

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Aspectos da emergência, crescimento inicial e suscetibilidade a herbicidas utilizados em cana-de-açúcar de *Merremia cissoides* (Lam.) Hall. f., *Neonotonia wightii* (Am.) Lackey e *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy

Luiz Henrique Franco de Campos

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2011**

Luiz Henrique Franco de Campos
Bacharel em Ciências Biológicas

Aspectos da emergência, crescimento inicial e suscetibilidade a herbicidas utilizados em cana-de-açúcar de *Merremia cissoides* (Lam.) Hall. f., *Neonotonia wightii* (Am.) Lackey e *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy

Orientador:
Prof. Dr. **PEDRO JACOB CHRISTOFFOLETI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Campos, Luiz Henrique Franco de

Aspectos da emergência, crescimento inicial e suscetibilidade a herbicidas utilizados em cana-de-açúcar de *Merremia cissoides* (Lam.) Hall. f., *Neonotonia wightii* (Am.) Lackey e *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy. - - Piracicaba, 2011.

107 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.
Bibliografia.

1. Biologia 2. Cana-de açúcar 3. Germinação 4. Herbicidas 5. Palhas 6. Plantas daninhas - Controle I. Título

CDD 633.61
C198a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais, Adejair e Aparecida,
as minhas filhas, Luiza e Lorena
e a minha querida esposa, Alessandra

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- À Deus pela minha existência e à minha família (Alessandra, Luiza e Lorena), por me darem todo apoio, dedicação, companhia e paciência durante os períodos mais importantes do mestrado;
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, em especial ao Departamento de Produção Vegetal, pela oportunidade concedida para realização deste trabalho;
- Ao Professor Dr. Pedro Jacob Christoffoleti pela orientação, amizade, colaboração, oportunidade e pelas suas contribuições à minha formação profissional;
- Ao meu amigo Professor Dr. Saul Jorge Pinto de Carvalho pelo companheirismo, auxílio na escrita da dissertação e conhecimento passados sobre a área de estatística e experimentação;
- Ao meu amigo Engenheiro Agr. Dr. Marcelo Nicolai pelo auxílio e companheirismo e auxílios durante o todo o período do mestrado;
- À minha querida esposa Alessandra Zanzirolimo de Campos, por toda a dedicação, companhia e paciência durante os períodos mais importantes do mestrado;
- Aos amigos, Engenheiros Agrônomos, Marcell Sereguin Cabral Melo e Flávio Eduardo Botelhos Obara por todo o companheirismo e auxílio nos experimentos;
- À Usina Iracema pela oportunidade concedida em poder fazer este trabalho na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz";
- À Luciane Aparecida Lopes por todo auxílio, dedicação e paciência nas questões administrativas.

- À Eng^a. Agr^a. M.Sc. Ana Carolina Ribeiro Dias, pelo auxílio junto aos ensaios e análises estatísticas;

- Aos meus pais (Adejair e Aparecida), por me darem todo apoio, estarem sempre presentes e pelas valiosas conversas e ensinamentos ao longo da minha vida;

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO	13
Referências	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1 Cana-de-açúcar	17
2.2 Interferência das plantas daninhas na cana-de-açúcar	19
2.3 Sistema de cana crua no manejo de plantas daninhas	23
2.4 Fatores ligados à emergência das plantas daninhas em cana crua	24
2.5 Características da espécie <i>Merremia cissoides</i>	28
2.6 Características da espécie <i>Neonotonia wightii</i>	29
2.7 Características da espécie <i>Stizolobium aterrimum</i>	29
2.8 Controle químico de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar	31
Referências	34
3 EMERGÊNCIA DE <i>Merremia cissoides</i> , <i>Neonotonia wightii</i> E <i>Stizolobium aterrimum</i> SOB DIFERENTES PROFUNDIDADES DE SEMEADURA E QUANTIDADES DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR	41
Resumo	41
Abstract	42
3.1 Introdução	42
3.2 Material e Métodos	45
3.3 Resultados e Discussão	47
3.4 Conclusões	55
Referências	56
4 CURVA DE CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Merremia cissoides</i> , <i>Neonotonia wightii</i> E <i>Stizolobium aterrimum</i>	61
Resumo	61
Abstract	62

4.1 Introdução	62
4.2 Material e Métodos	64
4.3 Resultados e Discussão	67
4.4 Conclusões	77
Referências	78
5 SUCETIBILIDADE DIFERENCIAL DE TRÊS PLANTAS DANINHAS (<i>Merremia</i> <i>cissoides</i> , <i>Neonotonia wightii</i> E <i>Stizolobium aterrimum</i>) À DIFERENTES HERBICIDAS UTILIZADOS EM CANA-DE-AÇÚCAR	
Resumo	81
Abstract	82
5.1 Introdução	82
5.2 Material e Métodos	85
5.3 Resultados e Discussão	88
5.4 Conclusões	101
Referências	101
6 CONCLUSÕES GERAIS	107

RESUMO

Aspectos da emergência, crescimento inicial e suscetibilidade a herbicidas utilizados em cana-de-açúcar de *Merremia cissoides* (Lam.) Hall. f., *Neonotonia wightii* (Am.) Lackey e *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy

A área de produção da cana-de-açúcar colhida mecanicamente sem a queima da palhada tem crescido consideravelmente nas últimas décadas, causando algumas alterações, selecionando algumas espécies de plantas daninhas por emergirem com facilidade sob a palha. Porém poucos estudos científicos têm sido conduzindo para elucidar este incremento na incidência. Assim sendo, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar: emergência de *Merremia cissoides* (Lam.) Hall. f., *Neonotonia wightii* (Am.) Lackey e *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy sob diferentes quantidades de palha e alocação das sementes em relação à camada de palha de cana-de-açúcar (profundidade); crescimento inicial das três espécies; e susceptibilidade diferencial aos herbicidas amicarbazone, imazapic e sulfentrazone. Os experimentos de emergência e de crescimento inicial foram desenvolvidos em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP. O trabalho de susceptibilidade a herbicidas foi desenvolvido em área pertencente à Usina São Martinho S/A, no município de Iracemápolis – SP, com os herbicidas amicarbazone, imazapic e sulfentrazone, por meio de curvas de dose-resposta, onde foram aplicadas oito doses de cada herbicida, em pré-emergência. As doses utilizadas foram: 8D, 4D, 2D, D, 1/2D, 1/4D, 1/8D e testemunha sem aplicação; sendo D a dose recomendada de amicarbazone (1.200 g ha^{-1}), ou de imazapic (147 g ha^{-1}), ou de sulfentrazone (800 g ha^{-1}). A emergência das plântulas foi verificada semanalmente até 21 dias após a semeadura (DAS). Ocorrendo maior emergência das espécies *Merremia cissoides* e *Neonotonia wightii* nas parcelas sem a camada de palha, e em menores profundidades de alocação das sementes no solo (35,4 e 49 %), demonstrando que apesar de serem plantas daninhas de alta incidência nas áreas de cana colhida sem queima prévia da palha, possuem sua emergência afetada pelas condições de palha e profundidade da semente no solo. Para a espécie *S. aterrimum*, não houve efeito de nenhum dos tratamentos, indicando ser uma planta altamente adaptada para as condições de colheita mecanizada e profundidade de alocação das sementes (87,5%). Para o ensaio de crescimento, foi observada a elevada capacidade que a planta daninha *S. aterrimum* possui em produzir fitomassa (25 g planta^{-1}). A variável área foliar (*Af*) acompanhou o ganho de massa pela parte aérea, para as três espécies estudadas, contudo, próximo do final do experimento, apresentou estabilização da massa seca da parte aérea (*Ma*), sendo que *S. aterrimum* apresentou maior taxa de crescimento inicial e acúmulo de massas seca total, além do maior acúmulo de área foliar (*Af*). A espécie *N. wightii* apresentou crescimento inicial lento quando comparada com as outras espécies estudadas. Os níveis de controle indicaram que os herbicidas amicarbazone, sulfentrazone e imazapic controlaram as espécies *M. cissoides* e *N. wightii* (379 , 814 e 152 g ha^{-1}) para C80, porém na espécie *S. aterrimum*, somente o herbicida amicarbazone controlou adequadamente (1681 g ha^{-1}), portanto foi à espécie de maior dificuldade de controle, dentre as espécies estudadas neste trabalho.

Palavras-chave: Biologia; Germinação; Palha; Controle; Mucuna-preta; Soja perene

ABSTRACT

Aspects of the emergence, initial growth and sugarcane herbicides susceptibility of *Merremia cissoides* (Lam.) Hall. f., *Neonotonia wightii* (Am.) Lackey e *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy

The production area of sugar cane for the mechanical harvest of raw cane has grown in recent decades, causing some changes, predominating some species in the culture system of raw cane because they can easily emerge under the straw. But few scientific studies have been conducted to elucidate the increased incidence. Therefore, this study was conducted to evaluate the germination and emergence of *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* and *Stizolobium aterrimum* under different amounts of straw and seed placement in respect to the layer of sugar cane strow; evaluate the initial growth three species and their differential susceptibility to amicarbazone, imazapic and sulfentrazone. The experiments of emergency and early growth were developed in a green house of Plant Production Department, Agriculture School "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP. The work of susceptibility was developed in an area owned by Usina São Martinho SA, in Iracemópolis – Brazil, with herbicides amicarbazone, imazapic and sulfentrazone, by dose-response curves, where were applied eight doses of each herbicide, in pre-emergency. The doses used were: 8D, 4D, 2D, D, 1/2D, 1/4D, 1/8D and untreated control, where D is the recommended dose of amicarbazone (1200 g ha^{-1}), or imazapic (147 g ha^{-1}), or sulfentrazone (800 g ha^{-1}). Seedling emergence was checked weekly until 21 days after sowing (DAS). Major emergency occurring species *Merremia cissoids* and *Neonotonia wightii* in the plots without the layer of straw, and at lower depths of allocation of seeds in the soil (35.4 and 49%), showing that despite being problematic weeds in fields of cane, emergency its is by affected conditions of straw and seed depth in soil. For the specie *S. aterrimum*, their has being no effect of any treatment, indicating be a plan to highly adapted to the conditions of harvest and allocation of seed depth (87.5 %). For the growth test, it was observed that the accumulation of dry mass, demonstrates the high capacity of this weed *S. aterrimum* has in producing biomass (25 g plant^{-1}). The leaf area (A_f) followed the mass gain by the shoot, for the three species studied, however, near the end of the experiment, it was observed the stabilization of the dry mass of shoots (Ma). And *S. aterrimum* showed higher initial growth rate and total biomass accumulation, besides the greater accumulation of leaf area (A_f). And the species *N. wightii* proved to be a kind of as slow initial growth compared with other species. Control levels of the third experlment indicated that the herbicides amicarbazone, sulfentrazone and imazapic controlled the species *M. cissoides* and *N. wightii* (379 , 814 and 152 g ha^{-1}), but the species *S. aterrimum*, only the herbicide amicarbazone managed properly (1681 g ha^{-1}). Where the species *S. aterrimum* proved that it is the most difficult species to control, among the species studied in this work.

