoleti et al., 2006).

Tratamentos	Dose (kg/ha)	<i>Digitaria ciliaris</i> - 1 a 2 perfilhos		P.S.
		% de controle		
		14	28	
Mesotrione	0,12	90,0 d	90,0 c	6,4 b
Mesotrione + ametrina	0,12 + 2,0	99,3 a	100,0 a	0,0 b
(Tryfloxysulfuron + ametrina)	(0,0324 + 1,28)	98,7 a	100,0 a	0,0 b
Mesotrione + (tryfloxysulfuron+ametrina)	0,12+(0,0324+1,28)	100,0 a	100,0 a	0,0 b
Ametrina	2,0	98,0 ab	95,0 b	3,8 b
(Diuron + hexazinone)	(0,264 + 0,936)	96,0 b	95,0 b	3,4 b
Mesotrione + (diuron + hexazinone)	0,12+(0,264+0,936)	100,0 a	100,0 a	0,0 b
Metribuzin	1,44	95,0 c	95,0 b	3,8 b
Mesotrione + metribuzin	0,120 + 1,44	100,0 a	100,0 a	0,0 b
(Diuron + hexazinone) + MSMA	(0,264+0,936)+0,96	100,0 a	100,0 a	0,0 b
Testemunha	---	0,0 e	0,0 d	45,2 a
F tratamentos		5231,4**	<0,0001**	85,42**
Coeficiente de variação		8,0	12,0	43,84
D.M.S.		2,09	1,0	7,35

Observação: Médias acompanhadas de mesma letra na coluna indicam que são estatisticamente iguais entre si.

Tabela 4b. Porcentagem de controle e peso da matéria seca (P.S.) da planta daninha *D. ciliaris*, aos 14 e 28 DAA, com plantas com 3 a 4 perfilhos. ESALQ – USP – Piracicaba – SP, 2006 (Christoffoleti et al., 2006).

Tratamentos	Dose (kg/ha)	<i>D. ciliaris</i> - 3 a 4 perfilhos		P.S.
		% de controle		
		14	28	
Mesotrione	0,12	95,0	89,3	5,4
Mesotrione + ametrina	0,12 + 2,0	100,0	100,0	0,0
(Tryfloxysulfuron + ametrina)	(0,0324 + 1,28)	100,0	100,0	0,0
Mesotrione+(tryfloxysulfuron +ametrina)	0,12+(0,0324+1,28)	100,0	100,0	0,0
Ametrina	2,0	95,0	93,3	3,9
(Diuron + hexazinone)	(0,264 + 0,936)	60,0	50,0	15,7
Mesotrione + (diuron + hexazinone)	0,12+(0,264+0,936)	100,0	100,0	0,0
Metribuzin	1,44	96,7	95,0	3,6
Mesotrione + metribuzin	0,120 + 1,44	100,0	100,0	0,0
(Diuron + hexazinone) + MSMA	(0,264+0,936)+0,96	100,0	100,0	0,0
Testemunha	---	0,0	0,0	38,0
F tratamentos		784,08*	1462,99*	244,67*
Coefficiente de variação		2,07	1,52	21,19
D.M.S.		5,23	3,76	3,79

Observação: Médias acompanhadas de mesma letra na coluna indicam que são estatisticamente iguais entre si.

5. LEVANTAMENTO DAS ESPÉCIES E DAS INFESTAÇÕES

Um dos primeiros passos para solucionar a problemática de manejo do capim colchão em área de produção de cana de açúcar é a identificação correta das espécies predominantes na área bem como o mapeamento e distribuição das espécies nos talhões. Para isso é necessário inicialmente um treinamento do pessoal de campo envolvido no levantamento.

Para o levantamento é recomendável que pequenas áreas testemunhas (áreas de 4 linhas da cultura x 10 m, por exemplo) sejam deixadas no talhão sem a aplicação de herbicidas para que nelas sejam coletadas panículas das plantas para identificação. A coleta também pode ser realizada em áreas que apresentam escapes da planta daninha. Nestas áreas recomenda-se a amostragem realizada através de coleta manual no caminhamento

aleatório pela área a ser analisada. Evitando bordas de talhões, carreadores de rua, áreas assoreadas e erodidas, plantas da linha da cultura e plantas de entrelinhas cobertas por palha.

