

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Digitaria* EM
CANAVIAIS DO CENTRO OESTE PAULISTA E
SUSCEPTIBILIDADE DE ALGUNS ACESSOS A
HERBICIDAS**

FELIPE RIDOLFO LUCIO
Engenheiro Agrônomo

Jaboticabal – São Paulo - Brasil

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Digitaria* EM
CANAVIAIS DO CENTRO OESTE PAULISTA E
SUSCEPTIBILIDADE DE ALGUNS ACESSOS A
HERBICIDAS

Felipe Ridolfo Lucio

Orientador: Prof. Dr. Robinson Antonio Pitelli

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

Jaboticabal - São Paulo - Brasil
2011

L938o Lucio, Felipe Ridolfo
Ocorrência de espécies do gênero *Digitaria* em canaviais do centro oeste paulista e susceptibilidade de alguns acessos a herbicidas / Felipe Ridolfo Lucio. – Jaboticabal, 2011
xiii, 99 f.: il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.
Orientador: Robinson Antonio Pitelli.
Banca examinadora: Ricardo Victória Filho, Roberto Estevão Bragion de Toledo.
Bibliografia

1. Tolerância. 2. Plantas Daninhas. 3. *Digitaria horizontalis*.
4. *Digitaria nuda*. 5. *Digitaria ciliaris*. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.51:632.954

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FELIPE RIDOLFO LUCIO – Natural de Ribeirão Preto, São Paulo, nascido no dia 15 de Outubro de 1985, concluiu o 2º Grau em Ribeirão Preto pelo Sistema de ensino – COC em Dezembro de 2003. Iniciou o Curso de Agronomia em Março de 2004, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal, formando-se em Dezembro de 2008. Em Março de 2009, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) na mesma universidade. Ocupa atualmente o cargo de Desenvolvimento e Pesquisa na empresa Dow AgroSciences.

*“Se queres provar-nos que és competente, não o
proves semeando urtigas”.*

Georg Lichtenber

OFEREÇO

Aos meus pais Valdir e Silvia, pela oportunidade, compreensão, conselhos e grandes exemplos da vida.

Aos meus irmãos Gustavo e Guilherme pela amizade e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Especialmente ao *Prof. Dr. Robinson Antônio Pitelli*, professor e amigo, com quem pude contar, no decorrer dos anos, com a sua valiosa experiência na área acadêmica e profissional, tanto no processamento e execução dos experimentos como em sua visão empreendedora.

Ao Engenheiro Agrônomo Pesquisador Dr. Roberto Estevão Bragion de Toledo, ao qual pude contar com seus conselhos, ensinamentos e grande amizade.

Ao Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, pessoa única e especial, parte essencial da minha formação.

Aos técnicos do Núcleo de Pesquisa Ambiental em Matologia (NEPEAM), Ronaldo e Alessandro (Lê), de importantes contribuições no desenvolvimento dos experimentos.

Aos meus amigos Marco Farias, Gustavo Claudiano e Anderson Silva, com quem dividi grandes momentos durante esta etapa.

A todos moradores da grandiosa república Tia Méri, onde passei momentos únicos.

À Dow AgroSciences, em especial ao Antônio César Santos, quem me deu todo apoio para conclusão do mestrado.

À empresa Ecosafe em parceria com a DuPont, pela oportunidade de exercer atividades voltadas a meu desenvolvimento profissional e acadêmico.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da UNESP, Jaboticabal, pelas condições indispensáveis para o sucesso do curso, na Pós-graduação em Produção Vegetal (Agronomia).

À coordenação da Pós-graduação (Produção Vegetal) e aos seus funcionários, na pessoa do seu coordenador Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, por todo apoio e compreensão.

A CAPES, pela concessão de bolsa durante o período do mestrado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1 Plantas daninhas	04
2.2 Capim colchão (<i>Digitaria</i> spp.).....	07
2.2.1 Diferenciação das espécies do genero <i>Digitaria</i>	08
2.2.2 Chave de identificação das espécies do gênero <i>Digitaria</i> segundo CANTO-DOROW (2001).....	09
2.3 Herbicidas	10
2.3.1 Curvas dose-resposta.....	12
2.3.2 Mecanismo de ação dos herbicidas	13
2.3.3 Herbicidas inibidores do fotossistema - II (Inibidores da Reação de Hill)	14
2.4 Cana-de-açúcar	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Coleta dos acessos para estudo.....	19
3.2 Instalação e condução dos ensaios de curva dose-resposta	21
3.3 Delineamento estatístico e tratamentos dos experimentos	22
3.4 Avaliações	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÕES	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

OCORRÊNCIA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Digitaria* EM CANAVIAIS DO CENTRO OESTE PAULISTA E SUSCEPTIBILIDADE DE ALGUNS ACESSOS A HERBICIDAS

RESUMO - O capim-colchão possui ampla colonização e distribuição geográfica, apresentando crescimento vigoroso mesmo em condições de estiagem e sua eficácia de controle não tem sido consistente, especialmente com herbicidas inibidores do Fotossistema II. As razões desta falta de consistência de controle são muitas, no entanto a existência de diferentes espécies pode ser considerada uma das principais. Tendo por base os relatos acima, o presente trabalho teve por objetivo identificar as diferentes espécies do complexo *Digitaria* spp e avaliar as respostas a ação de diferentes herbicidas inibidores de fotossíntese e associação com inibidores de carotenóides em estudos de curvas de dose resposta. Os herbicidas foram aplicados em pré-emergência com quatro repetições avaliando o controle até 60 DAA. Nos resultados obtidos, pode-se observar que existe diversidade de espécies dentro do gênero *Digitaria* em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. Apenas nestes estudos foram identificadas *D. horizontalis*, *D. nuda* e *D. ciliaris*, as quais mostraram diferença na susceptibilidade aos herbicidas testados. Também foram verificadas diferenças entre os acessos dentro das espécies *D. horizontalis* e *D. nuda*. O fato de todas as plantas serem designadas com o nome popular de capim-colchão, estudos de controle, muitas vezes, podem mudar em função da espécie, gerando divergências na eficácias biológicas dos herbicidas sobre este complexo de espécies, pois não são incomuns em que as duas ou mais ocorram na mesma área.

Palavras-chave: *Digitaria nuda*, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria ciliares*, herbicidas, tolerância.

OCCURRENCE OF *Digitaria* GENUS IN SÃO PAULO MIDWEST SUGARCANE PLANTATION AND SUSCEPTIBILITY OF SOME ACCESS TO HERBICIDES

SUMMARY – The crabgrass has extensive colonization and geographical distribution, with strong growth even in drought conditions and the control performance has not been consistent, especially with Photosystem II inhibiting herbicides. The reasons for this lack of control consistence are many, but the existence of different species can be considered a major. Based on the above reports, this aimed study to identify the different species of the *Digitaria* spp complex and evaluate responses to the action of several photosystem – II inhibiting herbicides in studies of dose-response curves. This study was conducted evaluating the performance of six bouts of crabgrass in the sugarcane in São Paulo State to herbicides: ametryn, diuron; ametryn + clomazone, diuron + hexazinone, diuron + hexazinone + mesotrione; hexazinone; metribuzim and tebuthiuron. Herbicides were applied in pre-emergence with four replications evaluating the control until 60 DAA. The results obtained, it can be seen that there really is diversity of species within the genus *Digitaria* in areas cultivated with sugarcane. Only in these studies were identified *D. horizontalis*, *D. nuda* and *D. ciliares*, which showed differences in susceptibility to herbicides. There were also significant differences among accessions within species *D. horizontalis* and *D. nuda*. The fact that all plants are designed with the popular name of crabgrass, the results of studies of chemical control, can often change depending on the species, leading to differences in biological effectiveness of herbicides on this species complex, as there are unusual in that two or more of them occur in the same area.

Keywords: *Digitaria nuda*, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria ciliaris*, herbicides, weed tolerance.

1. INTRODUÇÃO

As plantas que invadem espontaneamente áreas agrícolas, conceituadas como plantas daninhas, evoluíram a partir de populações de plantas pioneiras. Antes da existência do homem, as plantas pioneiras tinham existência fortuita e temporária, surgiam sempre que a vegetação nativa era destruída e desapareciam quando ocorria a reconstituição das condições originais (PITELLI & PAVANI, 2005).

Com o surgimento do homem, as áreas desprovidas de vegetação nativa passaram a ser perenizadas e expandidas, dando oportunidade para que as plantas pioneiras expandissem suas populações, se adaptassem, diversificassem e fixassem modificações adaptativas para as peculiaridades dos tipos de ocupação do solo exercido pelo ser humano (PITELLI & PAVANI, 2005).

Assim é possível afirmar que as plantas daninhas são espécies de caráter pioneiro e que evoluíram em forte associação com a própria evolução das atividades humanas nas várias regiões do mundo. Como estas plantas nasciam espontaneamente nas áreas de interesse do homem e de alguma forma interferiam negativamente nas suas atividades passaram a ser consideradas como plantas daninhas e se tornaram alvos de controle. O controle sempre teve alguma seletividade e passou a selecionar plantas que, de alguma forma, escapavam das medidas empregadas. Assim, muitas plantas desapareceram, enquanto outras se adaptaram e perpetuaram suas populações sobrevivendo em forte associação com o homem.

Esta evolução ocorreu de acordo com que foram sendo alteradas as práticas de eliminação destas plantas. Quando as práticas de controle envolviam a monda e capina manual houve forte seleção por semelhança morfológica entre as plantas daninhas e plantas de interesse humano. Assim, foi selecionado o joio no trigo e o capim-arroz no arroz inundado, como exemplos (PITELLI, 1982).

Com a mecanização do controle de plantas daninhas envolvendo o revolvimento do solo (aração e gradagem) e cultivos, houve a seleção de plantas com capacidade de recuperação de fragmentos de caules e raízes, especialmente plantas de reprodução vegetativa. A seleção de plantas perenes foi favorecida com a ceifa (PITELLI, 1982).

O controle químico introduziu uma série de formas de seleção de plantas daninhas não só pela sua ação herbicida como também pelas alternativas de sistemas de cultivo que proporciona como o plantio direto e o cultivo de plantas geneticamente modificadas.

Especificamente sobre a ação dos herbicidas, a seleção ocorre de forma inter e intra-específica. A inter-específica, denominada de “seleção de flora”, seleciona espécies tolerantes à determinados ingredientes ativos ou grupos destes, permitindo que dominem a comunidade infestante da área submetida ao controle químico com este ou estes produtos. Como exemplo é possível citar a seleção de *Euphorbia heterophylla* e de *Brachiaria plantaginea* ocorrida nas áreas de culturas anuais do sul do Brasil pelo uso continuado de metribuzin em soja e triazinas em milho (PITELLI, 1991).

A seleção intra-específica é possível devido à grande variabilidade genética que ocorre dentro das populações das plantas daninhas. Algumas espécies consideradas susceptíveis a determinados herbicidas possuem indivíduos diferenciados que podem tolerar as doses recomendadas, mantendo o crescimento e a capacidade reprodutiva. Estes indivíduos são designados por biótipos resistentes (R). Com o uso freqüente destes herbicidas ou de produtos que possuam o mesmo mecanismo de ação, as plantas do biótipo R são selecionadas, produzem grandes quantidades de propágulos, aumentam sua participação no banco de diásporos, ao mesmo tempo em que o biótipo susceptível não reproduz e sua população sendo eliminada no banco de sementes. Com isso existe a seleção de populações diferenciadas resistentes aos herbicidas aplicados (GAZZIERO, 1998).

Dentre as principais plantas daninhas em que este processo de desenvolvimento de resistência tem sido relatado no Brasil, o capim-colchão (*Digitaria* spp.) é uma das mais importantes, sendo constatada como problema em mais 60 países, infestando mais de 30 culturas de importância econômica. No Brasil constituem um problema muito sério em culturas de primavera e verão, sendo de suma importância na cultura da cana-de-açúcar, especialmente no Estado de São Paulo (KISSMANN 1997).

Com a similaridade morfológica dentro das espécies do gênero *Digitaria*, tornam-se difícil a correta identificação taxonômica destas plantas ao nível de espécie, sendo

este, um ponto muito importante a ser considerado nos resultados inconsistentes obtidos no controle de plantas do gênero nos canaviais paulistas. Em diversas regiões produtoras de cana-de-açúcar as falhas no controle do capim-colchão, provavelmente, não passam de uma incorreta identificação das espécies presentes, onde são empregados controles ineficazes.

No entanto, não se pode descartar a possibilidade da seleção de biótipos resistentes. TOLEDO et al. (2004), relatam que vários herbicidas, principalmente os inibidores de fotossistema II como o tebuthiuron, diuron, hexazinone + diuron, metribuzin, ametrina, vem sendo utilizados em larga escala e há longo tempo nos canaviais dos Estados de São Paulo e do Mato Grosso, com várias reclamações de falhas no controle após a aplicação destes produtos.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo identificar as espécies do complexo *Digitaria* spp. que ocorrem em áreas onde há dificuldade controle em canaviais paulistas e avaliar as respostas de biótipos selecionados a ação de diferentes herbicidas inibidores do fotossistema - II em estudos de curvas de dose-resposta incluindo algumas associações com outros mecanismo de ação utilizados como padrão de controle.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Plantas daninhas

Um conceito amplo de planta daninha é dado por SHAW (1956), que as enquadra como "toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada". Blanco (1972, citado por PITELLI, 1987), propõe um conceito mais voltado às atividades agropecuárias que define como planta daninha, "toda e qualquer planta que germine espontânea em áreas de interesse humano e que, de alguma forma, interfira prejudicialmente nas atividades agropecuárias do homem."

As plantas daninhas que colonizam áreas agrícolas estão representadas por grande diversidade específica, cuja composição florística, em parte, é reflexo de um ambiente comum proporcionados pelas condições agroecológicas da cultura. Assim, a distribuição espacial das populações de plantas, depende principalmente do sistema de produção adotado pelos agricultores (CHRISTOFFOLETI, 1998).

As plantas daninhas são uns dos principais componentes do agroecossistema, interferindo no desenvolvimento e produtividade de diversas culturas. Essas plantas competem por recursos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, como água, luz, espaço e nutrientes, podendo liberar substâncias alelopáticas (aleloquímicos), hospedam pragas e patógenos de doenças importantes à cultura ou, ainda, interferem no rendimento da colheita (PITELLI, 1985).

A presença de um ou mais destes componentes de interferência negativa poderá causar reduções na quantidade e qualidade da cultura, além de diminuir sua viabilidade econômica (LORENZI, 2006).

PITELLI (1985) propõe que a interferência das plantas daninhas é também influenciada por fatores ligados à cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio), à época e extensão do período de convivência e, também, aos fatores característicos da comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), além de fatores relacionados ao ambiente (condições edafoclimática) e manejo (fertilidade do solo e ambiente de produção).

São vários os fatores que alteram o balanço de interferência entre a cultura e a comunidade infestante. No entanto, a época e o período de convivência entre a cultura e plantas daninhas são de extrema importância, pois a extensão do período de convivência pode ser alterada pelos métodos de controle empregados pelo homem (PITELLI & DURIGAN, 1984).

A determinação da época e extensão dos períodos de convivência tolerados pela cultura são obtidos estudando-se os períodos críticos de interferência PAI (Período Anterior a Interferência) e PTPI (Período Total de Prevenção a Interferência). No entanto, os trabalhos existentes na literatura não são conclusivos.

Estudos sobre períodos críticos de interferência entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar foram realizados por ROLIM & CHRISTOFFOLETI (1982), GRACIANO & RAMALHO (1983), GRACIANO & BARBOSA (1986), GRACIANO (1989), CONSTANTIN et al. (1993), COLETI et al. (1977) e KUVA et al. (2000; 2001). Estas pesquisas determinaram que o período crítico de interferência das plantas daninhas para a cana de ano, abrangendo o 15º dia a dois meses a contar da emergência da cana-de-açúcar. Quando o plantio foi para cana de ano e meio, as perdas máximas foram semelhantes, porém o período crítico de competição foi diferenciado, abrangendo desde o 30º dia a dois meses da emergência da cultura, mas também se manifestando, até 90 dias após a emergência.

Dentre as principais plantas daninhas que interferem na cultura da cana-de-açúcar, segundo VICTORIA FILHO & CHRISTOFFOLETI (2004), algumas espécies apresentam ciclo de vida anual e outras, ciclo perene. As plantas de ciclo anual que podem ser citadas são: *Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc. (capim-marmelada), *Digitaria horizontalis* Willd. (capim-colchão), *Cenchrus echinatus* L. (capim-carrapicho), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha), *Ipomoea spp.* (corda-de-viola), *Amaranthus spp.* (caruru), *Portulaca oleraceae* L. (beldroega), *Bidens pilosa* L. (picão-preto), *Acanthospermum hispidum* DC. (carrapicho-de-carneiro), *Euphorbia heterophylla* L. (leiteiro), *Emilia sonchifolia* L. (falsa-serralha), *Commelina spp.* (trapoeraba), *Sonchus oleraceus* L. (serralha), *Ageratum conyzoides* L. (mestrasto), *Richardia brasiliensis* Gomes (poaia-branca), *Croton lobatus* L. (croton), entre outras. Já as principais

espécies infestantes de ciclo de vida perene são: *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (grama-seda), *Panicum maximum* Jacq. (capim-colonião), *Brachiaria decumbens* Stapf (capim-braquiária), *Sorghum halepense* (L.) Pers. (capim-massanbará), *Cyperus rotundus* L. (tiririca) e *Sida* spp. (guanxuma).

Esta predominância de plantas C₄ na cultura da cana-de-açúcar pode estar relacionada ao plantio em regiões tropicais sujeitas aos longos períodos de estiagem e também pela ocupação da cana-de-açúcar em áreas de pastagem ao longo dos anos.

Podemos fazer referência também que para a cultura da cana-de-açúcar na maioria das situações, a brotação e crescimento inicial são lentos, devido esta ser cultivada em espaçamentos grandes e as principais espécies de plantas daninhas predominantes nesta cultura apresentarem fisiologia C₄ e normalmente estarem presentes nas áreas em altas densidades (PROCÓPIO et al., 2003).

Segundo FRANCONERE (2010), a área tratada para controle de plantas daninhas, de maneira geral vem crescendo rapidamente (Tabela 1), destaque feito às plantas daninhas monocotiledôneas.

Tabela 01. Área de controle das principais plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (ha). (Adaptado de FRACONERE, 2010).