Keywords: Biology; Germination; Straw; Control; Mucuna-preta; Soja perene

1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas estão entre os principais problemas que oneram a produção, responsável por até 80% das perdas de produção (LORENZI, 1988). Essa interferência negativa causada pelas plantas daninhas nas áreas produtoras pode causar reduções na quantidade e qualidade do produto colhido, diminuir o número de cortes viáveis, dificuldade na colheita e transporte, resultando em aumentos de custo de produção.

Planta daninha é qualquer vegetal que cresce onde não é desejado, interferindo nas atividades e objetivos do homem em determinadas situações específicas, segundo Victoria Filho (1988), enquadrando como tal, inclusive, a tigüera de culturas que vegetam espontaneamente em lavouras subseqüentes, e também o capim colchão como uma planta forrageira, além de inúmeros outros conceitos sobre a relação da planta com o homem.

Freqüentemente novas espécies são disseminadas pelo mundo por terem características ornamentais, forrageiras, medicinais e até mesmo como culturas e, posteriormente, se adaptam ao novo habitat tornando-se infestantes com variável grau de agressividade. Inúmeros foram os casos de introdução de plantas com finalidade de alimentação animal que se tornaram plantas daninhas de alta competitividade. No Brasil, as espécies *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* e *Panicum maximum* são apenas alguns exemplos de forrageiras introduzidas a partir de meados de 1950 e que hoje são grandes problemas para a agricultura brasileira (KISSMANN, 1997).

Na cultura da cana-de-açúcar, principalmente no sistema de colheita mecanicamente sem queima prévia, chamada de cana crua, a camada de palha deixada pelas colhedoras funciona como barreira física para plântulas em emergência, altera o balanço hídrico, modifica a quantidade e qualidade de luz que atinge a superfície do solo e interfere na amplitude térmica do solo (VELLINI; NEGRISOLI, 2000). As coberturas podem provocar efeito indutor ou redutor na germinação das sementes e emergência de plântulas, dependendo da espécie constituinte da palha e da densidade de cobertura.

No entanto, espécies de plantas daninhas que apresentam grandes quantidades de reserva nas sementes, como *Euphorbia heterophylla* e várias espécies do gênero

Ipomoea e *Merremia* passaram a apresentar altas infestações em áreas de colheita mecanizada. Sendo que algumas plantas encontraram nas lavouras de cana-de-açúcar um hábitat adequado para seu desenvolvimento, e têm interferido prejudicialmente na operação da colheita mecanizada (KUVA, 2006).

Devido ao uso frequente de *N. wightii* e *S. aterrimum* como plantas forrageiras, estas tornaram-se infestantes em lavouras de cana-de-açúcar implantadas em áreas anteriormente cultivadas com pastagens (ALCANTARA; BUFARAH, 1992). A espécie *S. aterrimum*, é empregada ainda em rotação durante a renovação do canavial também tem-se tornado planta daninha nessas áreas.

O conhecimento dos processos germinativos e a influência dos fatores ambientais, como a luz, a temperatura e a umidade do solo, tornam-se essenciais para o desenvolvimento de programas preventivos de controle das plantas daninhas, visto que as sementes dormentes não são afetadas pela maioria dos métodos de controle, enquanto que as sementes germinadas tornam-se vulneráveis aos métodos de controle, seja ele cultural, mecânico ou químico.

Como existem poucas informações na literatura sobre o controle e a biologia destas espécies em relação ao sistema de cana crua, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar a emergência de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum* em função dos efeitos da quantidade e da posição da semente em relação à palha; e da profundidade das sementes no solo. Também foi estudado o crescimento inicial de cada espécie, e a susceptibilidade aos três principais herbicidas aplicados em cana-de-açúcar colhida mecanicamente sem a queima prévia.

Referências

ALCANTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**: gramíneas e leguminosas. 4. ed. São Paulo: Prol, 1992. 162 p.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. v.1 825p.

KUVA, M.A. **Estudos sobre a comunidade de plantas daninhas no agroecossistema cana-crua**. 2006. 107 p Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988. Piracicaba. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1988. p. 281-301.

VELLINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

VICTÓRIA FILHO, R. Manejo integrado de plantas daninhas em pastagens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRAGAS, DOENÇAS E PLANTAS DANINHAS, 1., 1988. Campinas. **Anais...** Campinas: CATI, 1988. p.189-197.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) teve sua origem na Nova Guiné, sendo levada para a Índia, de onde se tem o mais antigo registro de sua existência (MACHADO, 2004). A cultura da cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil em 1553, estabelecendo-se de forma definitiva nas Regiões Centro-Sul e Nordeste (PROCÓPIO et al., 2003).

É uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo tropical, gerando centenas de milhares de empregos diretos, sendo uma importante fonte de renda e desenvolvimento. O interior paulista é o principal produtor mundial de cana-de-açúcar, sendo uma das regiões mais desenvolvidas do Brasil, com elevados índices de desenvolvimento urbano e renda per capita muito acima da média nacional. Embora o desenvolvimento não se deva exclusivamente ao cultivo dessa cultura, sendo o resultado de outras fontes de capitais. Por outro lado, o estabelecimento dessa monocultura em regiões do litoral nordestino brasileiro, desde o século XVI, não garantiu o mesmo desenvolvimento observado para algumas regiões do Estado de São Paulo (CONAB, 2010).

A cultura da cana-de-açúcar destaca-se entre as mais importantes do Brasil, produzindo matéria prima para a indústria sucroalcooleira e co-geração de energia elétrica. A partir da década de 70, esta cultura se tornou importante para o país na medida em que este setor da agroindústria brasileira foi solicitado a contribuir para a solução da emergente crise energética, frente a sua potencialidade de produzir energia a partir de uma fonte renovável (CARVALHO, 2008).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, moendo aproximadamente 687 milhões de toneladas na safra 2009-10 e com 474 milhões de toneladas somente na região Centro Sul, proporcional cerca de 80%; e 20% para a região nordeste (IBGE, 2010). É o maior exportador de açúcar no mundo com cerca de dezesseis milhões de toneladas em 2009, representando 39% das exportações no

mercado internacional, sendo também o maior produtor e consumidor de etanol da cana-de-açúcar a nível mundial (IBGE, 2010).

O crescimento do setor sucroalcooleiro é importante para a economia do país, pois implica na coogeração de empregos e energia renovável nacional. A agroindústria da cana-de-açúcar gera ao Brasil cerca de um milhão de empregos diretos e de três a cinco milhões indiretos (CONAB, 2010). Somente no estado de São Paulo, o setor corresponde por cerca de 40% do emprego rural e 35% da renda agrícola (CARVALHO, 2008) constituindo um dos setores mais importantes para a economia primária brasileira. Ocupando uma área de 8,848 milhões de ha no Brasil, com cerca de três a quatro milhões de ha somente no estado de São Paulo (CONAB, 2010).

No Brasil, a agroindústria da cana-de-açúcar tem adotado política de preservação ambiental, que são exemplos mundiais na agricultura, embora nessas políticas não estejam contemplados os problemas decorrentes da expansão acelerada sobre as vastas regiões e o prejuízo decorrente da substituição da agricultura diversificada pela monocultura da cana (CARVALHO, 2008). Já existem diversas usinas brasileiras que comercializam crédito de carbono, dada à eficiência ambiental, diga-se também que as plantações de cana, principalmente no estado de São Paulo, obedecem de uma forma geral, os rigorosos padrões de preservação do solo com o uso de práticas conservacionistas mais modernas.

As plantas daninhas são um dos principais fatores bióticos presentes nos agrosistemas da cana-de-açúcar que têm a capacidade de interferir no desenvolvimento e na produtividade da cultura (KUVA et al., 2003). Estima-se que existam cerca de 1.000 espécies de plantas daninhas que habitam este agroecossistema, distribuídas nas distintas regiões produtoras do mundo (ARÉVALO, 1979). A interferência negativa resultante da presença das plantas daninhas nas áreas agrícolas produtoras de cana-de-açúcar pode causar reduções na quantidade e na qualidade do produto colhido, diminuir o número de cortes viáveis além de aumentar os custos em cerca de 30% para cana-soca e de 15% a 20% para cana planta (LORENZI, 1988; LORENZI, 1995)

2.2 Interferência das plantas daninhas na cana-de-açúcar

As plantas daninhas possuem a capacidade de interferir no desenvolvimento e na produtividade das culturas agrícolas, portanto, a infestação destas plantas é um dos mais importantes fatores bióticos dentro de um agroecossistema comercial. Podendo ser desejada, indiferente ou indesejada, de acordo com as circunstâncias, por exemplo, é desejada como cobertura do solo para evitar erosão (KISSMANN, 2004). Essas plantas possuem características de rusticidade que lhes conferem grande capacidade competitiva. Enquanto as culturas são melhoradas geneticamente, essas espécies obtiveram naturalmente a capacidade de crescer em ambientes e condições adversas naturais.

A cana-de-açúcar, apesar de ser altamente eficiente na utilização de recursos disponíveis para o seu crescimento e desenvolvimento, é afetada, nas fases iniciais de crescimento, pelas plantas daninhas, que em alguns casos utilizam os mesmos recursos, de forma eficiente, por apresentarem mesma rota metabólica de fixação de carbono (C4) (PROCÓPIO et al., 2003).