A coleta de 200 panículas a cada talhão de aproximadamente 50 hectares corresponde a uma proporção representativa da infestação, desde que realizada de forma criteriosa. A presença predominante da espécie *Digitaria nuda* é um indicativo de seleção pelo uso de herbicidas.

A coleta deve ser realizada evitando os períodos do dia com maior umidade e os dias de chuva. O armazenamento das panículas das plantas amostradas deve ser realizado em sacos de papel para evitar a deterioração das amostras devido à umidade. Os sacos com as amostras coletadas devem ser identificados com a data de coleta, número do talhão, seção, fazenda e cidade. As amostras podem ser acondicionadas por até sete dias, porém a identificação mais imediata possível corresponde à forma mais acertada, a fim de se analisar as panículas ainda túrgidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie de capim colchão *D. nuda* está sendo selecionada pela aplicação repetitiva dos herbicidas utilizados no controle desta planta daninha na cultura da cana de açúcar, caracterizando um processo de dinâmica populacional de mudança específica de flora infestante tolerante a herbicidas.

Testes de eficácia dos herbicidas utilizados na cultura da cana de açúcar normalmente empregados para o controle do capim colchão são necessários para o conhecimento da eficácia de controle da espécie *D. nuda*. Assim, o desenvolvimento de trabalhos tem por objetivo elucidar os possíveis mecanismos de tolerância a herbicidas que ocorrem em *D. nuda*, principalmente com relação à sensibilidade enzimática e metabolismo diferencial de compostos.

Os produtores de cana de açúcar e empresas envolvidas no manejo da cultura devem conhecer as espécies de capim colchão

existentes em suas áreas agrícolas a fim de utilizem estratégias de manejo objetivas para cada uma das espécies presentes na área. Independentemente da espécie de capim colchão presente nas áreas a serem manejadas, a rotação de herbicidas comerciais, ingredientes ativos e mecanismos de ação é uma prática indispensável, não só para se coibir a seleção da espécie mais tolerante de capim colchão como também de outras plantas daninhas, em nível de espécie ou na forma de resistência por meio da seleção de biótipos resistentes aos diferentes herbicidas utilizados.

Assim como em outras culturas agrícolas, no caso da cana de açúcar o manejo químico e a principal forma de controle de plantas daninhas. Por isso devemos preservar as ferramentas de manejo que conhecemos por herbicidas de forma a continuar podendo utilizá-los, de forma técnica e segura.

LITERATURA CITADA

- ANDREI, E. (Ed.). **Compêndio de defensivos agrícolas**. São Paulo: Andrei, 1999. 672 p.
- CANTO-DOROW, T.S. *Digitarias* do grupo “capim colchão ou milhã” ocorrentes no Brasil. Disponível em: <http://www.hrac-br.com.br>. Acesso em: 20 julho de 2006.
- CANTO-DOROW, T.S. *Digitaria* Heister ex Haller. In: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A.M. (Ed.) **Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 2001a. p. 143-150.
- CANTO-DOROW, T.S. **O gênero *Digitaria* Haller (Poaceae - Panicoideae - Poniceae) no Brasil**. 2001b. 386 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- CANTO-DOROW, T.S.; LONGHI-WAGNER, H.M. Novidades taxonômicas em *Digitaria* Haller (*Poaceae*) e novas citações para o gênero no Brasil. **INSULA**, v.30, p.21-34, 2001.