Alvo Biológico Principal	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Brachiaria decumbens</i>	2.243	2.947	4.051	4.076	5.083	5.166
<i>Panicum maximum</i>	1.376	1.127	1.647	1.807	2.379	2.475
<i>Digitaria horizontalis</i>	979	660	1016	1.119	1.405	2.340
<i>Ipomoea grandifolia</i>	311	515	762	1.083	1.205	1.896
<i>Cyperus</i>	199	413	348	489	522	737
<i>Amaranthu</i>	53	164	142	99	218	333
<i>Sida rhombifolia</i>	106	53	42	59	229	214
<i>Cynodon dactylon</i>	233	118	85	94	130	199
<i>Commelina benghalensi</i>	70	88	112	152	141	185
<i>Brachiaria plantaginea</i>	318	296	228	265	248	125

2.2. Capim-colchão (*Digitaria* spp)

O capim-colchão pertence à família Poaceae (Gramineae) e ao o gênero *Digitaria* que inclui cerca de 300 espécies, distribuídas em regiões tropicais e subtropicais (CANTO-DOROW & LONGHI-WAGNER, 2001). O Brasil é o país das Américas com maior número de espécies do gênero *Digitaria*, apresentando 26 espécies nativas e mais 12 espécies exóticas. As riquezas específicas nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste são mais ou menos equivalentes. Na região norte há menor riqueza de espécies do gênero *Digitaria*, provavelmente pelo fato de que estas espécies habitam formações geralmente abertas, como campos naturais e cerrados, sendo mais comum em locais alterados pelo homem.

Algumas espécies do gênero *Digitaria* têm sido utilizadas como forragem, outras se destacam por serem plantas daninhas de culturas (CANTO-DOROW & LONGHI-WAGNER, 2001). No Estado de São Paulo, pelo menos treze espécies estão descritas sendo muito comum haver dificuldade na diferenciação de algumas delas. Dentre as principais espécies popularmente conhecidas como capim-colchão: *Digitaria ciliaris*, *D. nuda*, *D. horizontalis*, *D. sanguinalis* e *D. Bicornis*.

Como uma das espécies de plantas daninhas de maior ocorrência na cultura da cana-de-açúcar, o capim colchão é também um dos maiores problemas atualmente, no que se refere ao controle desta planta daninha. Várias hipóteses são comentadas pelos pesquisadores sobre a dificuldade de controle como a identificação da espécie do capim-colchão, densidade populacional presente nas áreas e até mesmo os herbicidas utilizados no controle desta planta daninha (TOLEDO et al., 2006).

Esta gramínea monopoliza a área infestada, pois seu hábito de crescimento permite que os finos colmos da planta mãe se alastrem, com brotação das gemas, formando novas touceiras. Em períodos de estiagem, as espécies de *D. horizontalis* têm vantagens sobre a cana-de-açúcar, pois se desenvolvem rapidamente, ao contrário da cultura (AZANIA et al., 2008).

Segundo TOLEDO et al. (2006), em levantamento e identificação das espécies de capim-colchão (*Digitaria* spp) nas diferentes populações de plantas daninhas

presentes em talhões de cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP, a espécie de capim-colchão predominante nas populações das áreas amostradas do Grupo Cosan/Unidade Santa Helena foi a *Digitaria nuda* (78% das amostras). No entanto, é importante ressaltar que outras espécies de capim-colchão foram encontradas nos talhões amostradas, o que se pode denominar na prática de complexo capim-colchão.

Estudos conduzidos por DIAS et al. (2003) e DIAS et al. (2004) com o objetivo de identificar as prováveis causas nas falhas de controle do complexo capim-colchão, em dois locais, mostraram que aplicação repetitiva de herbicidas de alguns grupos químicos tem aumentado a pressão de seleção de algumas espécies de *Digitaria*, principalmente devido a diferença de susceptibilidade existente entre algumas delas.

Mesmo com todo cuidado na condução dos canaviais o capim-colchão vem ao longo dos anos, tornando-se uma cada vez mais planta problemática, devido ao seu difícil controle.

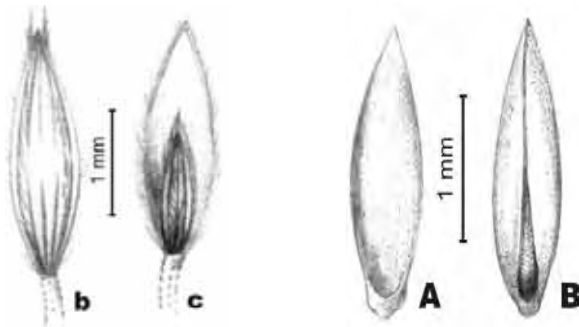
2.2.1. Diferenciação das espécies do gênero *Digitaria*

A identificação taxonômica das espécies do gênero *Digitaria* só é possível com utilização de uma lente de aumento de no mínimo 25 vezes, sendo realizada, principalmente, com base nas características morfológicas da espiguetas (KISSMANN, 1997; CANTO-DOROW, 2001).

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, 2001). *Digitaria. horizontalis*, *D. nuda*, *D. ciliaris* e *D. sanguinalis* são muito parecidas morfológicamente e, no campo, dificilmente podem ser diferenciadas. *Digitaria. ciliaris* e *D. sanguinalis* diferenciam-se de *D. horizontalis* por não apresentarem pêlos de base tuberculada sobre a raque. *Digitaria ciliaris* e *D. sanguinalis* diferenciam-se também pelo maior tamanho das espiguetas (CAVALHEIRO & BARRETO, 1981, citado por DIAS et al., 2007).

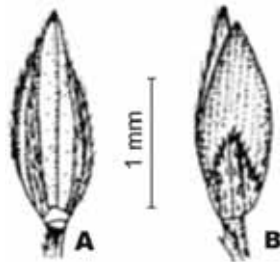
2.2.2 Chave de identificação das espécies do gênero *Digitaria* segundo Cantodorow (2005)

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



- a. espiguetas, vista dorsal, sem gluma inferior;
 b. espiguetas, vista ventral, com gluma superior

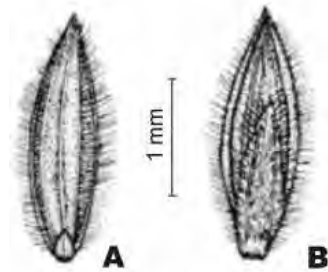
- 2'. Gluma I presente; tricomas não ultrapassando o ápice da lema I.....*D. horizontalis*



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

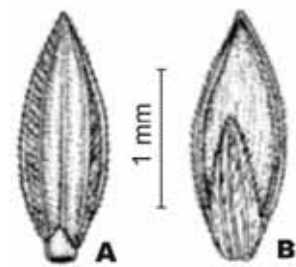
3. Gluma I presente.....4
 3. Gluma I ausente.....*D. nuda*
 4. Indumento igual nas espiguetas, somente tricomas macios nas margens.....5

5. Nervuras lisas na lema I, gluma II $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ do comprimento da lema II; lígula de 1,5-3 mm de comprimento.....*D. ciliaris*



- a. espigueta, vista dorsal, com gluma inferior na base;
- b. espigueta, vista ventral, com gluma superior.

5'. Nervuras escabrosas na lema I, gluma II até $\frac{1}{2}$ do comprimento da lema II; lígula 0,5-1 mm de comprimento.....*D. sanguinalis*



- a. espigueta, vista dorsal, com gluma inferior na base;
- b. espigueta, vista ventral, com gluma superior.

2.3. Herbicidas

Diversos são as referências feitas aos herbicidas: De acordo com a etimologia: herbi, erva, e cida matar) é um produto químico utilizado na agricultura para o controle de ervas classificadas como daninhas...“Os herbicidas contituem um tipo de pesticida”...“Um pesticida químico destinado a destruir as plantas, ervas ou relvas”...“Produto fitofarmacêutico destinado a combater ervas indesejáveis”... entre outros.

Considerando o mercado de defensivos agrícolas para cana-de-açúcar, no Brasil, o mercado de herbicidas é o que detém maior relevância (58,34%), seguido por Inseticidas (26,15%), Fungicidas (5,33%) e outros (0,18) conforme dados de FRANCONERE, (2010).

As vantagens da aplicação de herbicidas nas lavouras de cana-de-açúcar são diversas, contudo existem aspectos a serem considerados, pois o manejo de herbicidas exige do produtor a plena conscientização da necessidade de equilibrar os possíveis danos à cultura e ao ambiente com o controle satisfatório das plantas daninhas. Na cultura da cana-de-açúcar, existem cerca de 28 moléculas herbicidas registradas que podem ser ferramentas de manejo em condições de pré-plantio (PP), pré-emergência (PRÉ), pós-emergência (PÓS) e pós-emergência em jato dirigido (PÓSd) (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Os herbicidas tem rápida ação, custo reduzido, efeito residual e não necessidade de revolvimento do solo. A escolha por um herbicida deve levar em consideração aspectos técnicos e econômicos, tais como eficiência, seletividade para a cultura, efeito residual, janela de aplicação, espectro de controle, custo. Ainda deve ser analisada a modalidade de cultivo: cana planta, cana planta de ano e meio e cana soca; e a época de aplicação (úmida ou seca) e as características climáticas e do solo (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

Para que a aplicação em pré-emergência apresente resultados satisfatórios, na maioria dos casos, é necessário que o solo apresente boas condições de umidade, pois ela favorece a solubilização do composto, o que permite sua diluição nos primeiros centímetros do perfil do solo, onde atua nas sementes das plantas daninhas em germinação e fica protegido das ações adversas do clima que podem condicionar perdas (fotodegradação, volatilização, erosão eólica, dentre outros).

Para cana-de-açúcar, os principais herbicidas pré-emergentes com registro são: alachlor, ametryn, amicarbazone, atrazine, clomazone, 2,4-D, diuron, flazasulfuron, hexazinone, imazapic, imazapyr, isoxaflutole, metribuzin, oxyfluorfen, pendimethalin, s-metolachlor, sulfentrazone, tebuthiuron, trifloxysulfuron-sodium e trifluralin (RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Para uma boa atuação de um herbicida no controle de plantas, é necessário que o ingrediente ativo alcance o local de ação na planta em concentração suficiente para que ocorra o controle. Baixas concentrações de um herbicida no local de ação podem ocorrer em virtude da redução no tempo de retenção do herbicida pela superfície da folha e redução da absorção e/ou translocação do herbicida pela planta, ou por causa da ocorrência de fenômenos de seqüestro em organelas celulares onde o herbicida permanece metabolicamente inativo (POWLES & HOLTUM, 1994). A deficiência de movimentação do herbicida na planta, em razão da absorção e/ou translocação reduzidas, pode ser a causa da tolerância ou seletividade em inúmeras culturas e plantas daninhas (HESS, 1985; LADLIE, 1991).

Na cultura da cana-de-açúcar, vários herbicidas, principalmente os inibidores de fotossíntese – FS II como o tebuthiuron, diuron, hexazinone + diuron, metribuzin, amicarbazone. No entanto, recentemente, em diversas áreas de plantio de cana-de-açúcar nos Estados de São Paulo e do Mato Grosso, tem-se observado falhas no controle dessas plantas após a aplicação de herbicidas inibidores de Fotossistema - II (TOLEDO et al., 2004).

2.3.1. Curva dose-resposta

A relação entre a dose de herbicida e a resposta da planta é de fundamental importância para a compreensão da eficácia do herbicida e sua modalidade de ação. A função de dose-resposta tem como objetivo quantificar a sensibilidade da planta ao herbicida. Plantas resistentes têm uma menor sensibilidade ao herbicida, portanto, sua função dose-resposta difere da função dose-resposta da planta suscetível da mesma espécie. Essa diferença na função dose-resposta é usada para detectar casos de resistência e tolerância a herbicidas.

KRUSE et al. (2006), descreve curva dose-resposta de um herbicida como a resposta biológica de uma planta daninha às doses crescentes de um herbicida isolado e em associação, seguindo um fator constante de diluição, de forma que se obtenham doses eqüidistantes em escala logarítmica. Normalmente, obtém-se uma curva

simétrica em formato sigmoidal, que pode ser ajustada pelo modelo logístico (KRUSE et al., 2006).

O modelo log-logístico apresenta vantagens, uma vez que um dos termos integrantes da equação é uma estimativa do valor de C_{50} ou de GR_{50} (CHRISTOFFOLETI, 2002). O C_{50} (*control by 50%*) e o GR_{50} (*growth reduction by 50%*) são as doses do herbicida que proporcionam 50% de controle ou de redução de massa da planta daninha, respectivamente (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEREJO, 2004).

A função loglogística é simétrica em torno do parâmetro GR_{50} que também é o ponto de inflexão. A vantagem de utilizar - lá é que todos os seus parâmetros têm significado biológico (KAJANO, 2010).

Neste modelo são consideradas variações de resposta encontradas em campo, resultado de diferentes níveis de crescimento, saúde, disponibilidade de recursos que podem ser encontrados numa população. Diversos autores têm utilizado a curva dose-resposta no estudo do efeito biológico dos herbicidas para os mais variados fins, seja para avaliar o controle e/ou resistência de plantas daninhas, para verificar a persistência de herbicidas no solo, assim como para verificar a suscetibilidade diferencial entre espécies pertencentes ao mesmo gênero (CARVALHO et al., 2006; CARVALHO et al., 2005; CHRISTOFFOLETI et al., 2006; CHRISTOFFOLETI et al, 2002; DIAS et al., 2003; LACERDA & VICTORIA FILHO, 2004; SEEFELDT et al. (1995); VIVIAN et al., 2006).

2.3.2. Mecanismo de ação dos herbicidas

Corresponde ao primeiro ponto do metabolismo da planta onde o herbicida age, ou seja, é o primeiro de uma série de eventos metabólicos que resultam na ação final do herbicida sobre a planta. Esta série de eventos metabólicos, incluindo os sintomas visíveis da atuação do herbicida na planta denominado modo de ação (OLIVEIRA JR. & CONSTANTIN, 2001).

Para os estudos dos herbicidas é útil agrupá-los de acordo com seu mecanismo de atuação nas plantas e sua estrutura química básica. De forma geral, herbicidas que pertencem à mesma família química apresentam sintomas similares nas plantas

susceptíveis, embora existam exceções à regra (ZIMDHAL, 1999). Também pode haver forte similaridade nos sintomas mostrados pelas plantas entre herbicidas de famílias químicas diferentes, mas que apresentam o mesmo mecanismo de ação.

Os mais importantes mecanismos de ação de herbicidas descritos são: Mimetizadores da auxina; Inibidores da fotossíntese (FS-I e FS-II); Inibidores da divisão celular; Inibidores da PROTOX; Inibidores da síntese de carotenóides; Inibidores da síntese de lipídeos; Inibidores da síntese de aminoácido.

Dentre tais mecanismos de ação os inibidores de fotossíntese, mais precisamente os Inibidores do Fotossistema - II são amplamente utilizados na agricultura brasileira, sendo líderes para controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar.

Tabela 02. Área tratada, em hectares, por tipo de mecanismos de ação para herbicidas (Adaptado de FRANCONERE, 2010).

Modo de Ação	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Inibidores do Fotossistema II	5.214	4.765	6.522	6.692	8.181	8.517
Inibidores da síntese de carotenóides	1.156	1.44	1.908	2.188	2.892	3.343
Mimetizadores de auxinas	580	357	757	606	921	1.283
Inibidores da síntese de aminoácidos (derivados da glicina)	811	939	1.097	1.104	1.369	1.276
Inibidores da síntese de aminoácido	404	596	808	828	746	1.008
Inibidores da PROTOX	307	259	284	618	730	909
Inibidores da divisão celular	12	21	53	105	237	503
Inibidores do Fotossistema - I	324	161	187	157	130	176

2.3.3. Herbicidas inibidores do fotossistema II (Inibidores da Reação de Hill)

Atuam na ligação desse grupo ao sítio de ligação da QB, na proteína D1 do fotossistema - II, causando, por consequência, o bloqueio do transporte de elétrons de QA para QB. Isto pára a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são

elementos essenciais para o crescimento das plantas. A morte das plantas, entretanto, na maioria dos casos ocorre por causa de outros processos.

Os primeiros trabalhos sugeriam que as plantas morriam por “inanição”, como resultado da inibição da reação luminosa da fotossíntese. No entanto, as plantas morrem mais rápido quando tratadas com inibidores da fotossíntese e são colocadas à luz do que quando são colocadas no escuro. Isto prova que algo além da inibição da fotossíntese é responsável pelo efeito herbicida observado. Pensa-se que a clorose foliar que se desenvolve após o tratamento seja causada pela peroxidação de lipídeos (OLIVEIRA JR & CONSTANTIN, 2001).

Lipídeos e proteínas são oxidados, resultando em rompimento de membranas, o que faz com que células e organelas desidratem e desintegrem-se rapidamente. A peroxidação dos lipídeos é autocatalítica e se espalha para outros lipídeos de membranas, como as do cloroplasto e de outras estruturas celulares. Estas reações acabam por promover a destruição das membranas e perda de clorofila, resultando no aumento de tamanho e da desorganização dos tilacóides e outras membranas celulares (BARTELS, 1985).

O processo de peroxidação acontece basicamente pela interrupção do fluxo de elétrons no fotossistema - II o que gera um estado energético tão elevado da clorofila (estado triplet), que sobrecarrega o efeito de atenuação de energia promovido pelos pigmentos carotenóides.

O excesso de clorofila triplet pode iniciar o processo de peroxidação de lipídeos através de dois mecanismos (DAN HESS, 1994): o primeiro é a formação direta de radicais lipídicos nos ácidos graxos insaturados constituintes das membranas. O segundo é que a clorofila triplet pode reagir com o oxigênio para produzir oxigênio singlet. O oxigênio pode então reagir com esses radicais para iniciar o processo de peroxidação que resulta no dano às membranas.

2.4. Cana-de-açúcar

A cultura da cana-de-açúcar vem passando por uma mudança no seu sistema produtivo, em razão da adoção de colheita mecanizada sem queima prévia da palha. Qualquer mudança no sistema de produção agrícola acarreta alterações ambientais, que, com frequência, resultam em grande impacto na diversidade e tamanho das populações de plantas daninhas, pois, no início, as alterações atuam como fator ecológico não-periódico (PITELLI & KUVA, 1998). A manutenção da palha e a eliminação da queimada alteraram a composição de plantas daninhas em áreas antigas de cana-crua e vêm alterando em áreas mais recentes nesse sistema.

A cobertura morta pode provocar seleção da comunidade infestante, suprimindo a infestação de plantas daninhas normalmente consideradas importantes nos canaviais, como *Digitaria horizontalis*, *Brachiaria plantaginea*, *B. decumbens* e *Panicum maximum* (GRAVENA et al., 2004); MEDEIROS, 2001; VELINI et al., 2000).

A manutenção da palha sobre a superfície do solo pode, simultaneamente, reduzir o potencial de infestação das plantas daninhas, bem como dificultar o desempenho dos herbicidas, uma vez que a água de chuva se torna a principal responsável pelo transporte do herbicida até a superfície do solo (MACIEL & VELINI, 2005; SIMONI et al., 2006).