Na cultura da cana-de-açúcar, as plantas daninhas interferem tanto nas modalidades cana-planta quanto soqueira. Pelo fato do plantio da cana-de-açúcar ocorrer em períodos bem distintos, dependendo da região, as condições climáticas ocorrentes neste período é que determinam as espécies de plantas daninhas predominantes e o período de que interferência com a cultura (VICTORIA FILHO; CHRISTOFFOLETI, 2004).

Assim sendo, dentre os fatores bióticos presentes em um sistema agrícola, as plantas daninhas são um dos principais componentes que interferem negativamente sobre as culturas. Os efeitos negativos causados pelas plantas daninhas se manifestam sobre a quantidade e a qualidade da produção agrícola, consequência da competição pelos recursos de crescimento oferecidos pelo ambiente, da alelopatia, ou por serem agentes que hospedam pragas e doenças, permitindo a multiplicação destas (CARVALHO, 2006). Lorenzi (2006) estima que, no Brasil, as perdas ocasionadas às culturas agrícolas pela interferência das plantas daninhas estejam em torno de 20 a 30%.

Estudos sobre as características das espécies e o comportamento delas no ambiente são os principais objetivos dos estudos da biologia das plantas daninhas atualmente. Quando se analisa o volume de pesquisas relacionadas ao controle químico de plantas daninhas, percebe-se um número muito grande de trabalhos nessa área, e relativamente poucos em biologia. Entretanto, essa parte da Ciência das Plantas Daninhas está crescendo consideravelmente. Esses estudos são extremamente importantes, pois se prestam ao conhecimento dos aspectos relacionados à competição entre plantas daninhas e as culturas, determinando o melhor momento para aplicação dos métodos de controle e, principalmente, auxiliando no desenvolvimento de práticas para o manejo integrado das plantas daninhas.

Segundo Fernández¹ (1982 apud CARVALHO, 2006), uma das maiores limitações que existe para a implantação de programas de manejo integrado de plantas daninhas é a carência de conhecimentos básicos sobre a biologia e ecologia destas plantas. O manejo efetivo das plantas daninhas, por meio de um sistema de manejo integrado, deve estar baseado em conhecimentos sólidos sobre biologia, uma vez que o grau de interferência das plantas daninhas sobre as culturas está diretamente relacionado com características próprias da comunidade infestante (BLEASDALE, 1960).

A interferência negativa resultante da ocorrência de plantas daninhas nas áreas agrícolas produtoras de cana-de-açúcar pode causar reduções na quantidade e qualidade do produto colhido, diminuir o número de cortes viáveis, dificultando na colheita e no transporte, resultando em aumento de custos. Em algumas regiões tropicais, os trabalhadores braçais negam-se de colher a cana-de-açúcar em áreas infestadas de *Mucuna puriens*, pois o mais leve contato com a planta, causa o rompimento dos tricomas de suas folhas e caules, liberando uma substância bastante irritante da pele, podendo causar sérias inflamações. Além da *Rottboellia exaltata* que possui cerdas que causam coceira e inflamação a quem se arrisque a colher cana em áreas infestadas com esta planta daninha (OLIVEIRA; FREITAS, 2008).

A presença das plantas daninhas em convivência com as culturas já prejudicava certas práticas e a colheita, muito tempo antes da expansão da cana-de-açúcar, principalmente quando se refere às plantas com hábito trepador. Takar e Singh (1954)

relatam que plantas de *Ipomoea heredacea*, causaram perdas de 20 a 25% em campos de cana-de-açúcar na Índia, pelo entrelaçamento nos colmos da cana, dobrando-os, injuriando os ápices, causando menor desenvolvimento e interferindo nas operações de colheita. Nos campos de produção de Taiwan, a *Ipomoea hardwichii*, afetou a produção de modo similar Takar e Singh (1954).

Novas espécies são disseminadas frequentemente pelo mundo por terem características ornamentais, forrageiras, medicinais e até mesmo como culturas e, posteriormente, se adaptam ao novo habitat tornando-se infestantes com variável grau de agressividade (WILLIAMS, 1980). Inúmeros foram os casos de introdução de plantas com finalidade de alimentação animal que se tornaram plantas daninhas de alta competitividade. No mundo pode-se citar *Cynodon dactylon* e *Digitaria* spp como espécies disseminadas com esta finalidade (ZIMDAHL, 1999). No Brasil, as espécies *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* e *Panicum maximum* são alguns exemplos de forrageiras introduzidas a partir de meados de 1950 e que hoje são grandes problemas para a agricultura brasileira. Em geral, trata-se de plantas originárias da África, com crescimento rápido, que produzem muitas sementes e infestam lavouras com alta densidade e competitividade (KISSMANN; GROTH, 1999).

Qualquer mudança no sistema produtivo promove, em maior ou menor grau, alterações nas condições microclimáticas. Essas alterações, por sua vez, poderão influenciar nas composições específicas das plantas daninhas, pois novos fatores de pressão seletiva passam a atuar de forma mais significativa no agroecossistema.

A ocorrência e o manejo das plantas daninhas têm sido influenciados por mudanças nas técnicas de cultivo, como maiores espaçamentos em função da colheita mecanizada e deposição da palha sobre o solo. Modificações causadas pela adoção do sistema de corte mecanizado de cana crua, que tem sido cada vez mais utilizado no Brasil e tende a abranger quase que a totalidade das áreas ocupadas pela cultura, pois proporciona benefícios operacionais e ambientais (VELLINI; NEGRIOLI, 2000).

Num balanço geral de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, as perdas de produtividade são variáveis, dependendo das condições de crescimento da cana-de-açúcar, de sua variedade, da composição específica e densidade da comunidade infestante e outros. Sendo que, a intensidade de

interferência entre uma cultura agrícola e comunidade infestante depende de (i) fatores ligados à própria cultura, como a variedade, espaçamento e densidade de plantio, (ii) fatores ligados à comunidade infestante, como composição específica, densidade e distribuição dos indivíduos na lavoura e (iii) da época e extensão do período a cultura e a comunidade infestante estiveram em convivência. Além disso, a interação lavoura x comunidade infestante pode ser influenciada por condições edafo-climáticas locais e pelas práticas culturais empregadas no preparo e manejo do solo e da cultura em si (PITELLI, 1985).

As características de velocidade de brotação, desenvolvimento inicial, velocidade e intensidade de perfilhamento, desenvolvimento de área foliar e arquitetura das plantas, são fatores importantes na capacidade competitiva das diferentes variedades da cana-de-açúcar. Geralmente, cultivares de rápido crescimento inicial e alta capacidade de sombreamento de solo são menos suscetíveis à competição das plantas daninhas (PITELLI, 1985).

O espaçamento entre sulcos de plantio é importante na determinação da precocidade e intensidade de sombreamento promovido pela cultura. Desde que não causem problemas às práticas culturais e colheita ou promovam competição intra-específica na cana-de-açúcar, espaçamentos mais estreitos, promovem maior impacto na comunidade infestante. Assim, à medida que se diminui o espaçamento entre sulcos de plantio, o índice de área foliar cresce mais rapidamente, o sombreamento do solo ocorre de maneira mais rápida e efetiva, aumentando a eficiência das medidas de controle das plantas daninhas.

Para o produtor de cana-de-açúcar, o importante é predizer a densidade ou biomassa limiar em que a produção da cana-de-açúcar começa a cair rapidamente, ou seja, qual é quantidade de plantas daninhas que a cultura pode tolerar sem perdas significativas de produção ou de rendimento. Este limiar é conhecido como “dano econômico”

2.3 Sistema de cana crua no manejo de plantas daninhas

A dinâmica do banco de sementes e o desenvolvimento das plantas daninhas podem ser alterados com o sistema de cultivo. Segundo Gazziero et al. (2001), o conhecimento das espécies e seu comportamento no ambiente, sob diferentes condições de cultivo, são fundamentais para o estabelecimento de um programa de manejo.

No Brasil, a adoção de sistemas de produção onde as culturas são implantadas sobre algum tipo de palhada ou cobertura vegetal morta, tem aumentando em diversas regiões em função de inúmeros benefícios atribuídos a este tipo de cobertura (VELLINI; NEGRISOLI, 2000; TOFOLI, 2004). Entre exemplos típicos pode-se mencionar o cultivo mínimo em áreas de reflorestamento com manutenção da serrapilheira sobre o solo, o sistema de produção de cana-crua e, com maior adoção, o plantio direto de culturas anuais (VELLINE; NEGRISOLI, 2000).

Com a atual tendência de aumento das áreas de cana-de-açúcar colhidas sem a tradicional queima, seja por imposições por parte da legislação ou por conscientização ambiental, o atual manejo de plantas daninhas nessas áreas apresenta significativas mudanças, sendo necessário maior estudo a respeito desta nova tecnologia. A implantação desse novo sistema de colheita da cana-de-açúcar.

O atual sistema de colheita mecanizada utiliza máquinas colhedoras de cana picada, também denominadas de combinadas, e realizam o corte basal promovendo a eliminação parcial da matéria vegetal e mineral indesejável, por gravidade, decorrente da ação de ventiladores e/ou exaustores. Fracionam os colmos em rebolos de 15 a 40 cm de comprimento em média, descarregando-os sobre uma unidade de transporte ou transbordo (RIPOLI; RIPOLI, 2004).

A cobertura morta reduz o volume e a velocidade da enxurrada aumentando a infiltração e diminuindo as perdas de água (MEYER et al., 1970). Neste sentido a persistência dos resíduos culturais sobre o solo é fundamental para reduzir a erosão hídrica (ALVES et al., 1995).