- CARVALHO, S.J.P.; LOMBARDI, B.P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, v. 23, p. 535-542, 2005.
- CAVALHEIRO, E.M.; BARRETO, I.L. As espécies indígenas ou espontâneas do gênero *Digitaria*, Heister ex Haller (*Gramíneae*) ocorrentes no Rio Grande do Sul. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas “Francisco Osório”**, Porto Alegre, v.8, p.171-315, 1981.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no Mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Org.). Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. 3 ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008, v. v., p. 3-26.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; MOREIRA, M.S.; Controle de plantas daninhas do gênero *Digitaria* através do uso do herbicida mesotrione, em pós-emergência, na cultura da cana de açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25, 2006, Brasília. **Resumos Expandidos...** Brasília: SBCPD, 2006. CD-ROM.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana de açúcar: Novas moléculas herbicidas. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA DE AÇÚCAR. **Anais...** Piracicaba, 2005. CD-ROM.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. **Dinâmica dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana de açúcar.** São Paulo: autores, 2005. 49p
- CHRISTOFFOLETI, P.J.; CORTEZ, M.G.; MONQUEIRO, P.A. Bases da resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE MANEJO E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO, 3., Passo

- Fundo, 2001. **Resumos de Palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 2001. p. 39-53.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistentes *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 513-519, 2002.
- CORTEZ, M. G. **Resistência de biótipos de *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. a herbicidas inibidores da acetil coenzima a carboxilase.** 2000. 214 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidades de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- DIAS, A.C.R., CARVALHO, S.J.P., NICOLAI, M. e CHRISTOFFOLETI, P.J. Problemática da ocorrência de diferentes espécies de capim colchão (*Digitaria* spp.) na cultura da cana de açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, p.489-499, 2007.
- DIAS, A.C.R.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de espécies de capim colchão (*D. ciliaris*, *D. nuda*, *D. horizontalis* e *D. bicornis*) com herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura de cana de açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DADIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., Brasília, 2006. **Resumos...** Brasília: SBCPD/UnB/Embrapa Cerrados, 2006. p. 328.
- DIAS, N.M.P. **Tolerância de espécies de capim colchão (*Digitaria* spp.) a herbicidas na cultura da cana de açúcar.** Piracicaba, 2004. 118p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, 2004.
- DIAS, N.M.P.; REGITANO, J.B.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; TORNISIELO, V.L. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetível e tolerante de capim colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, v.21, p.293- 300, 2003.
- DIAS, N.M.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; TORNISIELO, V.L. Identificação taxonômica de espécies de capim colchão

infestantes da cana de açúcar no Estado de São Paulo e eficácia de herbicidas no controle de *Digitaria nuda*. **Bragantia**, v. 64, p. 389-396, 2005.

FREITAS, S.P. et al. Controle químico de *Rottboelia exaltata* em cana de açúcar. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.461-466, 2004.

GRONWALD, J.W. Resistance to photosystem II inhibiting herbicides. In: POWLES, B.; HOLTUM, J.A.M. Herbicide resistance in plants – biology and biochemistry. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 27-60.

HALL, L.M.; STROME, K.M.; HORSMAN, G.P. Resistance to acetolactate synthase inhibitors and quinclorac in a biotype of false clover (*Gallium spurium*). **Weed Science.**, v. 46, p. 390-396, 1998.

HERNANDEZ, D.D.; ALVES, P.L.C.A.; MARTINS, J.V.F. Influência do resíduo de colheita de cana de açúcar sem queima sobre a eficiência do imazapic e imazapic + pendimethalin. **Planta Daninha**, v. 19, p. 419-426, 2001.

HESS, F.D. Herbicide absorption and translocation and their relationship to plant tolerance and susceptibility. In: DUKE, S. O. (Ed.) **Weed Physiology**. Boca Raton: Herbicide Physiology CRC Press, 1985. p.192-214.

HIDAYAT, I.; PRESTON, C. Enhanced metabolism of fluazifop acid in a biotype of *Digitaria sanguinalis* resistant to the herbicide fluazifop-p-butyl. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v. 57, p. 137-146, 1997.