A escolha do herbicida, da época e do local de sua aplicação tem sido realizada com critério definido, mas sem incluir todas as variáveis necessárias para maximizar o efeito de controle e de redução da interferência das plantas daninhas sobre a cana-de-açúcar. Dentre essas variáveis não consideradas, o melhor conhecimento das espécies componentes da comunidade infestante poderá ser útil para sustentar decisões, torná-las mais criteriosas e eficientes.

O manejo da resistência aos herbicidas inibidores de fotossíntese – FS II deve ser levado em consideração quando se estabelece o planejamento de longo prazo, por meio de um sistema integrado de controle. As alternativas de associação de herbicidas, associações formuladas prontas de herbicidas ou aplicações seqüências de herbicidas para o manejo e prevenção da resistência está baseada no fato de que os ingredientes

ativos controlam eficientemente dois biótipos da mesma espécie, ou seja, o biótipo resistente a um dos herbicidas é controlado pelo outro ingrediente ativo da associação e vice-versa (Powles & Holtum, 1994, citado por CHRISTOFFOLETI, 1998).

Peterson (1999) ressalta, também, que a rotação ou substituição do herbicida só se torna viável se existirem herbicidas alternativos que promovam o controle similar das plantas daninhas a custo compatível com o sistema de produção.

Quando ocorrerem aplicações repetitivas, por vários anos, de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, é muito importante que se reconheçam as existências de indivíduos tolerantes e de indivíduos susceptíveis a determinado herbicida dentro de uma população de plantas daninhas. Estes serão chamados de biótipos tolerantes e biótipos susceptíveis.

A tolerância é uma 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, em que há alterações marcantes no crescimento e desenvolvimento e na sobrevivência das plantas, como resultado de sua incapacidade de suportar a ação do herbicida (CHRISTOFFOLETI, 2000; CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEREJO, 2004).

Segundo os mesmos autores acima, a resistência é uma característica populacional em que pelo uso prolongado de herbicidas de mesmo mecanismo de ação há a seleção de biótipos tolerantes numa população em que o biótipo susceptível era predominante.

Atualmente, 41 espécies de dicotiledôneas e 19 de monocotiledôneas já desenvolveram resistência aos inibidores do fotossistema - II, entre elas 9 espécies de *Amaranthus*, 5 de *Polygonum* e 4 de *Chenopodium*. As espécies resistentes mais frequentes são *Chenopodium album* (18 países), *Amaranthus retroflexus* (14), *Senecio vulgaris* (12) e *Solanum nigrum* (10). Estima-se que existam mais de 3 milhões de hectares infestados por espécies resistentes às triazinas, fazendo deste o problema de maior disseminação global em termos de resistência de plantas daninhas a herbicidas (HRAC-BR, dados não publicados).

No entanto, existe um tipo de falsa resistência quando há a ocorrência simpátrica de espécies crípticas, ou seja, plantas de diferentes espécies, mas morfológicamente muito similares são identificadas como apenas uma espécie. Quando uma destas espécies apresenta tolerância a um determinado herbicida e as outras são susceptíveis, ocorre seleção da primeira. Como todas estavam classificadas como uma única espécie ocorre à falsa idéia de desenvolvimento de seleção na população, quando na realidade ocorreu seleção de flora. É bastante possível que este fato venha ocorrendo dentro do gênero *Digitaria* em áreas de cana-de-açúcar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Coleta dos acessos para o estudo

Em diferentes regiões produtoras de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo, foram selecionadas áreas de alta infestação de capim-colchão onde relatos e/ou controvérsias de falhas de controle desta planta daninha com herbicidas inibidores do Fotossistema - II. As áreas selecionadas foram demarcadas com utilização de GPS Garmin 12S.

Para a identificação das espécies, foram coletadas plantas de capim-colchão que encontravam-se com a inflorescência totalmente aberta e as espiguetas maduras, coletadas em caminhamento zig-zag nos talões de cana de açúcar. As inflorescências foram separadas das plantas e acondicionadas em sacos de papel, devidamente etiquetados. A seguir, estas amostras foram levadas ao Núcleo de Pesquisa Ambientais e Matologia da UNESP Jaboticabal, onde as espiguetas foram extraídas manualmente, armazenadas em sacos de papel e mantidas ao abrigo de luz e umidade.

A identificação taxonômica das espécies do gênero *Digitaria* foi realizada por observações das características morfológicas das espiguetas, conforme metodologia elaborada por CANTO-DOROW (2005). As espécies identificadas em cada local estão apresentadas na Tabela 03. Em várias localidades ocorria a co-existência de mais uma espécie, como, por exemplo, em Monte Alto, Luís Antonio e Barra Bonita em que conviviam *D. nuda* e *D. ciliaris* ou em Visa Alegre do Alto onde convivia *D. nuda* e *D. horizontalis*.

Nas localidades onde foi encontrada apenas uma espécie do gênero *Digitaria* foi realizada coleta das espiguetas em quantidade suficientes para instalação de ensaios para testes de curva dose-resposta, que constituíram os tratamentos do presente trabalhos. As condições de armazenamento e extração das espiguetas seguiram os mesmos padrões citados acima.

Tabela 03. Locais e respectivas espécies de capim-colchão presentes em regiões de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.

Acessos	Local	Espécie(s)	Latitude (S)	Longitude (O)
1	Ribeirão Preto	<i>D. horizontalis</i>	21° 10' 13,54"	48° 52' 29,07"
2	Cruz das posses	<i>D. horizontalis</i>	21° 05' 23,07"	47° 53' 23,34"
3	Gavião Peixoto	<i>D. nuda</i>	21° 48' 46,03"	48° 32' 15,78"
4	Santa Lúcia	<i>D. ciliaris</i>	21° 39' 55,81"	48° 05' 19,86"
5	Boa Esperança do Sul	<i>D. nuda</i>	21° 58' 58,90"	48° 22' 23,29"
6	Sementes AgroCosmos	<i>D. horizontalis</i>	22° 29' 20,01"	47° 12' 55,51"
7	Ibitirama	<i>D. nuda</i>	21° 13' 32,35"	48° 25' 44,32"
8	Monte Alto	<i>D. ciliares, D. nuda</i>	21° 13' 32,35"	48° 30' 30,21"
9	Vista Alegre do Alto	<i>D. nuda, D. horizontalis</i>	21° 14' 23,84"	48° 37' 34,09"
10	Jaboticabal	<i>D. horizontalis</i>	21° 12' 36,21"	48° 17' 16,30"
11	Serrana	<i>D. horizontalis</i>	21° 12' 55,14"	47° 43' 24,27"
12	Jardinópolis	<i>D. nuda</i>	20° 54' 42,70"	47° 53' 23,06"
13	Luís Antônio	<i>D. ciliares, D. nuda</i>	21° 28' 33,91"	47° 49' 33,71"
14	Araraquara	<i>D. horizontalis</i>	21° 50' 47,33"	48° 08' 02,83"
15	Ibaté	<i>D. nuda</i>	21° 59' 02,49"	47° 57' 52,11"
16	Américo brasiliense	<i>D. horizontalis</i>	21° 41' 24,86"	48° 08' 55,10"
17	Barra Bonita	<i>D. ciliares, D. nuda</i>	22° 29' 31,82"	48° 30' 54,32"

Para as avaliações de eficácia biológica dos herbicidas selecionados foram consideradas as populações de *Digitaria* spp onde ocorriam relatos de falhas de controle, a saber: Acesso 01: *D. horizontalis* coletada em Ribeirão Preto, SP, Acesso 02: *D. horizontalis* coletada em Cruz das Posses, SP, Acesso 03: *D. nuda* coletada em Gavião Peixoto, SP, Acesso 04: *D. ciliaris* coletada em Santa Lúcia, SP, Acesso 05: *D. nuda* coletada em Boa Esperança do Sul, SP e Acesso 06: *Digitaria horizontalis* com sementes adquiridas junta à empresa Agrocosmos (*D. horizontalis*) em áreas onde não havia relato de aplicação de herbicidas.

3.2. Instalação e condução dos ensaios de curva dose-resposta

Para cada acesso foi realizado um ensaio seguindo o mesmo padrão de instalação, herbicidas, doses avaliadas e metodologias de condução dos ensaios e de avaliação dos resultados.

Como recipientes para semeadura do capim-colchão foram utilizados vasos plástico com capacidade de três litros, preenchidos com solo de superfície (Latosolo Vermelho Distrófico - LVD), previamente seco a sombra e peneirado em tamis de 5 mm e as análise físico-químicas podem ser observados na Tabela 04. Ao solo foi acrescentado o substrato (PlantMax®), na proporção de 3:1 seguida de rigorosa homogeneização. Os recipientes foram preenchidos com aproximadamente 2,8 L desta mistura. Para todos os ensaios foram utilizado este substrato.

Tabela 04. Descrição das características físico-químicas do solo utilizado nos ensaios de curva dose-resposta.

pH		Al ³⁺	H ⁺ Al ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	K ⁺
CaCl ₂	H ₂ O	-----cmolc.dm ⁻³ -----				
4,5	5,1	0,1	2,35	1,1	0,75	0,115

P	C	CTC	V	Areia	Silte	Argila
Mg.dm ⁻³	g.mg ⁻³	cmolc.dm ⁻³	%	g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹	g.kg ⁻¹
8,5	8,0	3,615	41,03	760	32	190

As espiguetas do capim-colchão foram semeadas aleatoriamente sobre a superfície do solo, depositando-se aproximadamente 20 sementes por recipiente. Foi adicionada uma camada fina de solo para cobrir as sementes e proporcionar uma melhor germinação, bem como proteção contra inimigos externos.

Nos mesmos dias em que foram realizadas as respectivas semeaduras dos ensaios de curva dose-resposta foram efetuadas as aplicações dos herbicidas em pré-emergência das plantas daninhas. Os dados climatológicos relacionados as aplicações estão apresentados na Tabela 05.

Nas aplicações dos herbicidas foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante (CO₂), acoplado a uma barra de dois metros com quatro pontas de pulverização modelo XR11002, previamente calibrado para um gasto de calda de 200 L.ha⁻¹.

Na irrigação que seguiu a semeadura dos acessos de capim-colchão foi disponibilizada água suficiente para a germinação e desenvolvimento das plantas, evitando-se quantidades e intensidades que poderiam ocasionar a lixiviação dos herbicidas. Ao decorrer dos ensaios foram ministradas irrigações nos recipientes sempre que necessário para manter ambiente propício para a germinação e desenvolvimento da planta daninha.

Tabela 05. Principais condições climáticas no momento da pulverização dos ensaios de curva dose-resposta.

Data das Aplicações	Acessos <i>Digitaria</i>	Horário		Temperatura (°C)		U.R. (%)	Vento (m/s)
				Ar	Solo		
30/09/2009	<i>D. horizontalis</i>	9:00	11:15	26,8	25,2	81	1,5
30/04/2010	<i>D. horizontalis</i>	16:00	17:50	25,5	24,9	57	Ausente
25/08/2010	<i>D. nuda</i>	13:45	15:00	25,6	14,5	40	3,0
17/09/2010	<i>D. ciliaris</i>	8:15	10:00	22,1	19,6	73	1,5
21/10/2010	<i>D. nuda</i>	15:30	17:00	29,6	29,2	62	Ausente
29/11/2010	<i>D. horizontalis</i>	15:30	18:40	32,6	29,4	49	2,3

3.3. Delineamento estatístico e tratamentos dos experimentos

Para os seis acessos relacionados foi instalado um ensaio completo, sendo aplicados seis herbicidas inibidores do fotossistema II (ametrina; diuron; diuron + hexazinone; hexazinone; metribuzim e tebuthiuron), além de dois tratamentos padrões que para controle do capim-colchão (ametrina + clomazone) e (diuron + hexazinone + mesotrione) e uma testemunha sem aplicação, totalizando 09 tratamentos experimentais. Os vasos foram distribuídos em delineamento experimental blocos ao acaso com quatro repetições.

Os produtos comerciais e doses utilizadas nos ensaios estão apresentados na Tabela 06. As doses dos herbicidas utilizados foram padronizadas, onde X equivale à dose comercial de cada produto na formulação comercial, multiplicações (2x, 4x, 8x e 16x) e parcelamento destas doses (X16/, X/8, X/4, X/2).

Para facilitar a compreensão nas discussões os nomes dos produtos serão substituídos por siglas: ametrina (AME); diuron (DIU); hexazinone (HEX); metribuzin (MET); tebuthiuron (TEB); diuron + hexazinone (DHE); diuron + hexazinone + mesotrione (DHM); ametrina + clomazone (AME).

Tabela 06. Descrição dos herbicidas e doses utilizados nos experimentos de curva dose-resposta, realizados em casa-de-vegetação.

Tratamentos Herbicidas		Dose (kg ou L p.c.ha ⁻¹)								
Ingrediente ativo	Produto Comercial	X/16	X/8	X/4	X/2	X*	2X	4X	8X	16X
tebuthiuron	Combine	0.125	0.250	0.500	1.0	2.0	4.0	8.0	16	32
ametrina	Gesapax	0.312	0.625	1.250	2.5	5.0	10	20	40	80
diuron	Karmex	0.187	0.375	0.750	1.5	3.0	6.0	12	24	48
diuron + hexazinone	Velpar-K	0.156	0.313	0.625	1.25	2.5	5.0	10	20	40
(diuron + hexazinone) + mesotrione	Velpar-K + Callisto	0.093+	0.187+	0.375+	0.75+	1.5+	3.0+	6.0+	12+	24+
		0.044	0.088	0.017	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56	1.12
hexazinone	Style	0.031	0.062	0.125	0.250	0.500	1.0	2.0	4.0	8.0
metribuzin	Sencor	0.125	0.25	0.500	1.0	2.0	4.0	8.0	16	32
ametrina + clomazone	Sinerge	0.312	0.625	1.25	2.5	5.0	10	20	45	90

* X - Dose comercial recomendada.

3.4. Avaliações

Em todos os ensaios o período de avaliação se estendeu por 60 dias após a aplicação. Neste período foram realizadas avaliações de porcentagem visual de controle da planta daninha aos 15, 30 e 60 dias após a aplicação (DAA). As avaliações seguiram uma escala percentual de 0 a 100%, sendo a nota 0 (zero) onde não houve controle sobre a planta daninha e onde ocorreu 100% controle total, segundo normas da Weed Science Society.

Aos 60 DAA, na ocasião da última avaliação, as plantas daninhas remanescentes nos recipientes foram cortadas rente ao solo, acondicionadas em sacos de papel e secadas em estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C por 72 horas. Posteriormente, a biomassa foi avaliada em balança com precisão de centigramas.

Os dados obtidos nas diferentes avaliações foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, para comparação das médias, utilizando-se o teste de Fisher ao nível de 5% de probabilidade.

As médias referentes às doses dos herbicidas obtidas no desdobramento dos graus de liberdade da interação de produto x doses foram submetidas à análise gráfica aplicando-se modelo sigmoidal de Boltzmann, biologicamente mais adequado para este tipo de resposta.

$$Y = \left(\frac{A_1 - A_2}{1 + \exp^{((x - GR_{50})/dx)}} \right) / A_2,$$

em que o parâmetro A_2 representa o limite inferior; A_1 , limite superior, sendo limitantes da eficiência máxima e mínima do herbicida; dx , a declividade podendo fornecer informações sobre o modo de ação do herbicida e o mecanismo de resistência utilizado pela planta e GR_{50} , dose para causar 50% de redução e/ou controle das plantas daninhas.

Além da GR_{50} pode-se adotar também, a GR_{90} , que representa uma 90% redução e/ou controle das plantas daninhas. A GR_{90} é utilizada mais para expressar o controle efetivo em nível de campo, controle considerado bom pelos agricultores. Este nível de controle de 90% é relativo à população existente na área, bem como, a densidade das plantas daninhas e outro fatores que podem ocasionar danos mais severos as culturas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando analisado o primeiro ensaio conduzido com *Digitaria horizontalis* proveniente da área Ribeirão Preto - SP (Acesso 01) o teste F detectou efeitos estatisticamente significativos de todas as variáveis estudadas e de suas interações (Tabela 09). As médias das variáveis principais não serão discutidas em função das significâncias das interações, mas é importante destacar que no cômputo geral de épocas de avaliação e doses, houve diferença de controle entre praticamente todos os herbicidas, com exceção da similaridade estatística entre ametrina + clomazone e diuron + hexazinone. A maior eficácia de controle foi observada para o metribuzin, acima de 92,6%. O pior desempenho foi do herbicida hexazinone com 60,7% de controle da planta daninha.

Para o desdobramento dos graus de liberdade da interação entre herbicidas e épocas de avaliação (Tabela 07), aos 07 DAA, os controles proporcionados por metribuzin e diuron foram superiores aos demais herbicidas e foram os únicos com avaliação superior a 80%, ou seja, controle considerado bom. Aos 15 DAA o controle propiciado pelo metribuzin atingiu 96% e foi superior a todos os demais produtos. O diuron, como observado aos 07 DAA, também manteve o nível de controle acima de 80%.

Aos 30 DAA o herbicida metribuzin manteve valores de controle estatisticamente superiores aos demais produtos, proporcionando excelente como da *D. horizontalis* (98%). Houve similaridade estatística entre os controles propiciados por diuron e tebuthiuron, ambos ao redor de 80%. Nesta época foi possível observar recuperação da planta daninha em alguns tratamentos diminuindo as notas de controle em relação à avaliação anterior, fato explicado pela possível perda da atividade residual dos herbicidas ametrina, ametrina + clomazone, hexazinone, diuron + hexazinone, diuron + hexazinone + mesotrione.

Em ensaio realizado por INOUE et al. (2007), os autores observaram a mesma tendência no controle de *D. sanguinalis*, onde os herbicidas perderam sua atividade residual durante o período de condução. Sendo que os herbicidas (tebuthiuron) +

(hexazinone + diuron) e (hexazinone + diuron) + (clomazone) tiveram os melhores resultados de controle da plantas daninha até aos 100 DAA, já para os tratamentos herbicidas (clomazone + ametrina) + (clomazone); (clomazone + ametrina); (trifloxysulfuron sodium + ametrina); (trifloxysulfuron sodium + ametrina) + (hexazinone + diuron); (clomazone + ametrina) + (hexazinone + diuron); (hexazinone + diuron) + (clomazone), foram diminuindo sua eficiência de controle a partir dos 60 DAA, em Marilena, PR.

Na ocasião da última avaliação, aos 60 DAA, o valor observado para metribuzin foi de 94% ainda suplantando os demais herbicidas para o controle de *D. horizontalis*. Tanto o tebuthiuron como o ametrina + clomazone passaram a apresentar valor superior ao diuron e mantiveram-se ao redor de 80% de controle. Em todas as avaliações o herbicida hexazinone apresentou controle insatisfatório, abaixo 70%, desta planta daninha. Estes resultados corroboram com PALHANO et al. (2010), no qual encontraram controle insatisfatórios de 57% aos 60 DAA, para hexazinone 250 g i.a.ha⁻¹, equivalente a pouco mais da metade da dose recomendada, para a espécie *Digitaria* spp.