Segundo Vellini e Negrisoli (2000), a adoção deste sistema de colheita na cultura da cana-de-açúcar, resulta em importantes modificações nas técnicas de cultivo, como

o aumento do espaçamento nas entrelinhas e deposição de palhada sobre o solo, influenciando diretamente na ocorrência e manejo de plantas daninhas. A cobertura morta pode atuar como um valioso instrumento no controle de plantas daninhas, uma vez que o terreno coberto por resíduos vegetais apresenta infestação bastante inferior àquela que se desenvolveria com o solo descoberto (ALMEIDA, 1992). O resíduo vegetal que permanece na superfície, por ser uma barreira física, reduz a incidência de luz. Neste caso, o banco de semente é alterado e a dinâmica das plantas invasoras pode ser completamente diferente quando comparado ao sistema convencional (GAZZIERO, 1990).

A deposição dos resíduos vegetais sobre o solo interfere diretamente sobre a comunidade infestante e esta interferência é atribuída fundamentalmente aos efeitos físicos. Esses efeitos referem-se às alterações nas amplitudes térmicas e hídricas do solo (EGLEY; DUKE, 1985) e à filtragem da luz que atinge a palhada (TAYLORSON; BORTHWICH, 1969), afetando a dormência e, conseqüentemente a germinação das plantas daninhas.

A cobertura morta comporta-se como uma camada isolante que se interpõe entre a atmosfera e o solo, interceptando os raios solares e promovendo uma menor variação da temperatura, ou seja, reduzindo a amplitude térmica do solo. Segundo Egley e Duke (1985), a amplitude térmica, é um dos componentes do regime térmico que interfere de maneira decisiva na germinação de um grande número de espécies de plantas daninhas.

A cobertura morta de cana-de-açúcar pode também liberar substâncias alelopáticas capazes de inibir a germinação das sementes de algumas espécies presentes no solo (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Propiciando, ainda um ambiente favorável ao desenvolvimento de populações de invertebrados que podem interferir no banco de sementes de plantas daninhas do solo (VIDAL; THEISEN, 1999).

2.4 Fatores ligados à emergência das plantas daninhas em cana crua

Neste sistema de colheita, a camada de palha deixada pelas colhedoras funciona como barreira física para plântulas em emergência, altera o balanço hídrico, modifica a

quantidade e qualidade de luz que atinge a superfície do solo e interfere na amplitude térmica do solo, além de proporcionar a liberação de compostos alelopáticos (CHRISTOFFOLETI et al., 2007). As coberturas podem provocar efeito indutor ou redutor na germinação das sementes e emergência de plântulas, dependendo da espécie constituinte da palha e da densidade de cobertura (CORREIA; REZENDE, 2002).

Diferentes autores demonstraram que algumas espécies de plantas daninhas, predominantes na cultura de cana-de-açúcar, possuem comportamento diferenciado em função da quantidade de palha depositada sobre o solo (MELENDEZ, 1990; MARTINS et al., 1999; VELLINI; NEGRISOLI, 2000). Algumas plantas daninhas estão sendo selecionadas em áreas de colheita de cana crua, como *Ipomoea grandifolia*, *I. quamoclit*, *I. nil*, *Merremia cissoides*, *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa*, dentre outras, devido ao fato de não terem sua germinação inibida pelas quantidades de palha de cana-de-açúcar que normalmente são encontradas em campo (MARTINS, 2008; MARTINS et al., 1999; VELLINI; NEGRISOLI, 2000; CORREIA; DURIGAN, 2004).

Segundo Correia e Durigan (2004) citam que essas modificações causadas pela presença de palha, são muito específicas e dinâmicas, pois dependem da quantidade de palha e, principalmente, da espécie daninha, que pode ser favorecida ou não pela cobertura morta. Plântulas de espécies daninhas com pequenas quantidades de reserva nos diásporos, podem não emergirem, uma vez que suas reservas não são suficientes para garantir a sobrevivência da plântula no espaço percorrido dentro da cobertura morta até que tenha acesso à luz e inicie o processo fotossintético (PITELLI, 1995).

Segundo Carvalho (2006), a germinação das sementes é regulada pela interação das condições ambientais e seu estado de aptidão fisiológica, em que cada espécie de planta exige um conjunto de requerimentos ambientais necessários para a germinação de suas sementes, tais como: disponibilidade de água, luz, temperatura e profundidade de enterrio das sementes. Caso as condições não sejam as ideais as sementes podem permanecer viáveis nos solos por longos períodos (CARMONA, 1992; KOGAN, 1992; STECKEL et al., 2004).

No entanto espécies de plantas daninhas que apresentam grandes quantidades de reserva nas sementes, como *Euphorbia heterophylla* e várias espécies do gênero *Ipomoea* passaram a apresentar altas infestações em áreas de colheita mecanizada (MARTINS et al., 1999; VELLINI; NEGRISOLI, 2000). Segundo Kuva et al. (2007), algumas plantas encontraram nas lavouras de cana-de-açúcar um hábitat adequado para seu desenvolvimento e têm interferido na colheita mecanizada de forma generalizada, como as convolvuláceas *Ipomoea* spp. e *Merremia* spp.; ou potenciais esporádicos, como *Neonotonia wightii* (soja-perene) e *Stizolobium aterrimum* (mucuna-preta) por também serem plantas com caules volúveis e com hábito trepador (PUPO, 1979; ALCÂNTARA; BUFARAH, 1992; GARCIA; MONTEIRO, 1997).

Neste sentido, Correia e Durigan (2004) verificaram que quantidades de 10 a 15 t ha⁻¹ de palha inibiram a emergência de plântulas de *Brachiaria decumbens*, *Sida spinosa* e *Digitaria horizontalis*. No entanto, as espécies *I. grandifolia* e *I. hederifolia* mantiveram-se como plantas-problema não tendo sua população reduzida, enquanto *I. quamoclit* aumentou a sua densidade populacional quando na presença dessa palha cobrindo o solo.

Vellini et al. (2000), observaram que plantas daninhas normalmente consideradas importantes nessa cultura, como *Braquiária decumbens*, *Bidens pilosa*, *Panicum maximum* e *Digitaria horizontalis*, podem ser eficientemente controladas pela presença de uma camada de palha acima de 15 t ha⁻¹, concordando com os resultados de Arévalo (1979). Entretanto, Martins et al. (1999) demonstraram que para outras espécies, como *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla*, o controle promovido pela palha é considerado deficiente.

Rossi et al. (2006a) avaliando a germinação de plantas daninhas semeadas em áreas de cana crua, com duas densidades de palha em época seca, observaram que a presença de palha inibiu completamente a germinação de *B. plantaginea* e *Digitaria* ssp, na quantidade de 7,5 t ha⁻¹ e *B. decumbens*, *Bidens pilosa*, *P. maximum* e *Commelina benghalensis*, na quantidade de 15 t ha⁻¹. Já as espécies *E. heterophylla*, *I. grandifolia* e *I. hederifolia* foram pouco sensíveis às quantidades de palha estudadas. Em época úmida, Rossi et al. (2006b), observaram resultados semelhantes, no entanto, a germinação de *I. quamoclit* foi inibida com 15 t ha⁻¹ de palha na superfície do solo.

Analisando os efeitos da presença da palha sobre a germinação de plantas daninhas, Lorenzi (1993) avaliou os efeitos da remoção de 25, 50, 75 e 100 % de uma camada de palha, com 12 t ha^{-1} , sobre a germinação de algumas espécies de plantas daninhas como *Portulaca oleracea*, *Amaranthus deflexus*, *P. maximum* e *D. horizontalis*, observando que o nível de controle aumentou proporcionalmente ao nível de palha deixada sobre o solo. Mantendo-se ou eliminando-se toda a palha, foram verificadas duas e 1237 plantas por parcela, respectivamente. De uma forma geral, os níveis de controle foram insuficientes quando mais de 50 % da palhada foi removida.

Silva et al. (2003) avaliaram a emergência de plantas de *Cyperus rotundus* sob diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar e observaram que o tratamento testemunha, sem palha, teve um maior número de plantas emersas, seguidas pelos tratamentos com quantidade de palha de 2, 4 e 8 t ha^{-1} . A palha de cana-de-açúcar nas quantidades de 16 e 20 t ha^{-1} proporcionou o menor número de plantas emersas. Novo et al. (2004a), em estudo semelhante avaliaram os efeitos da palha de cana-de-açúcar sobre o desenvolvimento da parte aérea de *Cyperus rotundus*, e observaram que a aplicação de quantidades crescentes de palha sobre o solo resultou em menor número de plantas emersas. Em outro estudo, Novo et al. (2004b), desta vez avaliando os efeitos da palha sobre o desenvolvimento da parte subterrânea desta mesma espécie, verificaram redução no número de tubérculos, rizomas e biomassa seca total, com acréscimos de palhada de até 8 t ha^{-1} .

Em estudo conduzido por Negrisoni et al. (2002), em condições de casa-de-vegetação, com sementes pré-germinadas de *B. decumbens*, *B. plantaginea*, *P. maximum* e *D. horizontalis* cobertas com diferentes quantidades de palha, observaram que houve redução na emergência de *B. plantaginea* e *P. maximum* quando estavam submetidas acima de 4 t ha^{-1} de palha na superfície do solo, sendo que para *B. decumbens* e *D. horizontalis*, a diminuição de germinação ocorreu em todas as quantidades de palhas testadas. Dessa forma, concluíram que a partir de 8 t ha^{-1} de palha tem-se alto nível supressor sobre essas espécies.

Segundo Carmona (1992), a germinação das sementes é regulada pela interação das condições ambientais e seu estado de aptidão fisiológica, em que cada espécie de planta exige um conjunto de requerimentos ambientais necessários para a

germinação de suas sementes, tais como: disponibilidade de água, luz, temperatura e profundidade de semeadura. Caso as condições não sejam as ideais para a germinação, as sementes podem permanecer viáveis nos solos por longos períodos (KOGAN, 1992; STECKEL et al., 2004).

2.5 Características da espécie *Merremia cissoïdes* (Lam.) Hall. f.

Conhecidas popularmente por corda-de-viola, as espécies da família *Convolvulaceae* são plantas nativas da América do Sul, têm ciclo biológico longo, terminando após a maturação das culturas; o que tende a criar problemas na colheita, principalmente em cana-de-açúcar, pois seus ramos se fixam aos colmos da cultura (KISSMANN; GROTH, 1999).