KIRKWOOD, R.C. Recent developments in our understanding of the plant cuticle as a barrier to the foliar uptake of pesticides. **Pesticide Science**, v. 55, p. 69-77, 1999.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas** - Tomo I: Plantas inferiores e monocotiledôneas. São Bernardo do Campo: BASF, 1997. 824 p.

- KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana de açúcar. III - Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, v.21, p.37-44, 2003.
- LADLIE, J.S. **Guide to herbicide injury symptoms in soybean with “look-alike” symptoms**. Hollamdale: Agri- Growth Research, 1991. 86 p.
- LIAKOPOULOS, G., STAVRIANOKOU, S.; KARABOURNIOTIS, G. Analysis of epicuticular phenolics of *Prunus persica* and *Olea europea* leaves, evidence for the chemical origin of the u.v. induced blue fluorescence of stomata. **Annals of Botany**, v. 87, p. 641-648, 2001.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e de controle de plantas daninhas**: plantio direto e convencional. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2000. 339 p.
- LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura da cana de açúcar: Plantas daninhas na lavoura do nordeste brasileiro. In: ENCONTRO TÉCNICO GOAL, CANA DE AÇÚCAR, 4., 1995, Recife. **Anais...** Recife: 1995.
- LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana de açúcar. SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., Piracicaba, 1988. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1988. p.281-301.
- MENENDEZ, J. **Mecanismos de resistencia a herbicidas em biotipos de *Alopecurus myosuroides* Huds.** 1997. 246 f. Tesis (Doctoral en Bioquímica y Biología Molecular) – Universidad de Córdoba, Córdoba, 1997.
- MENENDEZ, J.; PRADO, R. Metabolism of chlorotoluron in resistant and susceptible *Alopecurus myosuroides* cell suspension cultures and whole plants. **Plant Physiol.**, v. 99, p. 97-94, 1997.

- MONQUERO, P. A. & CHRISTOFFOLETI, P. J. Dinâmica do banco de sementes em áreas com aplicação freqüente do herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.21, p.63-69, 2003.
- MONQUEIRO, P. A.; CHRISTOFOLLETI, P. J.; DIAS, C. T. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine Max*). **Planta Daninha**, v. 18, p. 419-423, 2000.
- OETTMEIER, W. et al. Herbicide binding at photosystem II: a new azidotriazinonephotoaffinity label. **Biochem. Biophysics Acta**, v. 767, p. 590-595, 1984.
- OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 362p.
- PITELLI, R. A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.
- PFISTER, K. et al. Photoaffinity labeling of an herbicide receptor protein in chloroplast membranes. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**, v. 78, p. 981- 985, 1981.
- PORNPROM, T.; YONG, P. J. Assessment of ALSinhibiting herbicide tolerance in pepper cultivars. **Weed Science.**, v. 17, p. 325-333, 1997.
- POWLES, C.; HOLTUM, J.A.M. **Herbicide resistance in plants: biology and biochemistry**. Boca Raton: Lewis, 1994. 353 p.
- PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana de açúcar. In.: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.
- RODRIGUES, B.N. & ALMEIDA, F.S. (ed.). **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos autores, 2005. 591 p.
- SEEFELDT, S. S.; JENSEN, J. E.; FUERST, E. P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. **Weed Technology**, v. 9, p. 218-227, 1995.

- SHERMAN, T.D.; VAUGHN, K.C.; DUKE, S.O. Mechanism of action and resistance to herbicides. In: DUKE, S.O. (Ed.) **Herbicide resistant crops**. Boca Raton: CRC Press, 1996. p.14-28.
- VELDKAMP, J. F. A revision of *Digitaria* Haller (*Gramineae*) in Malasia. **Blumea**, v.21, p.1-80, 1973.
- WARWICK, S. I. Herbicide resistance in weed plants: physiology and population biology. **Ann. Rev. Ecol. System.**, v. 22, p. 95-144, 1991.
- WEBSTER, R.D.; HATCH, S.L. Taxonomy of *Digitaria*, section *Aequiglumae* (*Poaceae-Paniceae*). **SIDA**, v. 14, p.145-167, 1987.