Tabela 07. Valores de F, níveis de probabilidade e médias dos valores das variáveis principais estudadas na comparação de herbicidas para controle de *Digitaria horizontalis* proveniente de Ribeirão Preto, SP (Acesso 01).

Variável	F	P
Herbicidas (H)	344.9	< 0.01 ¹
Épocas (E)	39.6	< 0.01
Doses (D)	3113.7	< 0.01
Interação (H x E)	30.2	< 0.01
Interação (H x D)	59.6	< 0.01
Interação (H x D)	6.5	< 0.01
Interação (H x E x D)	6.2	< 0.01
CV (%)	8.5	< 0.01
Herbicidas	CONTROLE (%)	
tebuthiuron (TEB)	76.8	c ²
ametrina (AME)	64.5	f
diuron (DIU)	79.9	b
metribuzin (MET)	92.6	a
ametrina + clomazone (ACL)	73.4	d
hexazinone (HEX)	60.7	g
diuron + hexazinone (DHE)	74.1	d
diuron + hexazinone + mesotrione (DHM)	71.8	e
	Épocas	
07 DAA	72.3	c
15 DAA	77.1	a
30 DAA	75.1	b
60 DAA	72.3	c
	Doses	
X/16	22.5	h
X/8	31.9	g
X/4	49.1	f
x/2	81.9	e
X	90.5	d
2X	96.7	c
4X	98.4	ab
8X	97.0	bc
16X	99.8	a

¹ Valores inferiores a 0.01 indicam diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade.

² Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Fisher, 5%).

Da análise do desdobramento da interação herbicida x épocas de avaliação (Tabela 10), foi possível observar que o metribuzin teve excelente eficácia no controle da *D. horizontalis* (>94%) e manteve elevados valores dos 15 aos 60 DAA. Já o diuron apresentou uma rápida ação de controle, mas permitiu recuperação da população, fato este, podendo ser explicado provavelmente, por níveis de concentrações mista do solo, o que pode ser confrontado pelos resultados de INOUE et al. (2008), que observaram movimentação muito limitada do diuron no perfil do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por FREITAS et al. (1998); PRATA et al. (2000), afirmam ser a sorção do diuron diretamente proporcional ao teor de matéria orgânica do solo.

Outros herbicidas, como tebuthiuron, ametrina, hexazinone, diuron + hexazinone e diuron + hexazinone + mesotrione, apresentaram crescimento da atividade de controle ao longo do período de observações. A ação de ametrina + clomazone mostrou uma maior atividade no controle residual quando comparado às avaliações iniciais.

CHRISTOFFOLETI et al. (2008), exemplifica que o herbicida ametrina + clomazone (Sinerge), para aumentar seu poder de absorção e residualidade necessita de umidade, já que apresentam baixa adsorvidade ao solo.

Tabela 08. Médias dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 01) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Herbicidas.

Herbicidas	Épocas de Avaliação							
	7 DAA		15 DAA		30 DAA		60 DAA	
tebuthiuron	71.3	t c ¹	76.6	s c	79.3	rs b	80.1	r b
ametrina	72.7	s c	73.9	r c	60.8	t e	50.5	u g
diuron	81.0	rs a	83.7	r b	79.6	s b	75.1	t cd
metribuzin	81.1	t a	96.8	rs a	98.2	r a	94.3	s a
ametrina + clomazone	66.1	t d	74.2	s c	73.8	s cd	79.7	r b
hexazinone	57.8	s e	65.8	r e	63.2	r e	55.9	s f
diuron + hexazinone	73.1	s bc	76.3	r c	74.7	rs c	72.3	s de
diuron + hexazinone + mesotrione	75.8	r b	69.6	s de	71.3	s de	70.6	s e

¹ Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

O desdobramento dos graus de liberdade das variáveis épocas de avaliação e dose dos herbicidas (Tabela 09) evidenciou que aos 07 DAA, na dose comercial recomendada (x), o controle foi considerado bom (84%), em todas as demais super doses dos herbicidas os controles foram excelentes, sempre acima de 94%. No entanto as três maiores doses apresentaram valores estatisticamente similares, os quais foram superiores às demais. Estes dados assemelham-se aos encontrados por NICOLAI, et al. (2010), que em estudos de curvas dose-resposta para controle de *Digitaria* spp. foram encontrados valores superiores no controle para estas espécies quando utilizado maiores doses dos herbicidas: (diuron + hexazinone), amicarbazone + (diuron + hexazinone), isoxaflutole e isoxaflutole + (diuron + hexazinone).

Pode-se observar que aos 15 e 30 DAA valores acima de 80% de controle quando foi utilizado apenas 50% das doses dos herbicidas testados. Multiplicações da dose recomendada por dois, quatro, oito e dezesseis proporcionaram controle acima de 98%, não diferindo estatisticamente entre si. Aos 60 DAA, dezesseis vezes, apresentou valor de controle superior às demais, mas até na dose recomendada o controle manteve-se muito bom, 90% ou acima (Tabela 09).

Tabela 09. Média dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 01) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliações x Doses dos herbicidas.

Dose	Épocas de Avaliação			
	07 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
X/16	24.8 s g	28.4 r f	19.7 t f	17.2 t g
X/8	31.3 s f	38.0 r e	29.8 s e	28.9 s f
X/4	41.9 t e	51.2 r s d	53.6 r d	49.7 s e
x/2	78.3 t d	85.4 r c	82.2 s c	81.7 s d
X	84.2 t c	94.1 r b	93.6 r b	90.1 s c
2X	94.3 s b	98.7 r a	99.5 r a	94.4 s b
4X	98.8 r a	100 r a	99.4 r a	95.4 s b
8X	97.6 r a	98.2 r a	98.0 r a	94.2 s b
16X	99.8 r a	100 r a	100 r a	99.3 r a

[†] Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Com oito vezes da dose recomendada, o herbicida tebuthiuron proporcionou controle inferior a todos os demais produtos e o ametrina, embora superior ao produto anterior também propiciou valor estatisticamente inferior aos demais produtos. Com quatro vezes da dose recomendada, apenas ametrina produziu controle inferior aos demais produtos. Com duas vezes a dose recomendada os herbicidas ametrina + clomazone e ametrina proporcionaram níveis de controle inferiores aos outros produtos, com exceção do hexazinone.

Pelos resultados apresentados para *D. horizontalis*, pode-se notar que existem diferenças quanto aos níveis de controle em função dos herbicidas e doses recomendadas, o que é corroborado por CHRISTOFFOLETI et al. (2008), afirmam que um dos principais pontos para escolha correta do herbicida a ser utilizado é a dose a ser aplicada, tendo que corresponder diretamente às características físico-químicas do solo.

Analisando a dose recomendada, o hexazinone teve o pior desempenho de controle desta população de *D. horizontalis* e, juntamente com o ametrina + clomazone e ametrina propiciaram valores inferiores aos demais produtos.

Na metade da dose recomendada, apenas o diuron + hexazinone, tebuthiuron, diuron e metribuzin proporcionaram controle acima de 90%, mas o valor verificado para o metribuzin foi estatisticamente superior a todos os demais produtos. Esta superioridade estatística do controle proporcionado pelo metribuzin pode ser visto em todas as subdoses dos herbicidas.

Diversos autores citam que diversos fatores podem interferir no controle das plantas daninhas, como os atributos do solo que influenciam na disponibilidade dos herbicidas na solução do solo como: teor de matéria orgânica (minerais de argila), a composição e a distribuição do tamanho das partículas do solo, o pH, a densidade aparente e o tamanho, distribuição dos poros, condições climáticas entre outros. Para os herbicidas de elevada capacidade adsortiva, o conteúdo de matéria orgânica é geralmente o fator mais importante, pois, quanto mais alto, menor a lixiviação (SPRANKLE et al., 1975). A lixiviação será ainda maior em solos de textura arenosa que em solos siltosos ou argilosos (NICHOLLS, 1988). Para alguns produtos, o tipo de

argila, o conteúdo de óxidos e o pH influenciam a sua adsorção e, conseqüentemente, a sua lixiviação (WEHTJE et al., 1987; CARLISLE & TREVORS, 1988).

Tabela 10. Médias dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 01), obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Herbicidas x Doses.

Dose	Herbicidas							
	TEB	AME	DIU	MET	ACL	HEX	DHE	DHM
X/16	20.0 sf	11.6 uv g	20.3 se	68.4 rc	17.2 st g	8.8 v g	18.4 ste	15.6 tue
X/8	33.4 se	17.5 vf	27.2 td	83.4 rb	34.4 sf	16.9 vf	22.8 ud	20.3 uv d
X/4	63.4 td	24.4 xe	80.3 sc	85.5 rb	48.4 ue	25.6 xe	38.1 vc	26.9 xc
X/2	91.6 st b	63.4 vd	94.1 sb	99.6 ra	81.4 u d	45.9 xd	91.3 st b	87.8 t b
X	98.2 ra	88.9 sc	98.4 rab	98.1 ra	86.8 sc	57.5 tc	98.7 ra	97.4 ra
2X	99.3 ra	91.1 s bc	99.0 ra	98.6 ra	92.8 sb	95.1 rs b	98.9 ra	98.9 ra
4X	99.6 ra	91.3 s bc	99.3 ra	100 ra	100 ra	98.4 rab	98.9 ra	99.6 ra
8X	85.8 tc	93.4 sb	100 ra	99.6 ra	99.9 ra	98.1 rab	99.7 ra	99.8 ra
16X	99.9 ra	98.6 ra	100 ra	100 ra	100 ra	99.8 ra	100 ra	100 ra

Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

De maneira geral, para esta população de *D. horizontalis* pode-se observar evidências de maior da tolerância aos herbicidas ametrina, hexazinone e ametrina + clomazone, sendo este efeito mais evidente para o primeiro produto.

Para todas as épocas de avaliação foram observados resultados de controle crescente com a dose dos herbicidas. Aos 07 DAA houve semelhança estatística entre as doses acima do dobro da recomendada, aos 15 e 30 dias esta semelhança ocorreu entre as doses acima da recomendada e aos 60 dias, a dose multiplicada por dezesseis apresentou valores superiores às demais para o controle de *D. horizontalis*.

A análise do desdobramento da interação entre os herbicidas e as doses (Tabela 10) demonstrou que para o herbicida ametrina, na dose dezesseis vezes, proporcionou controle de *D. horizontalis* estatisticamente superior às doses menores. Este é um indicador bem forte da tolerância desta população à este herbicida. No caso de hexazinone e (ametrina + clomazone) as três maiores doses (quatro, oito e dezesseis vezes) ocasionaram controle superior às demais doses, também evidenciando tolerância à dose recomendada.

O herbicida metribuzin foi o que mostrou maior eficiência no controle desta população de *D. horizontalis* ocorrendo semelhança estatística entre os valores observados desde a máxima dose até a metade da recomendada. Para os demais herbicidas, tebuthiuron, diuron, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione), o controle proporcionado pela dose recomendada foi estatisticamente semelhantes às doses superiores, não ocorrendo evidências de aumento da tolerância pela planta daninha.

No segundo acesso conduzido com a população de *D. horizontalis* (Acesso 02) proveniente do município de Cruz das Posses - SP, a análise de variância acusou efeitos estatisticamente significativos de todas as variáveis estudadas e de suas interações (Tabela 11).

Tabela 11. Valores de F, níveis de probabilidade e médias dos valores das variáveis principais estudadas na comparação de herbicidas no controle de *Digitaria horizontalis* proveniente de Cruz das Posses, SP (Acesso 02).

Variáveis	F	P
Herbicidas (H)	163.8	< 0.01 ¹
Época (E)	339.6	< 0.01
Dose (D)	1114.9	< 0.01
Interação (H x E)	35.9	< 0.01
Interação (H x D)	26.9	< 0.01
Interação (H x D)	55.3	< 0.01
Interação (H x E x D)	7.5	< 0.01
CV (%)	10.5	< 0.01
Herbicidas	CONTROLE (%)	
tebuthiuron (TEB)	91.0	b ²
ametrina (AME)	80.9	e
diuron (DIU)	82.8	d
metribuzin (MET)	90.0	b
ametrina + clomazone (ACL)	94.4	a
hexazinone (HEX)	80.4	e
diuron + hexazinone (DHE)	93.8	a
diuron + hexazinone + mesotrione (DHM)	86.3	c
	Épocas	
15 DAA	90.4	a
30 DAA	90.3	a
60 DAA	81.7	b
	Dose	
X/16	59.0	g
X/8	66.7	f
X/4	79.3	e
x/2	88.1	d
X	95.6	c
2X	98.6	b
4X	99.9	ab
8X	100	a
16X	100	a

¹ Valores inferiores a 0,01 indicam diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade.

² Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Fisher, 5%).

As médias das variáveis principais não serão discutidas em função das significâncias das interações. Para esta população, considerando o cômputo geral das doses e épocas de avaliação, os melhores níveis de controle foram obtidos com (ametrina + clomazone), metribuzin e (diuron + hexazinone + mesotrione) e os piores desempenhos foram obtidos ametrina e hexazinone.

O desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de herbicida e época de aplicação (Tabela 12) mostrou que para os herbicidas tebuthiuron, (ametrina + clomazone) e hexazinone o controle foi menor aos 60 dias em relação às duas primeiras datas de avaliação. Estes dados não se assemelham aos obtidos no acesso 02 (*D. horizontalis*), sendo que para os mesmos herbicidas, com exceção hexazinone, os melhores resultados foram observados nesta época (60 DAA), estes levam ao entendimento que existe uma variabilidade de tolerância existente intraespecífica.

Para os herbicidas ametrina, diuron e (diuron + hexazinone + mesotrione) a eficácia de controle foi reduzida a cada época de avaliação. No caso de (ametrina + clomazone) e (diuron + hexazinone + mesotrione) os valores diferiram apenas entre a primeira e a última época.

Tabela 12. Médias dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 02) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Herbicidas.

Herbicidas	Épocas de Avaliação		
	15 DAA	30 DAA	60 DAA
tebuthiuron	92.3 r b	91.8 r c	88.9 s bc
ametrina	92.3 r b	83.2 s g	67.2 t g
diuron	85.8 s d	89.6 r de	73.0 t e
metribuzin	90.1 rs c	91.7 r cd	88.3 s c
ametrina + clomazone	96.1 r a	96.5 r a	90.7 s ab
hexazinone	85.1 r d	86.2 r f	69.8 s f
diuron + hexazinone	94.9 r a	94.3 rs b	92.2 s a
diuron + hexazinone + mesotrione	86.6 s d	89.1 r e	83.3 t d

[†] Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Comparando os herbicidas dentro de cada época de avaliação, observou-se que aos 15 DAA o controle de (ametrina + clomazone) e (diuron + hexazinone) foram estatisticamente superior aos demais produtos e os desempenhos inferiores foram verificados para hexazinone, diuron e (diuron + hexazinone + mesotrione). Valores de controle acima de 90% foram observados para (ametrina + clomazone) (diuron + hexazinone + mesotrione), ametrina e metribuzin.

Aos 30 DAA os mesmos herbicidas mantiveram os níveis de controle acima de 90%, mas estatisticamente, o (ametrina + clomazone) apresentou controle superior aos demais e o pior desempenho foi apresentado pelo ametrina. Aos 60 DAA apenas (diuron + hexazinone) e (ametrina + clomazone) mantiveram controle acima de 90% e na comparação estatística (diuron + hexazinone) superou os demais herbicidas, com exceção do (ametrina + clomazone). O herbicida ametrina manteve-se com a menor avaliação de controle, sendo este um controle ineficiente (67%). Resultados semelhantes foram encontrados por LORENZI (2006), no qual o autor relata que a espécie *D. horizontalis* é altamente suscetível (mais de 95% de controle) aos herbicidas tebuthiuron, (diuron + hexazinone), suscetível (75 a 95% de controle) a ametrina e diuron.

Analisando o desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de doses de herbicida e épocas de avaliação (Tabela 13), observa que aos 15 e 60 DAA estatisticamente os níveis de controle atingidos no dobro da dose ou acima são superiores às demais doses. Aos 30 DAA esta superioridade estatística se estendeu até a dose recomendada.

Acima da dose recomendada, não ocorreu diferença estatística entre os valores obtidos nas três épocas de avaliação. Na dose X, os valores obtidos nas duas primeiras avaliações foram superiores ao observado aos 60 DAA. Nas sub-doses houve diferença estatística entre as três épocas de avaliação.

Tabela 13. Média dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 02) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliações e Doses dos herbicidas.

Doses	Épocas de Avaliações		
	15 DAA	30 DAA	60 DAA
X/16	69.8 r f	63.9 s e	43.4 t f
X/8	77.0 r e	72.7 s d	50.5 t e
X/4	84.1 r d	84.9 r c	68.8 s d
X/2	88.9 s c	93.3 r b	82.1 t c
X	96.2 r b	98.2 r a	92.4 s b
2X	98.1 r a b	99.7 r a	98.0 r a
4X	99.6 r a	100 r a	100 r a
8X	99.9 r a	100 r a	99.9 r a
16X	100 r a	100 r a	100 r a

† Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

A quantidade, a composição química e a origem de diversas substâncias, assim como a quantidade e o período da primeira chuva ou irrigação ocorrida após a aplicação, além das condições climáticas prevalentes durante e após a aplicação, também podem ser fundamentais para perdas da residualidade dos herbicidas (RODRIGUES, 1993).

Diversos autores relatam perdas variáveis da atividade residual dos herbicidas, sendo que estas podem acontecer nos primeiros dias posterior a aplicação com herbicidas de alta capacidade de adsorção e/ou lixiviação ou mesmo com uma maior período residual com herbicidas de permanência elevada no solo (NOVO et al., 2003; OLIVEIRA JR. et al., 2006; PROCÓPIO et al., 2003; RODRIGUES & ALMEIDA, 2005;).

Nas avaliações realizadas aos 15 e 60 DAA, valores de controle acima de 90% foram observados até a dose recomendada e aos 30 DAA foi observado até a metade desta dose. Na dose recomendada e acima desta, valores acima de 90% foram observados em todas as épocas de avaliação. Nas frações dos herbicidas, 90% de controle, apenas foi observado aos 30 dias com a metade da dose recomendada dos herbicidas.

No desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de herbicidas e doses (Tabela 14), foi possível observar que a eficácia de controle foi estatisticamente mantida até a dose recomendada para tebuthiuron, metribuzin (ametrina + clomazone) e (diuron + hexazinone). O único produto em que metade da dose recomendada produziu valor estatisticamente similar à recomendada foi o (diuron + hexazinone), sendo que até um quarto da dose o controle foi bom, acima 90%. DIAS et al. (2007), também encontrou excelentes resultados de controle sobre *D. horizontalis* com utilização dos herbicidas tebuthiuron e (diuron + hexazinone).