Ainda segundo Kissmann e Groth (1999), a espécie *Merremia cissóides* é nativa da América Tropical e ocorre nas Índias e México, podendo ser facilmente encontrada no Brasil. É uma planta herbácea, com finos ramos volúveis, emaranhando-se em volta de outras plantas, com folhas alternadas, pecioladas e com limbo palmatissecto, com cinco segmentos subsésseis, com margens inteiras ou denteadas. É uma planta herbácea, reproduzida por sementes, com um ciclo de 100 a 120 dias até o início da frutificação, onde a unidade de dispersão são as sementes. As folhas são palmatissectas, com cinco segmentos peciolulados, de margens geralmente denteadas. Flores alvas e frutos quadrados com ângulos arredondados, que geralmente formam quatro sementes por fruto.

Segundo Deuber (1992) as plantas daninhas trepadeiras necessitam de outras plantas para apoio nas quais sobem por enrolamento (volúveis) ou prendendo-se a elas por meio de gavinhas, garras ou espinhos, podendo produzir várias ramificações as quais atingem vários metros de comprimento. Algumas dessas plantas encontraram na cana-de-açúcar um habitat adequado para sua colonização e tem causado interferência generalizada na colheita mecânica sem queima prévia.

2.7 Características da espécie *Neonotonia wightii* (Am.) Lackey

A *Neonotonia wightii* (Am.) Lackey, denominada de soja perene, anteriormente conhecida como *Glycine javanica* L. e *Glycine wightii* (Am.), pertence à família *Leguminosae* e a subfamília *Papilionodeae*. É uma planta herbácea, rasteira, volúvel e com folhas trifoliatas e com sistema radicular profundo. Sendo originária da África, sendo encontrada também no Sul e Sudeste da Ásia (TANG et al., 1987). Foi introduzida no Brasil em 1956, tendo sido distribuída inicialmente pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (ALCANTARA; MATOS, 1976).

Dentre as espécies de forrageiras, é a mais utilizada em pastagens brasileiras, devido suas adaptabilidade as maiores variações climáticas locais, capacidade de rebrota, além de produzir feno e ter alta concentração de proteínas. É uma espécie que vegeta bem no verão, principalmente em regiões onde a precipitação varia entre 750 e 1800 mm por ano, preferindo solos mais profundos e bem drenados. Possuindo a característica de alta persistência nas pastagens, quando estabelecida (EVANGELISTA; ROCHA, 1998). Assim quando a cultura da cana-de-açúcar é cultivada em áreas antes ocupadas por pastagens com a *N. wightii*, esta pode tornar-se uma planta daninha problemática. Devido ao uso freqüente como planta forrageira, esta espécie se tornou infestantes em lavouras de cana-de-açúcar implantadas em áreas anteriormente cultivadas com pastagens (PEREIRA, 2001).

Assim podemos considerar a espécie *N. wightii* como um exemplo de leguminosa usada em pastagens e rotação de cultura que também podem tornar-se problemas para a agricultura, principalmente em cana-de-açúcar.

2.6 Características da espécie *Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy

A mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) Piper & Tracy, anteriormente denominada *Mucuna aterrima*, pertence à família *Fabaceae*, subfamília *Papilionidae*. Possuindo folhas trifoliadas; estípulas setáceas; inflorescências axilares; bractéolas presentes antes da antese; flor papilionácea, cálice campanulado, bilabiado; um lobo superior e três inferiores, sendo um deles maior (GARCIA; MONTEIRO, 1997). Possui

hastes longas, caules longos e flexíveis, ráceros axilares, flores grandes de coloração violácea ou branca; vagens largas, grossas, com poucas sementes; sementes grandes, pretas e com hilo branco (MITIDIERI, 1983; TRANI et al., 1989; WUTKE, 1993).

Segundo Pupo (1979) *S. aterrimum* é originária das Índias Ocidentais e adapta-se bem a climas tropicais e subtropicais. É uma leguminosa anual ou bianual (ciclo longo), possuindo caules finos, longos, flexíveis e volúveis, o que lhe confere a característica de planta trepadeira. Florescem entre 90 e 123 dias, quando em outras regiões, a floração plena pode ocorrer até acima de 150 dias (OLIVEIRA et al., 1998). Alcantára e Bufarah (1992) relataram que é uma planta resistente à seca, sombra, altas temperaturas, acidez dos solos e ligeiramente resistente ao encharcamento. A época de plantio, quando utilizada como rotação, é de outubro a dezembro e a colheita de junho a julho, tendo um ciclo vegetativo de 180 a 240 dias.

Ocupando o lugar de destaque entre as leguminosas, a *S. aterrimum* é usada na recuperação de áreas degradadas, como forrageira na alimentação bovina, na fixação natural do nitrogênio no solo, na rotação de culturas, na descompactação do solo, causando efeitos alelopáticos e no controle de nematóides do solo (CALEGARI et al., 1995).

É uma espécie empregada em rotação durante a renovação do canavial e que também tem se tornado planta daninha nessas áreas. Possui sementes grandes e dureza de tegumento, o que lhe confere dormência e capacidade de emergir mesmo quando localizados em camadas mais profundas do solo. Nos locais onde ocorrem, causa danos drásticos ao desenvolvimento do canavial (EVANGELISTA; ROCHA, 1998).

Suas sementes possuem dormência ocasionada pela impermeabilidade do tegumento à água e, dentre os fatores que podem interferir no grau de dormência, destaca-se o tamanho das sementes (BRASIL, 1992; NAKAGAWA; CAVARINE, 2005). Segundo Musil (1997) o tegumento da semente de *S. aterrimum*, quando nova, é geralmente espesso, duro e freqüentemente impermeável à água.

Sementes de leguminosas podem ter várias formas (elípticas, oblongas, lineares, ovóides e orbiculares), cores e tamanhos (EVANGELISTA; ROCHA, 1998). Esta impermeabilidade do tegumento à água da *S. aterrimum*, o que resulta nas chamadas

sementes duras, ocorrem em elevadas porcentagens, principalmente quando novas (BARBEDO et al., 1988; WUTKE, 1993). As sementes duras podem representar 60 a 80%, em lotes de sementes recém-colhidas (MAEDA; LAGO, 1986).

Evangelista e Rocha (1998) verificaram ainda que uma característica muito importante em sementes de leguminosas é a rigidez da película ou membrana que envolve as sementes, podendo, em algumas espécies de leguminosas maiores que outras, conferindo também uma característica de dormência. Segundo Nakagawa et al. (2006), ráceros de *S. aterrimum* com vagens verdes claras ou verdes amareladas, secadas à sombra, originam maior proporção de sementes duras do que com vagens maduras; as vagens da metade apical apresentam maior percentual de sementes duras por estarem mais imaturas e serem menores do que as sementes da metade basal.

Especificamente para *S. aterrimum* as informações disponíveis mostram que essa leguminosa possui potencialidades alelopáticas e que a parte aérea se constitui na principal fonte de substâncias químicas com este tipo de atividades. Essa espécie é utilizada para adubação verde devido ao volume de fitomassa produzida em curto espaço de tempo, entretanto, por esta característica, pode ocupar rapidamente áreas, provocando competição por água, luz e nutrientes, tornando-se uma planta que pode provocar interferências na produção de outra cultura subsequente, quando não manejada corretamente. Segundo Souza e Yamashita (2006), observaram que a espécie *Bidens pilosa* foi sensível aos compostos aleloquímicos presentes na *S. aterrimum*, com redução na germinação, à medida que a concentração do extrato era aumentada, quando a germinação teve uma redução de 12,9% quando se comparou a maior dose com a testemunha.

Assim, por apresentar estas características e quando seu manejo não é adequado, a *S. aterrimum* pode tornar-se uma planta daninha problemática para a produção de cana-de-açúcar, principalmente para a colheita mecanizada crua.

2.8 Controle químico de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar

Em função da grande redução inicial na emergência das principais espécies de plantas daninhas à cultura, após a colheita, quando é máxima a quantidade de palha

sobre o solo, pode levar a uma falsa impressão de que em áreas de cana-crua, o controle de plantas daninhas poderá ser suprimido (VELLINE; NEGRISOLI, 2000).

Além disso, a palha é apenas uma das barreiras para o uso de herbicidas com ação preferencial ou exclusiva no solo. O acréscimo do teor de matéria orgânica no solo, tende a exercer forte sorção dos herbicidas limitando a sua eficiência (TOFOLI, 2004).

Embora o solo esteja coberto por uma camada de palha, sabe-se que determinadas espécies de plantas daninhas, ao germinarem, superam essa barreira física e se estabelecem no canavial, exercendo sua interferência. Isto ocorre em razão de alguns herbicidas serem mais fortemente retidos pela cobertura morta e outros menos (Rossi, 2004). Devido a esse fato, Fornarolli et al. (1998) afirmam que há a necessidade de aumentar as dosagens dos herbicidas para compensar as perdas, evitando-se com isso a redução da eficiência de controle.

O controle químico é o método mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar, em razão de haver um grande número de produtos eficientes registrados para esta cultura no Brasil. Além disso, é um método econômico e de alto rendimento, em comparação com os outros. Em consequência disso à cultura da cana-de-açúcar é tradicionalmente plantada em grandes áreas, assimilou muito rápido essa tecnologia, sendo hoje a segunda cultura em consumo de herbicidas no Brasil (PROCOPIO et al., 2003; ROSSI, 2004).

Em cada fase de crescimento inicial, a cana-de-açúcar pode responder diferentemente a um herbicida em particular, ou mesmo tolerar a competição com eventuais plantas daninhas presentes na área. É bem conhecido em outras culturas, como por exemplo, cereais, que em diferentes estádios fenológicos, as plantas são mais sensíveis à aplicação destes produtos. Porém na cultura da cana, as informações relativas à tolerância a herbicidas não se encontram ainda pesquisadas de forma clara e conclusiva (CORREIA, 2006). Também devido ao fato das inúmeras variedades plantadas atualmente no Brasil, onde cada uma pode responder diferentemente a cada herbicida testado e a cada classificação de solo diferente.

Como a aplicação de herbicidas residuais em cana-de-açúcar ocorre durante praticamente durante o ano todo, a pulverização destes produtos pode ocorrer tanto em

solos secos quanto em solos úmidos, com boa disponibilidade de água. As características que permitem os herbicidas serem aplicados em solos secos sem perda de eficácia ou no período chuvoso sem haver a lixiviação do produto para fora da região de germinação do banco de sementes devem ser criteriosamente observadas para a seleção adequada para o sucesso do manejo de plantas daninhas nesta cultura (CHRISTOFFOLETI; LOPEZ-OJEVERO, 2005).

Ainda segundo os autores acima, os herbicidas de alta solubilidade em água, baixos Kow e Koc podem ser recomendados para aplicação em cana-de-açúcar em épocas secas. Dentre os herbicidas que apresentam estas características, pode-se citar: o amicarbazone, imazapic, imazapir, isoxaflutole, tebuthiuron e sulfentrazone.

Dentre os vários fatores que podem influenciar a eficiência dos herbicidas residuais, destaca-se, na presença da palha, a capacidade do herbicida em atingir o solo, que pode estar diretamente relacionada à ocorrência de precipitações após a aplicação do produto. Sendo que a capacidade de um herbicida residual em atingir o solo em sistemas com cobertura morta não depende apenas da solubilidade e volatilidade do produto. Assim, a quantidade e tipo de cobertura morta, intensidade e época da primeira chuva após a aplicação, bem como irrigações subseqüentes e as condições climáticas prevalecentes durante e após a aplicação, como o período sem chuva, também influenciam no comportamento desses herbicidas no solo (RODRIGUES, 1993).

Tofoli (2004) observou para o herbicida tebuthiuron aplicado sobre 10 t ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar, que quantidade total de produto lixiviada da palha com simulação de 65 mm de chuva nos diferentes períodos de permanência sem ocorrência de chuvas foram: 77, 55; 62, 15; 48, 08; 31, 82 e 26, 78% para os períodos de 0, 1, 7, 14 e 28 DAA, respectivamente. Assim, para alguns produtos verifica-se que a permanência sobre a palha por longos períodos sem chuvas, implica em reduções nas quantidades do herbicida carregado ao solo pela primeira chuva.

Este tipo de aplicação pode apresentar grandes vantagens, destacando-se a proteção do herbicida contra evapotranspiração e fotodecomposição. A manutenção de níveis estáveis e mais elevados de umidade do solo e redução das quantidades do herbicida retida pela palha, aumentando a disponibilidade no solo. Esta última

vantagem é sobremaneira relevante quando a aplicação é seguida de longos períodos sem chuvas (VELLINI; NEGRISOLI, 2000).

Referências

- ALCANTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. 4. ed. São Paulo: Prol, 1992. 162 p.
- ALCANTARA, P.B.; MATTOS, H.B. Caracterização de algumas variedades de soja-perene, *Glycine wightii* Wild. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 3, p. 87-93, 1976.
- ALMEIDA, F.S. Herbicidas residuais em diferentes sistemas de preparo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 596-601, 1992.
- ALVES, A.G.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Relações de erosão do solo com a persistência da cobertura vegetal morta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 127-132, 1995.
- ARÉVALO, R.A. **Plantas daninhas da cana-de-açúcar**. Araras: IAA; PLANALSUCAR – CONESUL, 1979. 46 p.
- BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R. Efeito do tamanho e do armazenamento na dormência de sementes de mucuna-preta. **Científica**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 97-104, 1988.
- BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. (Ed.). **The biology of weeds**. Oxford: Backwell Scientific, 1960. p. 133-142.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD, DND, CLAV, 1992. 365 p.
- CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. 114 p. (IAPAR. Circular, 80).
- CARMONA, R. Problemática e manejo de banco de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 10, n. 1/2, p. 5-16, 1992.
- CARVALHO, L.C.C. Cenário-sucroalcooleiro – após a transição. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**. Piracicaba, v. 17, n. 3, p. 12-13, 2008.

CARVALHO, S.J.P. **Características biológicas e suscetibilidade a herbicidas de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus***. 2006. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LOPEZ-OVEJERO, R.F. **Dinâmica dos herbicidas aplicados no solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: BASF, 2005. 49p.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; CARVALHO, S.J.P.; LOPEZ-OVEJERO, R.F.; NICOLAI, M.; HIDALGO, E.; SILVA, J.E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 3, p. 383-389, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Data de acesso: 15 dez.2010.

CORREIA, N.M. **Dinâmica e eficácia da mistura formulada de diuron e hexazinona no sistema de produção de cana-de-açúcar**. 2006. 150 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2006.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.

CORREIA, N.M.; REZENDE, P.M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: Ed. UFLA, 2002. 55 p. (Boletim Agropecuário, 51).

DEUBER, R. Botânica das plantas daninhas. In: DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. cap. 3, p. 31–73.

EGLEY, G.H.; DUKE, S.O. Physiology of weed seed dormancy and germination. In: DUKE, S.O. **Weed physiology**. I. Reproduction and Ecophysiology. Flórida: CRC Press, 1985. p. 27-64.

EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. **Forragicultura**. Lavras: UFLA, 1998. 246 p.

FORNAROLLI, D.A.; RODRIGUES, I.I.; VALÉRIO, M.A. Influencia da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazina. **Planta Daninha**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 97-107, 1998.

GARCIA, F.C.P.; MONTEIRO, R. *Leguminosae-Papilionidae* de uma floresta pluvial de planície costeira. **Naturalia**, São Paulo, v. 22, p. 17-60, 1997.

GAZZIERO, D.L.P. Controle de plantas daninhas: Aspectos ecológicos e tecnológicos. In: PRIMEIRAS JORNADAS BIACIONALES DE CERO LABRANZA, 1990. Chéquen. **Anais...** Concepción: Sociedad de Conservación de Suelos de Chile, 1990. p. 132-150.

GAZZIEIRO, D.L.P.; ADEGAS, F.S.; FRETE, C.F.S.; RALISH, R.; GUIMARÃES, M.F. **As plantas daninhas e a semeadura direta**. EMBRAPA Soja. Londrina, PR. 2001. 59p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. Acesso em: 07 nov. 2010.

KISSMANN, K.G. Herbicidas: passado, presente e futuro. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 11-12.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999. v.2 978 p.

KOGAN, M.A. **Malezas: ecofisiologia y estratégias de control**. Santiago: Pontificia Universidad Católica, 1992. 402 p.

KUVA, M.A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferências das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.1, p. 37-44, 2003.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; SALGADO, T.P.; ALVES, P.L.C.A. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.

LORENZI, H. Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988. Piracicaba. **Anais...** São Paulo: COPERSUCAR, 1988. p. 281-301.

LORENZI, H. Efeito da palha de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 19., 1993. Londrina. **Resumos...** Londrina: SBCPD, 1993. p. 28-29.

LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: Plantas daninhas na lavoura do nordeste brasileiro. In: ENCONTRO TÉCNICO GOAL, CANA-DE-AÇÚCAR, 4., 1995. Recife. **Anais...** Recife: Editora, 1995. 23p.

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

MACHADO, F.B.P. Brasil. A doce terra. Disponível em: <http://www.canaweb.com.br/conteudo/historiadosetor.htm>. Acesso em: 15 nov. 2010.

MAEDA, J.A.; LAGO, A.A. Germinação de sementes de mucuna-preta após tratamento para superação de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 8, n. 1, p. 79-84, 1986.

MARTINS, D.; VELLINI, E.D.; SOUZA, L. de. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 151-161, 1999.

MARTINS, B.A.B. **Biologia e manejo da planta daninha *Borreira densiflora* DC.** 2008. 169 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MELLENDEZ, J.A.M. **Efeito da cobertura do solo no controle de plantas daninhas na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L).** 1990. 104 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

MEYER, L.D.; WISCHMEIER, W.H. FOSTER, G.R. Mulches rate requires for erosion control on steep slopes. **Proceedings Soil Science of America**, cidade, v. 34, p. 928-931, 1970.

MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. São Paulo: Nobel; EDUSP, 1983. 198 p.

MUSIL, A.F. **Identificação de plantas cultivadas e silvestres**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1997. 299 p.

NAKAGAWA, J.; CAVARINI, C. Efeitos do tamanho de sementes de *Stizolobium aterrimum*. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, p. 213-217, 2005.

NAKAGAWA, J.; CAVARINI, C.; ZUCARELI, C., SALUM, J.D. Ocorrência de sementes duras durante a maturação de mucuna-preta. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 107-114, 2006.

NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A.L.; VELLINI, E.D.; SILVA, M.A.S. Dinâmica de diuron em palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 23., 2002. Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p. 157.

NOVO, M.C.S.S.; VICTÓRIA FILHO, R.; LAGO, A.A.; LANGBECK, F.M. Efeito da quantidade de palha de cana-de-açúcar e do tamanho do tubérculo na brotação e no desenvolvimento da parte aérea de *Cyperus rotundus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 24., 2004. São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBCPD, 2004a. p. 19.

NOVO, M.C.S.S.; VICTÓRIA FILHO, R.; LAGO, A.A.; LANGBECK, F.M. Efeito da quantidade de palha de cana-de-açúcar e do tamanho do disseminulos no desenvolvimento da parte aérea de *Cyperus rotundus*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 24., 2004. São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBCPD, 2004b. p.19.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento Fitossociológico de Plantas Daninhas em Áreas de Produção de Cana de Açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

OLIVEIRA, F.N.S.; LIMA, A.A.C.; COSTA, J.B.A. **Adubação verde**: alternativas para solos arenosos do Nordeste. Fortaleza: EMBRAPA, 1998. 3 p. (Comunicado Técnico, 25).

PEREIRA, J.M. Produção e persistência de leguminosas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 2., 2001. Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 111-142.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 23, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1995. Florianópolis. **Palestras...** Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p. 5-12.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F.A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150p.

PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras**. Campinas: IAC, 1979. 343 p.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar**: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Barros e Marques, 2004. 302p.

ROSSI, C.V.S. **Dinâmica e eficácia no controle de plantas daninhas pelo herbicida metribuzin aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar**. 2004. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, Botucatu, 2004.