Para o ametrina, diuron e (diuron + hexazinone + mesotrione) multiplicações da dose recomendada produziram valores maiores que esta. Para hexazinone, valor estatisticamente superior ao da dose recomendada foi observado nos tratamentos quatro vezes ou acima.

Para os herbicidas ametrina, diuron e (diuron + hexazinone + mesotrione), valores de controle acima de 90% foram observados na dose recomendada ou acima, já para tebuthiuron, (ametrina+ clomazone) e metribuzin com a metade e para (diuron + hexazinone + mesotrione) com um quarto da referida dose. Para hexazinone, o controle acima de 90% apenas foi atingido com o dobro da dose recomendada.

Tabela 14. Médias dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 02), obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Herbicidas x Doses.

Doses	Herbicidas							
	TEB	AME	DIU	MET	ACL	HEX	DHE	DHM
X/16	70.4 te	35.0 xf	42.5 vf	64.2 ue	84.0 rd	36.7 xf	77.5 se	62.1 uf
X/8	75.8 td	47.9 xe	52.9 ve	70 ud	83.6 rd	56.3 ve	79.6 sd	67.5 ue
X/4	82.1 tc	70.3 vd	72.1 ue	82.3 tc	88.1 sc	71.9 ud	92.0 rc	75.4 ud
X/2	91.9 sb	85.1 tc	85.5 td	94.4 rs b	95.1 rs b	74.6 ud	96.0 rb	82.1 tc
X	98.8 ra	91.7 st b	93.3 sb	99.4 ra	99.3 ra	89.4 tc	99.2 rab	93.5 sb
2X	99.7 ra	98.2 rsa	98.8 rsa	99.9 ra	100 ra	95.3 sb	99.8 ra	97.1 rs ab
4X	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra	99.4 ra	100 ra	99.4 ra
8X	100 ra	99.8 ra	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra	99.8 ra
16X	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra	100 ra

¹ Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Todos os herbicidas proporcionaram valores estatisticamente similares com quatro, oito e dezesseis vezes a dose recomendada. Com o dobro da dose recomendada apenas hexazinone propiciou controle inferior aos demais. Na dose recomendada os herbicidas metribuzin, (ametrina + clomazone) (diuron + hexazinone) e tebuthiuron proporcionaram valores de controle superiores aos demais produtos, sendo ametrina e hexazinone ocasionaram os menores valores (<90%). Nos fracionamentos da dose recomendada pela metade e para um quarto, o melhor controle foi observado pelo herbicida (diuron + hexazinone) e nos fracionamentos para um oitavo e um dezesseis avos, este melhor desempenho foi do encontrado no (ametrina + clomazone).

MACIEL et al. (2008), encontraram bons resultados com doses inferiores a comercial recomendada de (diuron + hexazinone) e (ametrina + hexazinone) no controle de *D. horizontalis* até os 100 DAA, proporcionaram residuais suficientes para controlar as plantas daninhas que germinaram nesse período.

Duas a dezesseis vezes da dose recomendada, todos os herbicidas proporcionaram níveis de controle acima de 95%, ou seja, excelentes. Na dose recomendada apenas hexazinone não conseguiu atingir bom controle (90%). Na metade desta dose, o referido nível de controle apenas foi atingido pelos herbicidas tebuthiuron (ametrina + clomazone) e (diuron + hexazinone) e em um quarto da dose apenas o (diuron + hexazinone), demonstrando que biótipo de *D. horizontalis* do acesso 02 é altamente suscetível a este herbicida. Nas demais sub-doses nenhum herbicida atingiu este nível de controle, o que era esperado nas dosagens de um oitavo e um dezesseis avos (Tabela 14).

A análise de variância dos dados obtidos com a população do acesso 06 com sementes obtidas na empresa Agrocósmos Ltda, mostrou efeitos estatisticamente significativos das três variáveis estudadas e de suas interações (Tabela 15). Considerando as comparações entre as variáveis principais (com as outras variáveis na composição da média) o herbicida (ametrina + clomazone) foi o mais eficiente suplantando os demais. Este fato corrobora com o encontrado para o acesso 02, também com espécie *D. horizontalis*. O controle foi significativamente reduzido com o

tempo de avaliação e a dose recomendada proporcionou nível de controle acima das sub-doses e inferior a quatro vezes ou acima.

No desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de épocas de avaliação e herbicidas (Tabela 16), em todas as épocas de avaliação apenas o herbicida (ametrina + clomazone) apresentou controle acima de 90% e foi estatisticamente superior aos demais produtos avaliados, seguido de (diuron + hexazinone + mesotrione), aos 15 DAA e (diuron + hexazinone + mesotrione) e metribuzin aos 30 e 60 DAA. Controles semelhantes com utilização de (diuron + hexazinone + mesotrione), (ametrina + clomazone) e metribuzin foram encontrados em diferentes trabalhos para controle de *Digitaria* spp. (CARVALHO et al., 2010; DIAS et al., 2004; DIAS et al., 2005; INOUE et al., 2007; NICOLAI et al., 2010;).

Na Tabela 17 estão apresentadas às médias dos valores de controle de *D. horizontalis* determinadas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de épocas de avaliação e doses dos herbicidas. Aos 15, 30 e 60 DAA os controles representados por metade da dose recomendada ou acima foram superiores a 90, 88,2 e 87%, respectivamente, mas a similaridade estatística ocorreu entre a dose recomendada e as subseqüentes. Este mesmo comportamento estatístico foi observado aos 30 DAA, mas níveis de controle acima de 90% apenas ocorreram na dose recomendada ou acima desta.

Tabela 15. Valores de F, níveis de probabilidade e médias dos valores das variáveis principais estudadas na comparação de herbicidas no controle de *Digitaria horizontalis* provenientes da Empresa Sementes AgroCosmos, (Acesso 06).

Variáveis	F	P
Herbicidas (H)	253.1	< 0.01 ¹
Época (E)	118.2	< 0.01
Dose (D)	2592.3	< 0.01
Interação (H x E)	23.8	< 0.01
Interação (H x D)	64.0	< 0.01
Interação (H x D)	21.4	< 0.01
Interação (H x E x D)	7.3	< 0.01
CV (%)	9.5	< 0.01
Herbicidas	CONTROLE (%)	
tebuthiuron (TEB)	81.2	c ²
ametrina (AME)	66.2	f
diuron (DIU)	77.7	d
metribuzin (MET)	84.2	b
ametrina + clomazone (ACL)	94.9	a
hexazinone (HEX)	75.1	e
diuron + hexazinone (DHE)	82.1	c
diuron + hexazinone + mesotrione (DHM)	84.1	b
	Épocas	
15 DAA	83.8	a
30 DAA	81.3	b
60 DAA	76.9	c
	Dose	
X/16	26.8	f
X/8	40.8	e
X/4	73.9	d
x/2	89.5	c
X	97.6	b
2X	98.7	ab
4X	99.3	a
8X	99.5	a
16X	100	a

¹ Valores inferiores a 0,01 indicam diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade.

² Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Fisher, 5%).

Aos 60 DAA também foram observados níveis de controle acima de 90% para a dose recomendada e suas respectivas super-dosagens, no entanto os maiores valores estatisticamente similares foram observados acima do dobro da dose.

Acima da recomendada, os valores de controle foram estatisticamente similares em todas as épocas de avaliação e sempre acima de 90%. Na dose recomendada, os níveis de controle também foram superiores a 90%, mas houve redução dos valores aos 60 DAA, em termos estatísticos.

Na metade da dose recomendada apenas aos 15 DAA houve controle acima de 90%, sendo estatisticamente superior aos valores determinados para as avaliações posteriores.

Tabela 16. Médias dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 06) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Herbicidas.

Produtos	15 DAA	30 DAA	60 DAA
tebuthiuron	84.8 rs cd	81.3 r d	77.5 s c
ametrina	67.0 r f	61.4 s f	61.8 t e
diuron	80.7 r e	76.3 r e	70.1 s d
metribuzin	86.5 r c	85.4 s bc	78.3 s bc
ametrina + clomazone	94.7 r a	96.6 s a	93.5 t a
hexazinone	82.6 r de	80.8 r d	76.0 s c
diuron + hexazinone	84.9 r cd	83.0 r cd	77.6 s c
diuron + hexazinone + mesotrione	89.1 s b	85.6 t b	80.6 r b

[†] Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de a até h comparam as médias dentro das colunas e as letras de r até x comparam as médias dentro das linhas.

Tabela 17. Média dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 06) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Doses dos herbicidas.

Doses	Épocas de Avaliação		
	15 DAA	30 DAA	60 DAA
X/16	35.8 r e	28.1 s e	16.4 t g
X/8	50.9 r d	43.3 s d	28.1 t f
X/4	77.7 r c	74.0 s c	70.1 t e
X/2	93.2 r b	88.2 s b	87.0 s d
X	98.1 r a	99.9 r a	94.8 s c
2X	99.6 r a	99.4 r a	97.0 r b c
4X	99.6 r a	99.4 r a	99.0 r a b
8X	99.2 r a	99.4 r a	100 r a
16X	100 r a	100 r a	100 r a

Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

O desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de herbicidas e doses (Tabela 18) mostrou haver similaridade estatística entre os valores de controle obtidos na dose mais elevada (dezesseis vezes) e a dose recomendada para tebuthiuron, ametrina, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione). Para os herbicidas diuron, (ametrina + clomazone) e metribuzin esta similaridade estatística se entendeu desde a maior dose até a metade da dose recomendada. No entanto, para o herbicida hexazinone foi necessária quatro vezes a dose recomendada para atingir o máximo valor de controle.

Pelo critério de 90% de controle, este valor foi atingido pela metade da dose recomendada ou acima para tebuthiuron, diuron, metribuzin, (ametrina + clomazone) e (diuron + hexazinone).

Nos tratamentos em que foram aplicados os herbicidas nas doses incrementadas em oito e dezesseis vezes, todos os produtos proporcionaram controle estatisticamente similar. Na dose recomendada e em suas multiplicações duas e quatro vezes, o controle proporcionado por hexazinone foi estatisticamente inferior ao dos demais produtos e, com exceção deste herbicida na dose recomendada, em todas as situações houve controle acima de 90%.

Novamente, o herbicida hexazinone, mostrou-se inferior aos demais como havia ocorrido nos acessos anteriores (01 e 02), este dados corroboram com encontrados por MEDEIROS (2001), nos quais avaliando a eficiência da hexazinone, no controle de *Ipomoea grandifolia*, *Ipomoea hederifolia*, *Euphorbia Heterophylla* e *Digitaria horizontalis*, em vasos com cobertura de palha de cana-de-açúcar, os autores perceberam um déficit de controle das espécies citadas com utilização de hexazinone.

O herbicida (ametrina + clomazone) proporcionou controle superior (quatro vezes) e muito próximo a 90% em diluição de quatro e oito vezes a dose recomendada, mostrando alta eficácia biológica no controle deste acesso de *D. horizontalis*.

Tabela 18. Médias dos valores de controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 06), obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Herbicidas x Doses.

Doses	Herbicidas															
	TEB		AME		DIU		MET		ACL		HEX		DHE		DHM	
X/16	12.5	ve	11.7	vd	13.3	uv d	21.3	te	75.8	rc	17.1	tu e	20.8	te	41.7	se
X/8	39.1	td	10.8	xd	28.3	uv c	50.8	sd	88.8	rb	18.3	ve	40.8	td	49.2	sd
X/4	84.6	st c	24.6	xc	60.7	vb	88.3	rs c	92.1	rb	83.3	td	85.0	st c	72.9	uv c
X/2	95.2	rb	50.4	tb	98.1	ra	97.5	ra	99.3	ra	84.6	sd	95.3	rb	95.3	rb
X	99.1	rab	100	ra	99.4	ra	99.7	ra	100	ra	87.4	s cd	97.1	rab	98.1	rab
2X	99.9	ra	100	ra	99.8	ra	99.9	ra	100	ra	89.9	sc	99.8	ra	100	ra
4X	100	ra	100	ra	99.6	rs a	100	ra	99.8	ra	95.3	sb	100	ra	100	ra
8X	100	ra	98.3	ra	99.8	ra	100	ra	98.6	ra	100	ra	99.8	ra	99.6	ra
16X	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra

† Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Para a população de *D. nuda* coletada em Gavião Peixoto – SP (acesso 03), a análise de variância dos dados de controle detectou efeitos significativos do herbicida, dose e da época de avaliação bem como de suas interações (Tabela 19).

Deste modo, a discussão das variáveis principais não é necessária, mas é interessante destacar algumas tendências gerais do experimento: (i) o herbicida (ametrina + clomazone) foi o que apresentou maior porcentagem de controle, seguido do (diuron + hexazinone), tebuthiuron e (diuron + hexazinone + mesotrione). O herbicida com menor desempenho geral foi a diuron; (ii) a porcentagem de controle aumentou entre 15 e 30 DAA e se manteve até a última avaliação e: (iii) houve diferença significativa entre os controles proporcionados por todas as doses de herbicidas. Nesta etapa não é interessante comparar eficácia, pois os dados refletem médias de três épocas de aplicação e doses, superdoses e sub-doses dos herbicidas.

Analisando o desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de herbicidas e épocas de avaliação (Tabela 20), aos 15 DAA o herbicida mais eficaz para controle da *D. nuda* foi o tratamento com metribuzin, seguido do (diuron + hexazinone) e tebuthiuron, no entanto para nenhum dos tratamentos herbicidas, nesta época, foi evidenciado controles eficientes. A menor eficácia de controle desta população de *D. nuda* foi dos herbicidas diuron e ametrina. Aos 30 DAA os herbicidas mais eficazes foram (diuron + hexazinone), (diuron + hexazinone + mesotrione), tebuthiuron e (ametrina+ clomazone), seguidos de metribuzin. Os piores desempenhos foram observados para ametrina, hexazinone e diuron. Aos 60 DAA os herbicidas mais eficazes foram (diuron + hexazinone) e metribuzin, sendo este último estatisticamente similar ao tebuthiuron. O pior desempenho foi observado para o hexazinone.

Relatos de baixa eficácia de controle de *Digitaria nuda* são citados por diversos autores (CHRISTOFFOLETI et al. 2006; CHRISTOFFOLETI & CAETANO, 1998; DIAS et al., 2007, 2005 e 2004; LORENZI, 2006; NICOLAI et al., 2010; RODRIGUES & ALMEIDA, 2005).

Independente do produto utilizado ou da época de avaliação os controles destas espécies de capim-colchão foram considerados insatisfatórios, não ultrapassando os 80%, mínimo recomendado para controle das plantas daninhas.

São diversos os argumentos que tangem qual o nível mínimo aceito para o controle de plantas daninhas. Este nível é variável em função da cultura, planta invasora e seu grau de severidade, entre outros vários pontos que poderiam ser citados, no entanto, tem-se adotado o mínimo de 80% de controle como aceitável para registro de controle de uma planta daninha alvo, junto a ministério que compõe uma legislação vigente. Este controle não é, muitas vezes expressa as condições necessárias na prática, sendo este mais abrangente e específico, exigindo um mínimo de 90 a 98% no controle, em função da espécie de planta daninha.

Analisando os tratamentos que obtiveram melhores controle da *D. nuda*, o metribuzin, teve controle superior aos 60 dias em comparação às duas primeiras época, nas quais os valores foram similares. No tratamento com (diuron + hexazinone) a maior eficácia foi observada aos 60 DAA, seguida de 30 DAA e depois a avaliação de 15 dias.

Em trabalho conduzido por NICOLAI et al. (2010), na utilização de amicarbazone e tebuthiuron, em associação, encontraram incremento no controle de *D. nuda*, elevando o controle a dose ótima de 95%.

Tabela 19. Valores de F, níveis de probabilidade e médias dos valores das variáveis principais estudadas na comparação de herbicidas no controle de *Digitaria nuda* (Acesso 03), provenientes de Gavião Peixoto, SP.

Variáveis	F	P
Herbicidas (H)	125.7	< 0.01 ¹
Época (E)	420.8	< 0.01
Dose (D)	2307.2	< 0.01
Interação (H x E)	18.0	< 0.01
Interação (H x D)	11.2	< 0.01
Interação (H x D)	29.7	< 0.01
Interação (H x E x D)	4.3	< 0.01
CV (%)	6.5	< 0.01
Herbicidas	CONTROLE (%)	
tebuthiuron (TEB)	68.8	c ²
ametrina (AME)	55.2	g
diuron (DIU)	53.9	h
metribuzin (MET)	69.4	a
ametrina + clomazone (ACL)	65.0	e
hexazinone (HEX)	57.4	f
diuron + hexazinone (DHE)	69.1	b
diuron + hexazinone + mesotrione (DHM)	67.8	d
	Época	
15 DAA	54.7	b
30 DAA	68.1	a
60 DAA	67.2	a
	Dose	
X/16	22.2	i
X/8	25.9	h
X/4	34.1	g
X/2	50.8	f
X	71.0	e
2X	85.0	d
4X	89.7	c
8X	93.7	b
16X	97.6	a

¹ Valores inferiores a 0,01 indicam diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade.

² Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Fisher, 5%).

Tabela 20. Médias dos valores de controle de *Digitaria nuda* (Acesso 03) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Herbicidas.

Produtos	15 DAA	30 DAA	60 DAA
tebuthiuron	62.5 s b	72.9 r a	70.9 r bc
ametrina	41.2 s e	61.7 r c	62.7 r d
diuron	39.0 s e	60.7 r d	61.9 r d
metribuzin	66.5 s a	68.6 s b	73.3 r ab
ametrina + clomazone	53.7 s d	71.8 r ab	69.3 r c
hexazinone	54.4 s d	61.4 r c	56.3 s e
diuron + hexazinone	58.5 s c	74.1 r a	74.7 r a
diuron + hexazinone + mesotrione	61.4 t bc	73.6 r a	68.4 s c

† Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

O desdobramento das variáveis de épocas de avaliação e dose de herbicidas (Tabela 21) mostrou que aos 15 DAA houve diferença estatisticamente significativa entre todas as doses, exceto um oitavo e um dezesseis avos da dose. Controle acima de 90% apenas foi possível com dezesseis vezes à dose recomendada. DIAS et al. (2005), encontrou nos herbicidas pertencentes ao grupo químico das uréias substituídas (diuron, tebuthiuron e) ineficácia no controle de *D. nuda*. Fato este observado em outro experimento do mesmo autor DIAS et. al. (2007) observando, nos tratamentos (diuron + hexazinone) e tebuthiuron, os menores controles para *D. nuda* em pré-emergência.

Aos 30 DAA os melhores valores de controle foram observados para quatro, oito e dezesseis vezes a dose recomendada, mas valores acima de 90% foram observados também para a multiplicação desta dose por dois. O comportamento estatístico dos dados foi similar aos 60 DAA, como também as doses que proporcionaram níveis de controle acima de 90%.