ROSSI, C.V.S.; VELLINI, E.D.; PIVETTA, J.P.; CORRÊA, M.R.; SILVA, F.M.L.; FOGANHOLI, L.A.P.; NEGRISOLI, E. Efeito da presença de palha da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) (cana crua) sobre a germinação de plantas daninhas. In: CONGRESSO BARSILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 25., 2006. Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD, 2006a. p. 326.

ROSSI, C.V.S.; VELLINI, E.D.; PIVETTA, J.P.; CORRÊA, M.R.; SILVA, F.M.L.; FOGANHOLI, L.A.P.; NEGRISOLI, E. Efeito da presença de palha da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) (cana crua) sobre a germinação de plantas daninhas em época úmida. In: CONGRESSO BARSILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 25., 2006. Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD, 2006b. p. 346.

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

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

SILVA, J.R.V.; COSTA, N.V.; MARTINS, D. Efeitos da palhada em cultivares de cana-de-açúcar na emergência de *Cyperus rotundus*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21. n. 2, p. 373-380, 2003.

SOUZA, M.F.P.; YAMASHITA, O.M. Potencial alelopático de mucuna-preta sobre germinação de alface e picão-preto. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 4, n. 1, p. 23-28, 2006.

STECKEL, L.E.; SPRAGUE, C.L.; STOLLER, E.W.; WAX, L.M. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. **Weed Science**, Lawrence, v. 52, p. 217-221, 2004.

TAKAR, C.; SINGH, H.N. Xibalamine (*Ipomoea hederacea*), a menace to sugarcane. **Horticultural Abstracts**, Assan, v. 24, p. 530, 1954.

TANG, M.; HERNÁNDEZ, L.; HERNÁNDEZ, C.A. *Neonotonia wightii* e Arn. Lackey. **Pastos y Forages**, Matanzas, v. 10, p. 1-24, 1987.

TAYLORSON, R.B.; BORTHWICH, H.A. Light filtration by foliar canopies: significance for light-controlled weed seed germination. **Weed Science**, Lawrence, v. 17, n. 1, p. 48-51, 1969.

TOFOLI, G.R. **Deposição e lixiviação do herbicida tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar**. 2004. 55p. Tese (Doutorado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

TRANI, P.E.; BULISANI, E.A.; BRAGA, N.R. **Adubação verde**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1989. 13 p. (CATI. Boletim Técnico, 197).

VELLINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S. Efeito da palha de cana-de-açúcar sobre a germinação das principais plantas daninhas gramíneas desta cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000. Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2000. p. 15.

VELLINI, E.D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana-crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

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

VIDAL, R.A.; THEISEN, G. Efeito da cobertura do solo sobre a mortalidade de sementes de capim-marmelada em duas profundidades de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, p. 339-344, 1999.

WILLIAMS, M.C. Purposefully introduced plants that have become noxious or poisonous weeds. **Weed Science**, Lawrence, v. 28, p. 300-305, 1980.

WUTKE, E.B. **Adubação verde**: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no estado de São Paulo. In: CURSO SOBRE ADUBAÇÃO VERDE NO INSTITUTO AGRONÔMICO, 1., 1993. Campinas. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. p. 17-29. (Documento IAC, 35).

ZIMDAHL, R.L. **Fundamentals of weed science**. Fort Collins: Academic Press, 1999. 556 p.

3 EMERGÊNCIA DE *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* E *Stizolobium aterrimum* SOB DIFERENTES PROFUNDIDADES DE SEMEADURA E QUANTIDADES DE PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo

A palha de cana-de-açúcar deixada no solo no processo de colheita mecanizada de cana-crua pode selecionar com o tempo, algumas espécies que são menos afetadas com a presença da palha, tornando-se importantes problemas nos canaviais. Entre estas, estão diversas espécies da família *Convolvulaceae* e outras com potenciais esporádicos, como *Neonotonia wightii* (soja-perene) e *Stizolobium aterrimum* (mucuna-preta) por também serem plantas com caules volúveis e com hábito trepador. No entanto, as informações sobre germinação e emergência para as sementes dessas espécies são escassas, sendo necessários estudos adicionais. Sendo assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da profundidade de semeadura e da condição de cobertura do solo e das sementes com a palha proveniente da colheita mecanizada de cana-de-açúcar na emergência das plantas daninhas *M. cissoides*, *N. wightii* e *S. aterrimum*. Foram realizados dois lotes de três experimentos cada. No primeiro lote de experimentos, os tratamentos foram organizados em esquema fatorial 4x2, considerando-se quatro condições de semeadura (i. semeado no solo e sem palha; ii. sobre a palha; iii. sob a palhada e sobre o solo; e iv. sob a palha e semeado no solo) e duas quantidades de cobertura de palha (10 e 15 t ha⁻¹). A palha de cana-de-açúcar utilizada para cobertura das parcelas foi proveniente da variedade RB815156, recolhida logo após a colheita mecânica. Os tratamentos do segundo lote de experimentos contemplaram cinco níveis de profundidade de semeadura das sementes (0, 20, 40, 60 e 80 mm). Todos os experimentos foram desenvolvidos com delineamento experimental de blocos ao acaso, utilizando-se quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com 190 mm de diâmetro, 150 mm de altura e capacidade para 2,8 litros. A emergência das plântulas foi verificada semanalmente até 21 dias após a semeadura (DAS). Houve maior emergência das espécies *Merremia cissoides* e *Neonotonia wightii* nas parcelas sem a camada de palha, e em menores profundidades de alocação das sementes no solo, demonstrando que apesar de serem plantas daninhas problemáticas em áreas de cana crua, possuem sua emergência afetada pelas condições de palha e profundidade da semente no solo. Para a espécie *S. aterrimum*, não houve efeito de nenhum dos tratamentos, indicando ser uma planta altamente adaptada para as condições de colheita mecanizada e profundidade de alocação das sementes, podendo ser um problema exponencial para o manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Profundidade da semente; Cana crua; Soja perene; Mucuna-preta

Abstract

The straw of sugar cane left in the soil in the process of mechanically harvested of raw sugar cane can select over time, some species that are less affected by the presence of straw, becoming major problems in the fields. Among these, there are several species of *Convolvulaceae* and others with sporadic potential, as *Neonotonia wightii* (perennial soy) and *Stizolobium aterrimum* (black mucuna) for also being plants with twining stems and climbing habit. However, the information about germination and emergence for the seeds of these species are scarce, and being necessary. Thus, this work was developed with objective to evaluate the influence of sowing depth and condition of ground cover and seed with straw from the mechanical crop of sugar cane in weed emergence *M. cissoides*, *N. wightii* and *S. aterrimum*. It was made two batches of three experiments each. In the first batch of experiments, the treatments were arranged in a 4x2 factorial arrangement, considering four conditions for planting (i. sown in the soil without straw; ii. on the straw; iii. under the mulch and on the soil; iv. under the straw and sown in the soil) and two quantities of straw cover (10 and 15 t ha⁻¹). The straw of sugar cane used to cover the plots was derived from the variety RB815156, collapsed shortly after the mechanical harvest. The treatments of the second batch of experiments contemplated five levels of depth of sowing seeds (0, 20, 40, 60 and 80 mm). All experiments were developed with randomized blocks, using four replicates. The experimental units were consisted of plastic pots with 190 mm diameter, 150 mm in height and capacity for 2.8 liters. Seedling emergence was checked weekly until 21 days after sowing (DAS). There was a greater emergence of the species *Merremia cissoides* and *Neonotonia wightii* in plots without the layer of straw, and in lower depths of allocation of seeds in the soil, showing that despite being problematic weeds in fields of cane, has their emergency affected by the conditions of straw and depth of seed in the soil. For the species *S. aterrimum*, there wasn't any effect of treatment, indicating being a plan highly adapted to the conditions of harvest and allocation depth of seed, it might be an exponential problem for the management of weeds in sugarcane.

Keywords: Depth of seed; Straw; Sugar cane; Perennial-soy; Black-mucuna

3.1 Introdução

A colheita mecanizada da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) sem queima prévia da palha, tem sido cada vez mais utilizada no Brasil e tende a abranger quase que a totalidade das áreas ocupadas pela cultura, pois proporciona benefícios operacionais e ambientais. A adoção desse sistema de colheita tem modificado as técnicas de cultivo,

adotando o uso de maiores espaçamentos e a deposição da palha sobre o solo, o que influi na ocorrência e no manejo das plantas daninhas (VELLINI; NEGRISOLI, 2000).

Neste sistema de colheita, a camada de palha deixada pelas colhedoras funciona como barreira física para plântulas em emergência, altera o balanço hídrico, modifica a quantidade e qualidade de luz que atinge a superfície do solo e interfere na amplitude térmica do solo, além de proporcionar a liberação de compostos alelopáticos (CHRISTOFFOLETI et al., 2007). Com implicação direta na emergência de muitas espécies de plantas daninhas, como no caso de coberturas mortas que se apresentam por ocasião do corte mecanizado da cana-de-açúcar. As coberturas podem provocar efeito indutor ou redutor na germinação das sementes e emergência de plântulas, dependendo da espécie constituinte da palha e da densidade de cobertura (PITELLI, 1995; CORREIA; REZENDE, 2002).

Para Correia (2005), resíduos vegetais mantidos na superfície do solo alteram a umidade, luminosidade e temperatura do solo, principais elementos para germinação de sementes. Também, o processo de decomposição da cobertura morta na superfície do solo libera uma série de compostos orgânicos, denominados aleloquímicos, que podem interferir na germinação e emergência das plantas daninhas. Os níveis de interferência normalmente variam em razão da quantidade, composição e velocidade de decomposição dos resíduos.

Com o aumento da área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente também tem proporcionado alterações na flora infestante, selecionando plantas com capacidade de germinar sob a camada de palha, com destaque para *Euphorbia heterophylla* e espécies da família *Convolvulaceae* (PITTELI; DURIGAN, 2001; AZANIA et al., 2002; CORREIA; DURIGAN, 2004; CAVENAGHI et al., 2007; CHRISTOFFOLETI et al., 2007).