Praticamente em todas as doses dos herbicidas não houve diferença estatística entre os valores de controle proporcionado pelos herbicidas aos 30 e 60 dias e ambas as épocas de avaliação apresentaram valores superiores ao observado na avaliação de 15 DAA.

Tabela 21. Média dos valores de controle para *Digitaria nudas* (Acesso 03) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Doses dos herbicidas.

Doses	Épocas de Avaliação		
	15 DAA	30 DAA	60 DAA
X/16	23.0 r h	25.5 r f	18.3 s g
X/8	24.4 s h	28.0 r f	25.3 rs f
X/4	31.9 s g	33.8 rs e	36.6 r e
X/2	38.6 s f	56.9 r d	56.9 r d
X	56.9 s e	78.6 r c	77.5 r c
2X	68.3 s d	93.2 r b	93.5 r b
4X	73.9 s c	97.5 r a	97.5 r a
8X	82.3 s b	99.5 r a	99.2 r a
16X	92.8 s a	100 r a	99.9 r a

¹ Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Na Tabela 22 estão apresentados os valores médios de controle obtidos no desdobramento das variáveis de herbicidas e doses de aplicação. Para os herbicidas tebuthiuron, diuron, hexazinone e (diuron + hexazinone) foi observada uma superioridade estatística em oito vezes a dose sendo que em dezesseis vezes o metribuzin obteve maior controle perante os demais tratamentos herbicidas; metribuzin e (ametrina + clomazone) para quatro vezes e para (diuron + hexazinona) e (diuron + hexazinone + mesotrione) foi incluída o dobro da dose recomendada.

Com exceção do tebuthiuron, a dose recomendada proporcionou valores de controle estatisticamente inferiores às doses incrementadas (duas vezes ou mais). Para tebuthiuron houve similaridade entre a dose recomendada e o dobro desta.

Em ensaio conduzido em casa de vegetação por DIAS et al. (2005), foi avaliada 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. Observou-se que os tratamentos (diuron + hexazinone) tebuthiuron e imazapic apresentaram os menores controles para

Digitaria nuda em pré-emergência, e os tratamentos (diuron e hexazinone) + diuron, os menores controles para *Digitaria nuda* em pós-emergência, o que a coloca como a espécie mais tolerante a estes herbicidas.

Ao considerar o limiar de 90% de controle este valor foi atingido apenas com o dobro da dose (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione), com quatro vezes a dose para tebuthiuron, metribuzin e (ametrina + clomazone); com oito vezes para (diuron + hexazinone) e para ametrina foi necessário dezesseis vezes a dose. Na dose recomendada nenhum dos herbicidas avaliados proporcionou 90% de controle na média das três épocas de avaliação. Estes dados diferem de VIVIAN et al. (2007), que no estudo de dez acessos diferentes destes de *D. nuda*, conclui que não foram encontradas diferenças entre os acessos, sendo estes controlados efetivamente na dose recomendada de ametrina (2400 g i.a.ha⁻¹).

Na análise dos resultados dos herbicidas dentro de cada dose estudada observa que na dose recomendada, o controle proporcionado pelo herbicida tebuthiuron foi estatística similar aos proporcionados por (diuron + hexazinone) e (ametrina + clomazone), mas suplantou os demais produtos. Os herbicidas de mais baixo desempenho foram (diuron e hexazinona). Considerando a média das três avaliações nenhum dos herbicidas atingiu o limiar de 90% de controle na dose recomendada, fato que comprova uma maior tolerância desta espécie a utilização dos herbicidas inibidores do fotossistema - II, quando comparado aos três acessos de *D. horizontalis* estudados anteriormente.

No dobro da dose recomendada houve superioridade estatística dos valores observados para o (diuron + hexazinone), (diuron + hexazinone + mesotrione), (ametrina + clomazone) e tebuthiuron sobre os observados para ametrina, hexazinone, e diuron. Este último foi o que apresentou o pior desempenho no controle desta população de *D. nuda*, quando foi utilizado o dobro da doses dos herbicidas.

Como relatado acima o controle, para os tratamentos diuron e hexazinone, foram inferiores quando comparados à associação dos mesmos, ou também (diuron + hexazinone + mesotrione). Esta dificuldade no controle da planta daninha, com utilização dos produtos isolados, pode ser explicada pelo fato que estas moléculas

atuam em locais diferentes do perfil do solo, podendo ser perdidas ou mesmo indisponibilizadas por fatores inerentes a aplicação (TOLEDO et al., 2011, dados não publicado). Os mesmos autores, afirmam que foram realizados mais de 500 trabalhos, com estudos de diuron e hexazinone, para compreensão da gama de controle de plantas daninhas com os herbicidas isolados e/ou associados, onde os resultados obtidos foram instáveis quando utilizados isoladamente, no entanto, a associação dos mesmos herbicidas na forma de um único produto comercial proporcionaram uma maior estabilidade na performance e confiabilidade dos resultados.

Em quatro vezes a dose, os herbicidas metribuzin, (ametrina + clomazone), tebuthiuron, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione) apresentaram controle acima de 90%, sendo estatisticamente similares e superiores aos controles proporcionados por ametrina e diuron. Quando a dose recomendada foi multiplicada por oito, com exceção da ametrina, todos os herbicidas proporcionaram níveis de controle acima de 90%. Os herbicidas tebuthiuron, (ametrina + clomazone), (diuron + hexazinone) e hexazinone apresentaram valores estatisticamente similares com melhores índices de eficácia.

No tratamento com dezesseis vezes a dose recomendada houve similaridade estatística entre todos os herbicidas, exceto entre tebuthiuron (mais eficaz) e hexazinone (menos eficaz), mas todos produziram um controle efetivo de *D. nuda* acima de 90% de eficácia biológica.

Nas sub-dosagens não se obteve níveis de controle aceitáveis (80%) ou mesmo bons, superiores a 90% para qualquer situação. Na metade da dose o controle propiciado pelo (diuron + hexazinone) foi estatisticamente superior ao verificado para os demais herbicidas. Para um quarto da dose recomendada o metribuzin apresentou controle superior aos demais herbicidas, mas na dose um oitavo foi similar ao (diuron + hexazinone + mesotrione). Na dose um dezesseis avos os valores de controle estatisticamente superiores foram obtidos com metribuzin, tebuthiuron, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione).

Para esta população de *D. nuda* coletada no município de Gavião Peixoto pode-se observar que: (i) a ação dos herbicidas em geral é mais eficiente aos 30 dias após a

aplicação; (ii) na dose recomendada os melhores índices de controle são obtidos pelo tebuthiuron, metribuzin, (ametrina + clomazone), (diuron + hexazinone); (iii) os produtos com piores performances foram diuron, hexazinone e ametrina, onde este último apenas apresentou controle acima de 90% com dezesseis vezes à dose recomendada.

Tabela 22. Médias dos valores de controle de *Digitaria nuda* (Acesso 03), obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Herbicidas x Doses.

Dose	Herbicidas															
	TEB		AME		DIU		MET		ACL		HEX		DHE		DHM	
X/16	28.3	r t	10.8	u g	15.8	t g	30.0	r g	23.3	s g	17.5	t g	25.4	r s f	26.7	r s f
X/8	30.4	s e f	15.0	u g	17.5	u g	36.3	r f	23.8	t g	23.8	t f	28.3	s t f	32.1	r s r
X/4	33.8	t u e	24.6	v f	26.3	v f	45.8	r e	31.7	u f	34.2	s t u e	37.5	s t e	38.8	s d
X/2	65.8	s d	31.7	u e	34.6	u e	52.1	t d	50.0	t e	34.6	u e	72.1	r d	65.4	s c
X	85.3	r c	60.4	u d	54.2	v d	79.6	s c	81.1	r d	50.4	v d	83.1	r s c	74.0	t b
2X	88.8	r s b c	82.3	t c	70.0	u s	87.7	s b	89.1	r s c	78.3	t c	90.2	r s b	91.3	r a
4X	90.8	r s b	85.5	t u b c	81.2	u b	95.3	r a	92.4	r b c	86.2	s t b	90.8	r s b	92.5	r a
8X	96.7	r s a	89.6	u b	90.9	u a	98.4	r a	95.1	s t u a b	93.8	r s t u a	96.3	r s t a	93.7	t u a
16X	99.0	r s a	96.9	r s a	94.6	s a	99.8	r a	98.2	r s a	97.5	r s a	98.7	r s a	95.8	r s a

¹ Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Os resultados da análise de variância dos dados de controle da população de *D. nuda* coletada no município de Boa Esperança do Sul (Tabela 23) mostram que houve efeito significativo de todas as variáveis testadas e de suas interações. Na média geral de épocas de avaliação e doses, os herbicidas metribuzin e (diuron + hexazinone) apresentaram melhor eficácia de controle e suplantaram o patamar estabelecidos de 90%.

Os piores desempenhos foram observados em hexazinone e ametrina, respectivamente. Na média de geral de herbicidas e épocas de avaliação, o controle obtido aos 30 DAA suplantou o observado aos 15 DAA, não diferindo dos 60 DAA. Na análise das médias envolvendo as épocas de avaliação e herbicidas, se observa diferença estatisticamente significativa entre todas as doses avaliadas.

O desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de épocas de avaliação e herbicidas (Tabela 24) mostrou que aos 15 DAA os melhores valores de controle foram obtidos pelos herbicidas metribuzin, tebuthiuron e (diuron + hexazinone), todos ao redor de 90% de eficácia biológica. Aos 30 DAA estatisticamente metribuzin apresentou controle superior aos demais, atingindo patamares de excelência, sendo seguido por tebuthiuron, (diuron + hexazinone) (diuron + hexazinone + mesotrione), todos com valores acima de 90%.

DIAS et al. (2005), realizou experimentos na região de Promissão, SP e Piracicaba, SP, para controle de *D. nuda* e *D. ciliaris*, população mista, onde nas avaliações de eficácia dos tratamentos herbicidas, aos 15 DAA, não foram verificadas diferenças significativas entre (ametrina, diuron, tebuthiuron, diuron + hexazinone, imazapyr, isoxaflutole, metribuzin e imazapic), sendo que os níveis de controle observados foram próximos a 90%. Aos 30 DAA foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Com o herbicida metribuzin observou-se maior nível de controle (99%), seguido do (diuron + hexazinone) (95% de controle), isoxaflutole (87%), ametrina (86%), tebuthiuron (83%) e diuron (68%) respectivamente.

Aos 60 DAA nenhum dos herbicidas conseguiu um nível de controle acima de 90%, metribuzin e (diuron + hexazinone) apresentaram valores estatisticamente acima

dos demais (87 e 89%), respectivamente. Em todas as épocas de avaliação, o pior desempenho de controle foi observado para o herbicida hexazinone.

Tabela 23. Valores de F, níveis de probabilidade e médias dos valores das variáveis principais estudadas na comparação de herbicidas no controle de *Digitaria nuda* (Acesso 05), provenientes de Boa Esperança do Sul, SP.

Variáveis	F	P
Herbicidas (H)	538.54	< 0.01 ¹
Época (E)	4.63	< 0.01
Dose (D)	511.51	< 0.01
Interação (H x E)	37.02	< 0.01
Interação (H x D)	21.77	< 0.01
Interação (H x D)	20.76	< 0.01
Interação (H x E x D)	3.22	< 0.01
CV (%)	6.5	< 0.01
Herbicidas	CONTROLE (%)	
tebuthiuron (TEB)	88.8	b ²
ametrina (AME)	55.6	e
diuron (DIU)	69.3	d
etribuzin (MET)	91.4	a
ametrina + clomazone (ACL)	70.2	d
hexazinone (HEX)	50.6	f
diuron + hexazinone (DHE)	90.3	a
diuron + hexazinone + mesotrione (DHM)	86.6	c
Épocas		
15 DAA	74.4	b
30 DAA	76.2	a
60 DAA	75.4	a
Dose		
X/16	53.0	i
X/8	56.7	h
X/4	62.3	g
X/2	66.6	f
X	73.1	e
2X	84.4	d
4X	89.0	c
8X	95.0	b
16X	98.0	a

¹ Valores inferiores a 0,01 indicam diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade.

² Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Fisher, 5%).

Considerando as comparações entre herbicidas entre as épocas de avaliação dentro de cada herbicida se observou que: (i) para (diuron + hexazinone) os valores de controle foram similares nas três épocas (15, 30 e 60 DAA); (ii) No caso do tebuthiuron, o controle foi inferior na última avaliação em relação às anteriores (15 3 30 DAA); (iii) para hexazinone ocorreu o oposto, com o menor valor de controle sendo observado aos 15 DAA, no entanto todos abaixo de 60% de controle e (iv) para diuron a primeira avaliação mostrou valor de controle superior às épocas mais tardia.

Para os demais herbicidas houve diferença estatística entre as três épocas de avaliação sendo que para o ametrina a seqüência foi 60 DAA > 30 DAA > 15 DAA; para metribuzin e (diuron + hexazinone+ mesotrione) 30 DAA > 15 DAA > 60 DAA e, finalmente, para (ametrina + clomazone), 60 DAA > 15 DAA > 30 DAA. Alguns herbicidas mostraram efeitos mais rápidos perdendo eficácia (residual) com o tempo como no exemplo do diuron, enquanto outros foram mais eficientes em avaliações mais tardias (ametrina).

PITELLI (1987) propõe que a cultura tem que ser mantida livre de competição por plantas daninhas até fechamento da cultura, ou pelo período crítico de prevenção a interferência, para que não ocorra competição com a cultura. Para que estes níveis sejam atingidos, na cana-de-açúcar, é de fundamental importância conhecer o poder residual dos herbicidas a ser utilizados.

Diversos são os trabalhos a respeito da competição de plantas daninhas, bem como capim colchão em cana-de-açúcar. KUVA et al., (2003); ROLIM & CHRISTOFFOLETI, 1982, propõe como período crítico de prevenção a interferência (PCPI), em cana planta, variando de 30 à 100 dias, dependendo da(s) espécie(s) infestante, bem como a densidade populacional, entre outros. Para cana soca o PCPI varia entre 150 e 130 dias (50 e 130 dias (KUVA et al., 2000, 2008; PROCÓPIO et al.,2004;).

Os fatores climáticos também são de grande influência na persistência dos produtos (FLINT & WITT, 1997).

Tabela 24. Médias dos valores de controle de *Digitaria nuda* (Acesso 05) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Herbicidas.

Produtos	15 DAA	30 DAA	60 DAA
tebuthiuron	90.3 r a	92.3 r b	84.0 s bc
ametrina	48.2 t e	55.8 s d	62.8 r d
diuron	80.3 r c	63.8 s c	63.8 s d
metribuzin	90.4 s a	96.8 r a	87.0 t ab
ametrina + clomazone	69.3 s d	60.7 t c	80.8 r c
hexazinone	41.4 s f	55.7 r d	55.0 r e
diuron + hexazinone	89.6 r a	92.2 r b	89.3 r a
diuron + hexazinone + mesotrione	85.7 s b	92.7 r b	81.4 t c

¹ Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

O desdobramento das variáveis de épocas de avaliação e doses dos produtos (Tabela 25) revelou que para todas as épocas houve decréscimo do efeito herbicida com a redução da dose, algumas vezes estatisticamente significativas, outras, no entanto não. Aos 15 DAA a dose dezesseis vezes a recomendada foi estatisticamente superior às demais, aos 30 e 60 DAA havendo similaridade estatística entre as duas maiores doses.

Na metade da dose recomendada, não houve diferença estatística entre os valores observados nas três épocas de avaliação. Na doses dezesseis vezes e oito vezes, os índices de controle foram superiores nas duas últimas avaliações em relação à primeira. Na dose quatro vezes da recomendada, houve diferença entre as três épocas de avaliação com os valores decrescendo da primeira para a última. Na dose recomendada e no dobro desta, os valores de controle desta população de *D. nuda* foi superior aos 60 dias em relação às duas épocas anteriores. Na sub-doses (um quarto ou mais) sempre o controle atingido aos 60 DAA foi inferior ao de 15 DAA, mostrando que o herbicida provavelmente perdeu sua atividade residual.

Pode-se observar que os herbicidas com os melhores níveis de controle para a espécie *D. horizontalis* (tebuthiuron, diuron + hexazinone) foram àqueles menos efetivos no controle de *D. nuda*. Esse fato comprova a diferença da sensibilidade da

espécie *D. nuda* aos herbicidas normalmente recomendados para controle de capim-colchão na cana-de-açúcar (DIAS et al., 2007).

Tabela 25. Média dos valores de controle para *Digitaria nuda* (Acesso 05) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Doses dos herbicidas.

Doses	Épocas de Avaliação		
	15 DAA	30 DAA	60 DAA
X/16	59.4 r f	59.9 r f	39.8 s h
X/8	58.8 r f	61.1 s f	50.5 s g
X/4	65.4 r e	61.0 s f	60.5 s f
X/2	66.0 r e	65.3 r e	68.8 r e
X	72.6 s d	70.4 s d	76.4 r d
2X	81.5 s c	82.0 s c	90.0 r c
4X	82.2 t c	89.9 s b	94.9 r b
8X	88.5 s b	97.8 r a	98.8 r a
16X	95.4 t a	98.9 r s a	99.8 r a

[†] Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Analisando o desdobramento das variáveis de herbicidas e doses (Tabela 26), os níveis de 90% foram observados na dose padrão ou acima para tebuthiuron, metribuzin, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione). Para (ametrina + clomazone) foi necessário duas vezes a dose recomendada para atingir o patamar de 90% de controle, para ametrina e diuron, este patamar apenas foi próximo quando se utilizou de oito vezes a dose. Estatisticamente o controle obtido na dose recomendada foi similar ao alcançado por dezesseis vezes (valor máximo), apenas para o metribuzin; para o (diuron + hexazinone), (diuron + hexazinone + mesotrione) e tebuthiuron, foi necessário o dobro da dose, para diuron, (ametrina + clomazone) e ametrina este nível apenas foi atingido com oito vezes a dose recomendada.

Estes resultados mostram que para esta população de *D. nuda* coletada em Boa Esperança do Sul, na dose recomendada tebuthiuron, metribuzin, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione), atingiram níveis de controle acima de 90% na média das três épocas de avaliação. Esses resultados se assemelham aos encontrados

por NICOLAI et al. (2010), mas também se contrapõem as apresentados por DIAS et al. (2005, 2007), que encontraram resultados insatisfatórios de controle.

Isto sugere de forma muito preliminar a existência de diferenças de controle mesmo dentro das espécies, como encontrado por CHRISTOFFOLETI & CAETANO (1998), onde os mesmos demonstram que aplicação rotineira de que 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 intraespecífica de biótipos resistentes aos herbicidas.

Por outro lado, a avaliação do desempenho dos herbicidas dentro de cada dose avaliada mostrou que a dezesseis vezes da dose recomendada todos os produtos produziram níveis de controle acima do hexazinone (89,8), e apresentaram eficácia biológica acima de 90%. Na dose de oito vezes, o herbicida tebuthiuron apresentou controle estatisticamente superior a ametrina e hexazinone e, com exceção deste último, todos apresentaram controle acima de 90%. Na dose quatro vezes, os herbicidas tebuthiuron, metribuzin, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione) apresentaram controles superiores aos dos demais produtos e acima de 90%. O (ametrina + clomazone) foi estatisticamente similar ao (diuron + hexazinone) e também apresentou controle acima de 90%.

Nas subdosagens, nível de controle acima de 90% apenas foi observado para o metribuzin na metade da dose e esta foi estatisticamente superior aos demais produtos.

Na dose de um quarto da recomendada, os controles proporcionados pelo metribuzin, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinona + mesotrione) foram estatisticamente superiores aos demais; na dose um oitavo (diuron + hexazinone) e metribuzin foram superiores e na dose de um dezesseis avos, os valores estatisticamente superiores foram observados para (diuron + hexazinone), (diuron + hexazinone + mesotrione) e metribuzin. Em todas as avaliadas, os herbicidas hexazinone e ametrina apresentaram os piores desempenhos no controle desta população de *D. nuda*.

Tabela 26. Médias dos valores de controle de *Digitaria nuda* (Acesso 05), obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Herbicidas x Doses.

Dose	Herbicidas															
	TEB		AME		DIU		MET		ACL		HEX		DHE		DHM	
X/16	65.0	se	25.4	uf	38.3	tf	74.4	re	41.3	tg	24.2	ud	77.9	rd	68.3	re
X/8	73.8	sd	29.2	vef	50.4	te	80.4	rd	41.3	ug	25.0	xd	82.9	rcd	73.8	sde
X/4	84.0	rc	29.6	vef	50.8	te	86.9	rc	51.7	tf	36.3	uc	86.3	rc	77.5	sd
x/2	86.7	sc	31.7	vef	55.4	te	93.6	rb	60.0	te	37.9	uc	86.3	sc	84.4	sc
X	93.7	rb	39.6	td	66.3	sd	95.3	rab	69.2	sc	38.3	tc	92.8	rb	90.2	rb
2X	99.6	ra	84.8	ub	89.8	tb	98.1	rab	91.3	tb	62.7	vb	96.4	rsab	97.7	sa
4X	98.6	rab	70.8	uc	78.8	tuc	97.1	rab	82.9	std	58.8	vb	95.4	rsab	92.3	rb
8X	99.6	ra	93.3	sa	95.1	rsa	98.3	rsab	96.7	rsa	84.3	ta	97.1	rsab	97.1	rsa
16X	99.8	ra	97.1	ra	99.8	ra	99.8	ra	99.3	ra	89.8	sa	99.3	ra	99.3	ra

Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Para a população de *D. ciliaris* coletada em Santa Lúcia, SP a análise de variância também mostrou efeitos significativos de todas as variáveis estudadas e suas interações (Tabela 27). Na média geral de épocas de avaliação e doses, a (ametrina + clomazone) foi o herbicida que estatisticamente apresentou o melhor desempenho e hexazinone desempenho inferior. O melhor índice de controle foi observado aos 15 DAA e decaiu a cada avaliação. Semelhante ao ocorrido para o acesso 05 (*D. nuda*). A dose recomendada proporcionou controle estatisticamente inferior as maiores dosagens e superiores as sub-dosagens.

No desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de herbicidas e épocas de avaliação (Tabela 28) não foi possível observar nível de controle de 90% ou acima para qualquer dos produtos testados. É importante citar que este desdobramento considera às medias de todas as doses para cada herbicida.

Tabela 27. Valores de F, níveis de probabilidade e médias dos valores das variáveis principais estudadas na comparação de herbicidas no controle de *Digitaria ciliaries* (Acesso 04), provenientes de Santa Lúcia, SP.

Variáveis	F	P
Herbicidas (H)	97.7	< 0.01 ¹
Época (E)	38.2	< 0.01
Dose (D)	2548.1	< 0.01
Interação (H x E)	8.2	< 0.01
Interação (H x D)	24.3	< 0.01
Interação (H x E)	9.4	< 0.01
Interação (H x E x D)	3.5	< 0.01
CV (%)	10.3	< 0.01

Herbicidas	CONTROLE (%)	
tebuthiuron (TEB)	71.4	c ²
ametrina (AME)	70.3	c
diuron (DIU)	63.8	d
metribuzin (MET)	75.0	b
ametrina + clomazone (ACL)	79.1	a
hexazinone (HEX)	58.1	e
diuron + hexazinone (DHE)	74.1	b
diuron + hexazinone + mesotrione (DHM)	65.6	d

Época		
15 DAA	72.5	a
30 DAA	69.0	b
60 DAA	67.4	c

Dose		
X/16	15.8	f
X/8	18.2	e
X/4	31.5	d
X/2	76.1	c
X	87.2	b
2X	98.5	a
4X	99.8	a
8X	100	a
16X	100	a

¹ Valores inferiores a 0,01 indicam diferença estatística entre os tratamentos ao nível de 1% de probabilidade.

² Médias acompanhadas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Fisher, 5%).

O herbicida metribuzin aos 15 DAA e o (ametrina + clomazone) aos 30 e 60 DAA foram estatisticamente superiores aos demais produtos em termos de controle desta população de *D. ciliaris*. Em todas as épocas de avaliação, hexazinone foi o produto com menor eficácia biológica.

Considerando as épocas de avaliação dentro de cada herbicida é possível observar que para *D. ciliares*, as melhores avaliação de controle foram observadas aos 15 DAA, com exceção do (ametrina + clomazone), cujos efeitos foram superiores aos 30 e 60 dias. Os valores observados aos 15 DAA foram estatisticamente superiores às demais épocas para tebuthiuron, ametrina, metribuzin, hexazinone e (diuron + hexazinone + mesotrione) similares aos obtidos aos 30 DAA para diuron e (diuron + hexazinone). Para estes herbicidas as piores avaliações de controle foram observadas aos 60 DAA.

As espécies de capim-colchão testadas são diferentes quanto ao comportamento para alguns herbicidas (DIAS et al., 2004), dessa forma é esperado que o herbicida clomazone praticamente não defira seu comportamento para *Digitaria nuda* ou *Digitaria ciliaris*.

Comparando com outras duas espécies do gênero, *D. ciliaris* aparentemente apresenta resposta mais precoce aos produtos avaliados, estes dados também foram verificados em ensaios de curva dose-resposta conduzidos por NICOLAI et al. (2010), no qual *Digitaria nuda* mostrou uma curva com menor inclinação, enquanto que a *Digitaria ciliaris* responde mais rapidamente ao incremento de dose.

Tabela 28. Médias dos valores de controle de *Digitaria ciliaris* (Acesso 04) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliação x Herbicidas.

Produtos	15 DAA	30 DAA	60 DAA
tebuthiuron	74.5 r b	71.1 s b	68.7 s b
ametrina	76.3 r b	70.6 s b	64.0 t c
diuron	66.5 r d	60.8 s d	64.1 rs c
metribuzin	80.4 r a	72.5 s b	72.0 s b
ametrina + clomazone	73.7 s bc	82.4 r a	81.2 r a
hexazinone	61.4 r e	56.3 s e	56.6 s d
diuron + hexazinone	76.8 r b	73.8 rs b	71.8 s b
diuron + hexazinone + mesotrione	70.7 r c	64.7 s c	61.3 t c

¹ Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Na Tabela 29 estão apresentados os resultados do desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de doses dos herbicidas e épocas de avaliação para *D. ciliaris*. Como todas as populações anteriores, o controle decresceu na medida em que a doses também foram menores. Aos 15, 30 e 60 DAA, na média geral dos herbicidas, valores de controle acima de 90% foram observados com o dobro da dose ou acima e estes valores foram estatisticamente superiores às demais doses.

Na metade da dose recomendada e nas doses superiores não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as três épocas de avaliação, sendo que nas doses recomendadas os resultados de controle observados ficaram inferiores a 90%, independente da espécie. No dobro da dose recomendada e acima, todos os valores de controle suplantaram o limiar de 90% estabelecido nesta discussão. Diferenças entre épocas de avaliação apenas foram observadas em sub-doses dos herbicidas. Com um quarto da dose recomendada o controle verificado aos 15 DAA foi estatisticamente superior aos de 30 e 60 DAA, os quais foram similares. Nas menores doses (um oitavo e um dezesseis avos) houve diferença entre as três doses na seqüência 15 DAA > 30 DAA > 60 DAA.

Tabela 29. Média dos valores de controle para *Digitaria ciliaries* (Acesso 04) obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Épocas de avaliações x Doses dos herbicidas.

Doses	Épocas de Avaliações					
	15 DAA		30 DAA		60 DAA	
X/16	25.6	r e	15.3	s e	6.6	t f
X/8	26.9	r e	17.3	s e	10.3	t e
X/4	36.3	r d	29.5	s d	28.6	s d
X/2	78.0	r c	75.4	r c	74.9	r c
X	88.1	r b	85.4	r b	88.1	r b
2X	98.4	r a	98.4	r a	98.6	r a
4X	99.6	r a	99.8	r a	99.9	r a
8X	100	r a	100	r a	100	r a
16X	100	r a	100	r a	100	r a

¹ Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

O desdobramento dos graus de liberdade das variáveis de herbicidas e doses (Tabela 32) mostrou que os herbicidas metribuzin e ametrina + clomazone proporcionaram controle acima de 90% desta população de *D. ciliaries* com metade da dose e se equiparam estatisticamente com a máxima dose avaliada (dezesseis vezes). Para os herbicidas tebuthiuron, ametrina e (diuron + hexazinone) a dose recomendada obtiveram controle estatisticamente similar às doses superiores, mas para diuron, hexazinona e (diuron + hexazinone + mesotrione) foi necessário o dobro da dose.

Níveis de controle acima de 90% na dose recomendada foram observados para os herbicidas ametrina e (diuron + hexazinone). Estes níveis foram alcançados com a metade da dose para tebuthiuron, metribuzin e (ametrina + clomazone). Para os demais herbicidas avaliados (diuron + hexazinone + mesotrione), diuron hexazinone foi necessária a duplicação da dose para conseguir este valor.

No dobro da dose recomendada e acima, não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de controle proporcionados pelos herbicidas avaliados. Na dose recomendada, os herbicidas (ametrina + clomazone), (diuron + hexazinone), metribuzin, tebuthiuron e ametrina apresentaram avaliações de controle acima de 90%

e foram estatisticamente superiores aos valores observados para os outros herbicidas. Na metade da dose recomendada o valor determinado para o (ametrina + clomazone) foi estatisticamente superior aos demais, exceto metribuzin. Em termos de valor de controle, estes dois produtos e (diuron + hexazinone) e tebuthiuron suplantaram 90% de eficácia biológica.

Nas sub-doses de um quarto e um oitavo o controle efetuado pelo (ametrina + clomazone) suplantou os demais e na dose de um dezesseis avos foi similar aos herbicidas metribuzin, (diuron + hexazinone) e diuron. Nestas três doses mais baixas não foi verificado qualquer valor de controle de 90% ou acima.

Aparentemente, esta população de *D. ciliaris* apresenta um perfil de resposta aos herbicidas diferente das demais populações estudadas, mostrando diferenças na susceptibilidade aos herbicidas avaliados em respostas mais precoces às ações destes produtos.

Tabela 30. Médias dos valores de controle de *Digitaria ciliares* (Acesso 04), obtidas no desdobramento dos graus de liberdade das variáveis: Herbicidas x Doses.

Doses	Herbicidas															
	TEB		AME		DIU		MET		ACL		HEX		DHE		DHM	
X/16	7.5	se	17.1	rc	18.8	rd	21.7	rc	22.5	rd	8.8	se	21.3	rd	9.2	se
X/8	15.8	tud	13.3	uvc	15.8	tud	19.2	stc	34.2	rc	10.0	ve	21.7	sd	15.4	tuvd
X/4	31.3	tc	18.8	uc	34.6	stc	38.3	sb	56.7	rb	17.5	ud	33.8	stc	20.8	ud
X/2	90.3	rsb	89.0	tb	56.7	ub	95.8	rsa	98.6	ra	25.8	vc	90.4	tsb	62.1	uc
X	98.0	ra	95.3	ra	53.8	vb	99.8	ra	100	ra	63.3	ub	99.8	ra	87.5	tb
2X	100	ra	99.3	ra	96.0	ra	100	ra	100	ra	97.3	ra	100	ra	95.2	ra
4X	100	ra	100	ra	98.7	ra	100	ra	100	ra	99.8	ra	100	ra	99.8	ra
8X	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra
16X	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra	100	ra

Letras semelhantes não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Fisher (5%). As letras de **a** até **h** comparam as médias dentro das colunas e as letras de **r** até **x** comparam as médias dentro das linhas.

Nas Tabelas 31 a 33 estão apresentados parâmetros das curvas sigmoidais que se ajustaram ao modelo de resposta à *D. horizontalis*, acessos: 01 – Ribeirão Preto; 02 – Cruz das Posses; 06 – Sementes AgroCosmos, bem como os valores do coeficiente de determinação GR₅₀ e GR₉₀ para os herbicidas avaliados.

Houve diferenças entre os valores encontrados para os diferentes acessos de *D. horizontalis*. O acesso que mostrou maior sensibilidade aos herbicidas em geral foi o acesso 02, proveniente do município de Cruz das Posses, SP, em que os herbicidas tebuthiuron, metribuzin, (ametrina + clomazone), (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione, em qualquer dose permitiu estimativa de controle acima de 50% e não apresentaram GR₅₀. Para o acesso 01 esta situação apenas ocorreu com o herbicida MET e para o acesso 06 para (ametrina + clomazone). Os valores da GR₅₀ para o acesso 02 foram bastante inferiores aos acessos 01 e 06, para ametrina, diuron e hexazinone, novamente evidenciando a maior susceptibilidade deste acesso coletado em Cruz das Posses. É interessante destacar que havia a expectativa de que o acesso 06 tivesse maior susceptibilidade, pois é produzido numa fazenda de produção de sementes de plantas daninhas, sem qualquer pressão seletiva de herbicidas que possam controlar esta espécie (Sementes AgroCosmos).

Quando se comparam os valores do GR₅₀ entre os acessos 01 e 06 observam-se valores próximos para tebuthiuron, ametrina, diuron e (diuron + hexazinone), mas os valores observados para os herbicidas hexazinone e (diuron + hexazinone + mesotrione) foram maiores para o acesso 01 em relação ao acesso 06. Estes resultados mostram que há variabilidade genética dentro da população de *D. horizontalis*, quando se comparam os acessos utilizados neste experimento.

Outra constatação importante é que para *D. horizontalis* todos os valores de GR₅₀ foram observados com frações da dose recomendadas, não indicando qualquer evidência de resistência à estes herbicidas nesta espécie.

Todos os produtos apresentaram valores de GR₉₀ para os três acessos de *D. horizontalis*. O acesso 01 mostrou forte evidência de tolerância ao hexazinone uma vez que para atingir o GR₉₀ foi necessária a multiplicação da dose recomendada por 2,16

vezes. Este comportamento não foi observado para os acessos 02 e 06 que atingiram os valores do GR₉₀ com frações de dose recomendada.

Tabela 31- Valores de GR₅₀ e GR₉₀, e suas respectivas doses efetivas para controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 01). Ribeirão Preto, SP.

Produtos	R²	GR₅₀	Dose	GR₉₀	Dose
tebuthiuron	0.98	0.190	190	0.460	460
ametrina	0.99	0.420	1050	0.858	2145
diuron	0.99	0.180	432	0.284	681.6
metribuzin	0.95	-----	-----	0.255	244.8
ametrina + clomazone	0.98	0.234	585	0.830	2075
hexazinone	0.98	0.639	239.6	2.162	810.8
diuron + hexazinone	0.99	0.299	448.5	0.488	732
diuron + hexazinone + mesotrione	0.99	0.351	315.9 + 11.8	0.517	465.3 + 17.3

Tabela 32- Valores de GR₅₀ e GR₉₀, e suas respectivas doses efetivas para controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 02). Cruz das Posses, SP.

Produtos	R²	GR₅₀	Dose	GR₉₀	Dose
tebuthiuron	0.98	-----	-----	0.430	430
ametrina	0.99	0.130	325	0.580	1450
diuron	0.99	0.093	223.2	0.580	1392
Metribuzin	0.99	-----	-----	0.377	361.9
ametrina + clomazone	0.99	-----	-----	0.323	807.5
hexazinone	0.95	0.112	42	0.808	303
diuron + hexazinone	0.98	-----	-----	0.249	373.5
diuron + hexazinone + mesotrione	0.99	-----	-----	0.399	359.1 + 13.4

Tabela 33- Valores de GR₅₀ e GR₉₀, e suas respectivas doses efetivas para controle de *Digitaria horizontalis* (Acesso 06). Sementes AgroCosmos.

Produtos	R ²	GR ₅₀	Dose	GR ₉₀	Dose
tebuthiuron	0.99	0.148	148	0.284	284
ametrina	0.99	0.487	1217.5	0.819	2047.5
diuron	0.99	0.208	499.2	0.402	964.8
metribuzin	0.99	0.122	117.1	0.264	253.4
ametrina + clomazone	0.96	-----	-----	0.166	415
hexazinone	0.97	0.203	76.1	0.277	103.9
diuron + hexazinone	0.99	0.147	220.5	0.279	418.5
diuron + hexazinone + mesotrione	0.99	0.124	111.6 + 4.3	0.388	349.2 + 13.1

Comparando os acessos de *D. horizontalis*, os maiores valores de dose para atingir o GR₅₀ foi de ametrina para o acesso 01 (excluindo-se o hexazinone, por motivos já comentado), hexazinone para o acesso 02 e ametrina, hexazine e diuron para o acesso 06. Dentro de cada herbicida o acesso 06 mostrou maior susceptibilidade ao tebuthiuron (ametrina + clomazone), hexazinone. O acesso 02 mostrou maior susceptibilidade para o herbicida ametrina e o acesso 01 para diuron.

Com exceção do hexazinone para o acesso proveniente de Ribeirão Preto, SP, *D. horizontalis* mostrou controle no crescimento acima de 90% para os três acessos com relação aos herbicidas avaliados.

Dentre as populações de *D. nuda* (Tabelas 34 e 35), o acesso 05 proveniente do município de Boa Esperança do Sul, SP mostrou maior susceptibilidade geral aos herbicidas em relação ao acesso 03 proveniente de Santa Lúcia, SP. Nas doses estudadas os herbicidas tebuthiuron, metribuzin, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione) sempre proporcionaram, acima de 50% de redução, do crescimento das plantas deste acesso. No entanto dentro deste mesmo acesso de Boa Esperança do Sul não foi possível atingir 50% de controle com frações da dose recomendada e foi necessária a multiplicação da mesma por 1,39 e 1,76 para ametrina e hexazinone, respectivamente. Para o acesso 03 esta situação não foi observada para qualquer herbicida, evidenciando variabilidade na susceptibilidade intrapopulacional.

Quando são avaliados os dados da GR_{90} é possível observar maior tolerância de *D. nuda* pelos herbicidas ametrina, diuron, (ametrina + clomazone) e hexazinone em ambos os acessos e para metribuzin e (diuron + hexazinone + mesotrione) apenas para o acesso 03. O acesso 05 mostrou maior susceptibilidade geral em relação ao 03, embora fosse o que requereu maior fator de multiplicação de todo o teste 19,2 vezes para o herbicida hexazinone. O acesso 05 mostrou maior susceptibilidade em relação ao 03, para tebuthiuron, diuron, metribuzin, (diuron + hexazinone) e (diuron + hexazinone + mesotrione). Com relação aos outros produtos o acesso 03 foi mais susceptível.

O acesso estudado de *D. ciliaris* (Tabela 36) mostrou necessidade de multiplicação da dose de diuron (2,12 vezes) e de hexazinone (1,54 vezes) para atingir 90% de redução do crescimento. Para os demais herbicidas este valor foi atingido com fracionamento das doses indicando susceptibilidade. Nesta espécie, o GR_{50} foi atingido com fracionamento da dose recomendada para todos os herbicidas.

Tabela 34. Valores de GR_{50} e GR_{90} , e suas respectivas doses efetivas para controle de *Digitaria nuda* (Acesso 03). Gavião Peixoto, SP.

Produtos	R ²	GR ₅₀	Dose	GR ₉₀	Dose
tebuthiuron	0.98	0.388	388	0.876	876
ametrina	0.99	0.795	1987.5	3.480	8700
diuron	0.99	0.965	2316	6.100	14640
metribuzin	0.98	0.362	347.5	1.930	1852.8
ametrina + clomazone	0.99	0.503	1257.5	1.379	3447.5
hexazinone	0.98	0.877	328.9	4.080	1530
diuron + hexazinone	0.98	0.339	508.5	0.865	1297.5
diuron + hexazinone + mesotrione	0.98	0.349	314.1 + 11.7	1.864	1677.6 + 62.6

Tabela 35. Valores de GR₅₀ e GR₉₀, e suas respectivas doses efetivas para controle de *Digitaria nuda* (Acesso 5). Boa Esperança do Sul, SP.

Produtos	R ²	GR ₅₀	Dose	GR ₉₀	Dose
tebuthiuron	0.96	-----	-----	0.526	526
ametrina	0.98	1.394	3485	5.360	13400
diuron	0.98	0.274	657.6	3.720	8928
metribuzin	0.98	-----	-----	0.338	324.5
ametrina + clomazone	0.99	0.275	687.5	2.891	7227.5
hexazinone	0.96	1.763	661.1	19.200	7200
diuron + hexazinone	0.94	-----	-----	0.689	1033.5
diuron + hexazinone + mesotrione	0.95	-----	-----	0.998	898.2 + 33.5

Tabela 36. Valores de GR₅₀ e GR₉₀, e suas respectivas doses efetivas para controle de *Digitaria ciliaris* (Acesso 04). Santa Lúcia, SP.

Produtos	R ²	GR ₅₀	Dose	GR ₉₀	Dose
tebuthiuron	0.99	0.317	317	0.501	501
ametrina	0.99	0.386	965	0.505	1262.5
diuron	0.96	0.568	1363.2	2.118	5083.2
metribuzin	0.99	0.291	279.4	0.435	417.6
ametrina + clomazone	0.99	0.218	545	0.410	1025
hexazinone	0.99	0.825	309.4	1.537	576.4
diuron + hexazinone	0.99	0.324	486	0.496	744
diuron + hexazinone + mesotrione	0.99	0.437	393.3 + 14.7	0.917	825.3 + 30.8

Na comparação das espécies estudadas, os resultados mostram que *D. horizontalis* é a mais susceptível aos herbicidas inibidores do Fotossistema - II e associações com inibidores de carotenóides, enquanto *D. nuda* é a mais tolerante, ficando *D. ciliaris* numa posição intermediária. Estes resultados podem corroborar que a inconsistência de resultados de controle de capim-colchão com estes herbicidas pode ser decorrente da variação específica, muitas vezes não identificada pela semelhança morfológica das plantas. Para qualquer ingerência sobre resistência seria necessário o histórico do controle químico da área, dados não disponibilizados pelas proprietárias das áreas amostradas.

5. CONCLUSÕES

Nas condições de execução da presente pesquisa, ou seja, nas regiões e municípios amostrados na cultura de cana-de-açúcar, acessos de *Digitaria* spp, herbicidas avaliados e metodologia experimental adotada, e considerando que *Digitaria insularis* não foi incluída neste estudo devido sua distinção morfológica, foi possível concluir que:

- As espécies do gênero *Digitaria* que predominam na área canavieira do centro – oeste paulista são *Digitaria horizontalis*, *Digitaria nuda* e *Digitaria ciliaris*;
- Há variabilidade de resposta aos herbicidas entre estas espécies sendo *D. horizontalis* mais susceptível e *D. nuda* a mais tolerante;
- Há grande diferença na ação biológica dos herbicidas testados especialmente nas populações de *D. nuda* e *D. ciliaris*.
- *D. nuda* mostrou tolerância para os herbicidas amtrina, diuron (ametrina + clomazone) e hexazinone em ambos os acessos e para metribuzin e (diuron + hexazinone + mesotrione) apenas para o um deles.
- O acesso estudado de *D. ciliaris* mostrou tolerância ao diuron e hexazinone.
- Para *D. horizontalis* apenas o acesso 01 (Boa Esperança do Sul) necessitou dose de hexazinone acima da recomendada para atingir 90% de controle.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZANIA, C. A. M. et al. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 465-490.

BARTELS, P. G. Effects of herbicides on chloroplast and cellular development. In: DUKE, S. O. **Weed Physiology**, vol. II. Boca Raton: CRC Press Inc., 1985. p.64-91.

BLANCO, H. G. - A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, 38(10): 343-50, 1972.

CANTO-DOROW, T. S. **Digitarias do grupo “capim colchão ou milhã” ocorrentes no Brasil**. Disponível em: <http://www.hrac-br.com.br>. Acesso em: 15 abril de 2005.

CANTO-DOROW, T. S. **O gênero *Digitaria* Haller (Poaceae - Panicoideae - Poniceae) no Brasil**. 2001b. 386 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

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.

CARLISLE, S. M.; TREVORS, J. T. Glyphosate in the environment. **Water Air Soil Poll.**, n.39, p.409-420, 1988.

CARVALHO, F. T.; CASTRO, R. M.; PEREIRA, F. A. R. Controle de dez espécies daninhas em cana-de-açúcar com o herbicida mesotrione em mistura com ametryn e metribuzin. **Planta Daninha**. v.28, no.3, 2010.

CARVALHO, S. J. P. et. al. Suscetibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, v.24, n.3, p.541-548, 2006.

CARVALHO, S. J. P. et. al. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, v.23, n.3, 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. **An.Técnico Inst. Pesq. Zoot.** “Francisco Osório”, v. 8, p. 171-315, 1981.

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: II Simpósio de Tecnologia de Produção de Cana-de-Açúcar, 2008, Piracicaba. **Palestras...** Piracicaba : ESALQ/POTAFOS, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Londrina: Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), p. 3-22, 2004.

CHRISTOFFOLETI, P. J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Scientia Agricola**, 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. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo de herbicidas para a cultura da soja. In: CÂMARA, G.M.S. (editor). **Tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique, p.121-138, 1998.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; CAETANO, R.S.X. Soil seed banks. **Scientia agricola**, v.55, n.esp, p.74-78,1998.

COLETI, J. T. COLETI, J. T.; CAVALCANTI JR., N.; NEME, L. H.; DE PAULA, J.; ALBINO, F. E. Brachiaria pode provocar sérios danos nos canaviais. **Inf. Coopercitrus**, n. 132, p. 34-35, 1977.

CONSTANTIN, J. et al. Avaliação de períodos de controle das plantas daninhas sobre o crescimento e produtividade da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 19., 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: 1993. p. 50-52.

DAN HESS, F. Mode of action of photosynthesis inhibitors. In: PURDUE UNIVERSITY. **Herbicide Action Course**. West Lafayette: Purdue University, 1994b. p, 85-102.

DIAS, A. C. R.; 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**, v. 25, n. 2, p. 489-499, 2007.

DIAS, N. M. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; TORNISIELO V. L. Identificação taxonômica de espécies de capim-colchã infestantes da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo eficácia de herbicidas no controle de *Digitaria nuda*. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 389-396, 2005.

DIAS, N. M. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; TORNISIELO, V. L. Curvas de dose-resposta de espécies suscetível e tolerante de capim-colchão (*Digitaria* spp.) aos herbicidas imazapyr, tebuthiuron, ametrina e metribuzin. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBCPD, 2004.

DIAS, N. M. P.; REGITANO, J. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Absorção e translocação do herbicida diuron por espécies suscetíveis e tolerantes de capim-colchão (*Digitaria* spp.). **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.293-300, 2003.

FLINT, J. L., WITT, W. Microbial degradation of imazaquin and imazethapyr. **Weed Sci.**, v. 45, p. 586-591, 1997.

FREITAS, S. P.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, M. A. N. Efeitos de resíduos da suinocultura sobre a atividade do diuron aplicado ao solo. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 45, n. 262, p. 491-504, 1998.

FRANCONERE, R. Mercado de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar. 2010. 54 f. **Dissertação** (Mestrado em Agroenergia) - Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2010.

GAZZIERO, L. P., BRIGHENTI, A. M., MACIEL, C. D., CHRISTOFFOLETI, P. J.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Resistência de amendoim - bravo aos herbicidas inibidores da enzima ALS1. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 117-125, 1998.

GRACIANO, P. A. Interferência e manejo de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) intercaladas com feijão (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* L. Walp.). 1989. 184 f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1989.

GRACIANO, P. A.; BARBOSA, G. V. S. Efeitos da matocompetição sobre a cultura da cana-de-açúcar – variedade Co 997. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16, 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBHDE, 1986. p. 16.

GRACIANO, P. A.; RAMALHO, J. F. G. P. Efeito da matocompetição na cultura da cana-de-açúcar. **STAB**, v. 1, n. 5, p. 22-24, 1983.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J. P. R. G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametryn. **Planta Daninha**, v. 22, p. 419-427, 2004.

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.

INOUE, M. H. et al. Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. **Acta Sci.** v. 30, supl., p. 631-638, 2008.

INOUE, M. H.; SANTIN, A. J.; DALLACORT, R.; POSSAMAI, A. C. S.; SANTANA, D. C. Performance de associações de herbicidas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Rev. bras. de Herbicidas**, v.6, n.2, p.32-41, 2007.

KAJINO, H. S.; STIEGELMEIER, E. W.; OLIVEIRA, V. A.; KARAM, D. EVOLUÇÃO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS. **Proceedings of the 9th Brazilian Conference on Dynamics Control and their Applications**. Serra Negra, SP, 255p.

KISSMANN, K. G. **Plantas Infestantes e Nocivas** – Tomo I: Plantas inferiores e monocotiledôneas. São Bernardo do Campo. Editora BASF, p. 824, 1997.

KRUSE, N. D., VIDAL, R. A. e TREZZI, M. M. Curvas de resposta e isoblograma como forma de descrever a associação de herbicidas inibidores de fotossistema II e da síntese de carotenóides. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 579-587, 2006.

KUVA, M. A.; FERRAUDO, A. S.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; e SALGADO, T. P. Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema de cana-crua. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 549-557, 2008.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; e 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, n.1, p.37-44, 2003.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; e ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana de-açúcar. II - Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Panta Daninha**, v. 19, n. 3, p. 323-330, 2001.

KUVA, M. A.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.18, n.2, p.241-251, 2000.

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R. Curvas dose-resposta em espécies de plantas daninhas com o uso do herbicida glyphosate. **Bragantia**, v.63, n.1, p.73-79, 2004.

LADLIE, J. S. **Guide to herbicide injury symptoms in soybean with “look-alike” symptoms**. Hollamdale: Agri- Growth Research, 1991. 86 p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 6 ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2006. 339p.

MACIEL, C. D. G.; VELINI, E. D.; CONSTANTIN, J.; JARDIM, C. E.; BERNARDO, R. S., FONSECA, P. P. M.; BARELA, J. D.; OLIVEIRA, J. S. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametrine e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. . **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 665-676, 2008.

MACIEL, C. D. G.; VELINI, E. D. Simulação do caminhamento da água da chuva e herbicidas em palhadas utilizadas em sistemas de plantio direto. **Planta Daninha**, v. 23, p. 471- 481, 2005.

MEDEIROS, D. Efeitos da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) sobre o manejo de plantas daninhas e dinâmica do banco de sementes. 2001. 126 f. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2001.

NICHOLLS, P. H. Factors influencing entry of pesticides into soil water. **Pest. Sci.**, n.22, p.123-137, 1988.

NICOLAI, M.; FIGUEIREDO, M. R. A.; ANDREOTTI, F.; MELO, M. S. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; CAMPOS, L. H. F.; GIUSTI, C. F. Determinação de doses ótimas de controle do herbicida amicarbazone associado a clomazone e tebuthiuron por meio de curvas dose-resposta – *Digitaria* ssp. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010.

NOVO, M. C. S. S. et al. Persistência de isoxaflutole em solo argiloso cultivado com batata. **Arq. Inst. Biol.**, v. 70, n. 3, p. 320-325, 2003.

OLIVEIRA JR., R. S.; MARCHIORI JR. O.; CONSTANTIN, J. e INOUE, M. H. Influência do período de restrição hídrica após a aplicação na atividade residual no solo do isoxaflutole. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 733- 740, 2006.

OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J. Plantas daninhas e seu manejo. Guaíba: **Agropecuária**, 2001. 362p.

PALHANO, M.G.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M. R.; VELINI, E. D.; PERIM, L.; CAMPANA, E. F. Eficácia dos herbicidas trifluralin e hexazinone para controle de plantas daninhas monocotiledôneas. CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010.

PETERSON, D. E. The impact of herbicide-resistant weeds on Kansas agriculture. **Weed Technol.**, v. 13, 1999. 632-635p.

PITELLI, R. A. & PAVANI, M. C. M. P. D. Feralidade e transgênese. In: BORÉM, A. **Biotecnologia e Meio Ambiente**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2005. p. 363-384.

PITELLI, R. A.; KUVA, M. A. Dinâmica de populações de plantas daninhas e manejo da resistência aos herbicidas e seleção de flora. In: CURSO DE RECOMENDAÇÕES BÁSICAS DE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS E RESISTÊNCIA AOS HERBICIDAS, 1998, Piracicaba. **Curso**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", p.1-46, 1998.

PITELLI, R. A. Weed-soybean interference studies in Brazil. In: COOPING, L.G.; GREEN, M.B.; REES, R.T. **Pest Management in Soybean**. London, Elsevier Publishers Ltd., 1991. p.282-289.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, Piracicaba, 1986. **IPEF - Série Téc.**, v.4, n.12, p.25-35, 1987.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p.16-27, 1985.

PITELLI, R. A. Manejo Integrado de Plantas Daninhas. In: BRASIL, Editora do CREA-SP (Ed.). **Controle Integrado de Plantas Daninhas**. São Paulo, CREA-SP, 1982. p. 27-41.

PRATA, F. LAVORENTI, A. REGITANO, J. B. TORNISIELO, V. L. Degradação e adsorção de diuron em solos tratados com vinhaça. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas. v. 24, n. 1, p. 217-223, 2000.

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, p. 397-452. 2004.

PROCÓPIO, S. O. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **Viçosa, MG**: 2003. 150 p.

POWLES, S. B.; 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.; FERREIRA, F. A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa, MG. 150 p, 2003.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. In: **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: 2005. 592 p.

RODRIGUES, B. N. Influência da cobertura morta no comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone. **Planta Daninha**, v. 11, n. 1, p. 21-28, 1993.

ROLIM, J. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Período crítico de competição de plantas daninhas com cana planta de ano. **Saccharum APC**, v. 5, n. 22, p. 21-26, 1982.

SEEFELDT, S. S.; JENSEN, J. E.; FUERST, E. P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. **Weed Technology**, v.9, n.2, p.218-225, 1995.

SHAW, W. C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed Science**, 30(supl. 1): 2-12, 1982.

SIMONI, F.; VICTORIA FILHO, R.; SAN MARTIN, H. A. M.; SALVADOR, F. L.; ALVES, A. S. R.; BREMER NETO, H. Eficácia de imazapic e sulfentrazone sobre *Cyperus rotundus* em diferentes condições de chuva e palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 24, p.769-778, 2006.

SPRANKLE, P.; MEGGITT, W. F.; PENNER, D. Absorption, mobility, and microbial degradation of glyphosate in the soil. **Weed Sci.**, v.23, n.3, p.229-234, 1975.

TOLEDO, R. E. B. Front, Herbicida único para cana-de-açúcar. In: **Palestra** apresentada no Herbishow. 2011. Ribeirão Preto-SP. Daso não publicados.

TOLEDO, R. E. B.; FORLIVIO, D. M.; PAVANI, M. C. M. D.; MARTINS, J. V. F. MATHEUS, P.; DINARDO, D.; HOTTA, F. K.; MONTEIRO, A. P.; CORTE, J. C. STASIEVSKI, A. S.; GIMENES, R. Levantamento e identificação das espécies de capim-colchão nas diferentes populações de plantas daninhas presentes em talhões de cana-de-açúcar na região de Piracicaba, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25, 2006. Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2006. p. 25.

TOLEDO, R. E. B. et al. Controle de *Digitaria nuda* e seletividade para cultura da cana-de-açúcar do herbicida Dinamic (amicarbazone). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBCPD, 2004.

VELINI, E. D. et al. Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das principais espécies de plantas daninhas gramíneas desta cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 2000. p.15.

VICTORIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, v. 1, n. 1, p. 32-37, 2004.

VIVIAN, R.; SENA, J. A. D.; ALVES, P. L. C. A. Persistência de sulfentrazone em argissolo vermelho-amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.741-750, 2007.

WEHTJE, G.; DICKENS, R.; WILCUT, J. W. Sorption and mobility of sulfometuron and imazapyr in five Alabama soils. **Weed Sci.**, v.35, p.858. 1987.

ZIMDHAL, R. L **Fundamentals of weeds**. 2. ed. Fort Collins. Academic Press. 1999. 556p.

D
I
S
S.
/
L
U
C
I
O

F.
R.

2
0
1
1