Segundo Vellini e Negrisoli (2000) também relataram que a exigência de maior ou menor amplitude térmica do solo constitui-se no estímulo mais eficiente para germinação das plantas, uma vez que a redução da amplitude térmica proporcionada pelo acúmulo de palha no solo, nas quantidades de 7,5 ou 15 t ha⁻¹, contribuiu satisfatoriamente para a redução da incidência de algumas espécies dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. Sendo que, por meio, desse mecanismo, algumas espécies de plantas daninhas conseguem a emergência, quando as reservas são suficientes para

alcançar a superfície (MAGUIRE, 1962; EGGLEY; DUKE, 1985).

Diversos trabalhos têm comprovado a eficiência da cobertura morta na supressão de algumas espécies de plantas daninhas.

É importante ressaltar que as espécies menos afetadas pela presença de palha podem ser selecionadas com o tempo, tornando-se importantes problemas futuros nos canaviais (GRAVENA et al., 2004). Ainda nesse sentido, Correia e Durigan (2004) observaram que a espécie *I. quamoclit* aumentou a sua densidade populacional em áreas de cana crua.

Além da presença da palha, a profundidade no solo em que uma semente é capaz de germinar e produzir plântula é variável entre as espécies e apresenta importância ecológica e agrônômica (GUIMARÃES et al., 2002). Muitas espécies de plantas daninhas, principalmente as que possuem sementes com poucas reservas, germinam quando dispostas em pequenas profundidades no solo, pois, em sua maioria, necessitam do estímulo luminoso devido ao fato de que a luz é fortemente atenuada à medida que a profundidade no solo aumenta. Normalmente sementes dessas espécies não são capazes de emergir em maiores profundidades. No entanto, há espécies que não necessitam do estímulo luminoso para dar início ao processo de germinação e que podem, portanto, emergir a partir de maiores profundidades. Esse fato possibilita a estas espécies maior capacidade de sobrevivência em áreas com perturbações por tratamentos culturais e pode também ter implicações importantes relacionadas ao seu controle por herbicidas aplicados ao solo (CANOSSA et al., 2007).

O conhecimento da profundidade na qual a plântula é capaz de emergir pode permitir a adoção de práticas de manejo pertinentes como, por exemplo, o emprego de métodos mecânicos associados ou não a métodos químicos (TOLEDO et al., 2003). E poucos estudos foram realizados no Brasil com o intuito de elucidar os mecanismos envolvidos na emergência de plantas daninhas, bem como com a profundidade máxima a partir da qual as sementes são capazes de emergir.

Considera-se que a profundidade de enterrio de sementes viáveis de plantas daninhas no solo e a cobertura vegetal morta têm efeito variável sobre a emergência de acordo com a espécie. Sendo assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da profundidade de semeadura e da condição de cobertura do solo e

das sementes com duas quantidades de palha proveniente da colheita mecanizada de cana-de-açúcar, na emergência das plantas daninhas *M. cissoides*, *N. wightii* e *S. aterrimum*.

3.2 Material e Métodos

Os experimentos foram desenvolvidos em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP (22° 42' 30" latitude sul, 47° 38' 00" longitude oeste e 546 m de altitude), no mês de março de 2010. Dois lotes de três experimentos foram desenvolvidos, em que o primeiro lote correspondeu ao estudo da emergência das plantas daninhas após diferentes posicionamentos das sementes em relação à camada de palha e ao solo; e o segundo lote avaliou a emergência das espécies em diferentes profundidades de semeadura no solo.

Todos os experimentos foram desenvolvidos com delineamento experimental de blocos ao acaso, utilizando-se quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com 190 mm de diâmetro, 150 mm de altura e capacidade para 2,8 litros. O fundo dos vasos foi vedado com papel-filtro para evitar a perda de solo, que poderia proporcionar heterogeneidade às parcelas. Cada experimento correspondeu ao estudo de uma espécie, sendo estas: *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum*. As sementes de *M. cissoides* foram adquiridas comercialmente da empresa AgroCosmos Produção e Serviços Rurais Ltda. (Engenheiro Coelho - SP) e as sementes de *N. wightii* e *S. aterrimum* foram adquiridas junto a empresa Sementes Piraí Ltda. (Piracicaba – SP).

No primeiro lote de experimentos, os tratamentos foram organizados em esquema fatorial 4x2, considerando-se quatro condições de semeadura (i. semeado no solo e sem palha; ii. sobre a palha; iii. sob a palhada e sobre o solo; e iv. sob a palha e semeado no solo) e duas quantidades de cobertura de palha (10 e 15 t ha⁻¹). Os tratamentos do segundo lote de experimentos contemplaram cinco níveis de profundidade de semeadura das sementes (0, 20, 40, 60 e 80 mm).

As sementeiras foram realizadas distribuindo-se seis sementes de *M. cissoides*, quatro sementes de *S. aterrimum* e 12 sementes de *N. wightii* por vaso nas profundidades desejadas e cobrindo-as com solo até altura pré-delimitada, constante para todas as parcelas; e nas parcelas com palha de cana crua, com as respectivas quantidades proporcionais.

A palha de cana-de-açúcar utilizada para cobertura das parcelas foi proveniente da variedade RB815156, recolhida logo após a colheita mecânica de área da Usina Iracema, em Iracemápolis - SP. Em seguida, a palha foi picada e secada à sombra, em casa-de-vegetação, durante quatro dias. O solo dos vasos foi inicialmente irrigado até a saturação e posteriormente sua umidade foi controlada diariamente, sendo irrigados sempre que se julgou necessário, sem a ocorrência de deficiência hídrica. O solo utilizado, de textura franco-arenosa, foi coletado em área experimental pertencente à ESALQ/USP, sendo peneirado para a retirada de torrões. As características químicas do solo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 3.1 - Propriedades químicas¹ do solo utilizado nos experimentos. Piracicaba, 2010

M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	m	pH
g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc dm ⁻³							%		CaCl ₂
27	9	1,7	26	9	22	0	36,7	58,7	63	0	5,0

¹M.O. – matéria orgânica; SB – saturação por bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; m – saturação por alumínio.

A emergência das plântulas foi verificada semanalmente até 21 dias após a sementeira (DAS). Calculou-se a porcentagem total de emergência para cada unidade experimental, em cada semana avaliada, bem como a massa seca da espécie *S. aterrimum* ao final das avaliações. Separadamente para cada experimento, os dados foram submetidos à aplicação do teste F na análise da variância. Quando foram identificados efeitos significativos da cobertura do solo, os níveis deste fator foram comparados por meio do teste de Tukey, com 5% de significância. Quando significativos, os resultados das diferentes profundidades foram ajustados a regressões polinomiais.

3.3 Resultados e Discussão

Com a aplicação do teste 'F' na análise da variância, no primeiro lote de tratamentos, constatou-se significância do fator cobertura do solo e condição de semeadura em relação à palha da cana-de-açúcar para *M. cissooides* e *N. wightii*. Para a espécie *S. aterrimum* não se constatou efeito de nenhum tratamento (Tabelas 3.2, 3.3 e 3.4).

Para a espécie *M. cissooides*, observou-se influência do efeito de cobertura de palha, em que menor emergência foi constatada para as sementes depositadas sobre a palha ou enterradas no solo sob a palha (Tabela 3.2). Quando as sementes foram dispostas sobre o solo e cobertas com palha, não houve diferença em relação à testemunha sem palha (Tabela 3.2). Diferentemente dos resultados encontrados por Labonia (2009), que não observou redução da emergência de plântulas de *M. cissooides* sob a camada de palha de cana-de-açúcar. Em relação às duas quantidades de palha utilizadas no experimento, a espécie teve menor emergência no tratamento com maior volume de palha.

Tabela 3.2 - Emergência acumulada (%) de *Merremia cissooides* influenciada pela quantidade de palha de cana-de-açúcar e pelo posicionamento da semente em relação à cobertura e ao solo, avaliada aos 21 dias após semeadura. Piracicaba, 2010

Condição	Quantidade de Palha ¹		Média
	10 t ha ⁻¹	15 t ha ⁻¹	
Sem palha	37,5	33,3	35,4 A
Semeadura sobre a palha	4,2	4,2	4,2 B
Semeadura sobre o solo, sob a palha	33,3	29,2	31,3 A
Semeadura sob o solo, sob a palha	29,2	4,2	16,7 B
Média	26,0 a	17,7 b	--
F _{palha}		4,722*	
F _{cond}		15,347**	
F _{int}		2,993 ^{ns}	
CV (%)		35,19	

*Teste F significativo a 5%; **Teste F significativo a 1%; ^{ns}Teste F não significativo; ¹Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, com 5% de significância; Dados originais apresentados, porém previamente transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

Observaram-se efeitos isolados da cobertura do solo e da condição de alocação das sementes, contudo sem interação destes (Tabela 3.2). A ocorrência de efeito das médias de quantidade de palha sobre o solo na aplicação do teste 't'. Indicou maior adaptação da espécie para emergir em solo sem palhada superficial (Tabela 3.2). Resultado semelhante também foi encontrado por Azania et al. (2002), que observaram redução de 46% sobre a germinação de *I. quamoclit* sob palha quando comparado à ausência de palha.

Considerando-se a profundidade de semeadura, a emergência máxima ajustada da espécie foi de apenas 24,5%, ocorrendo redução de emergência de plântulas quando as sementes foram alocadas a 40, 60 e 80 mm de profundidade (Figura 3.1). A redução das variáveis foi expressiva quando se alocaram sementes em maior profundidade, com ausência de emergência para sementes distribuídas a 80 mm (Figura 3.1). Esse decréscimo na emergência em maiores profundidades também foi constatado por Labonia et al. (2009), que observaram que a espécie *M. cissoides* teve emergência menor que 5% em 40 mm e nenhuma emergência aos 80 mm de profundidade. Resultados também observados para outras espécies, onde um estudo com a planta daninha *I. lacunosa*, Oliveira e Norsworthy (2006), obtiveram decréscimo de emergência significativo conforme aumentaram a profundidade das sementes no solo, chegando à germinação de 50% a 40 mm de profundidade e apenas 4% a 100 mm.

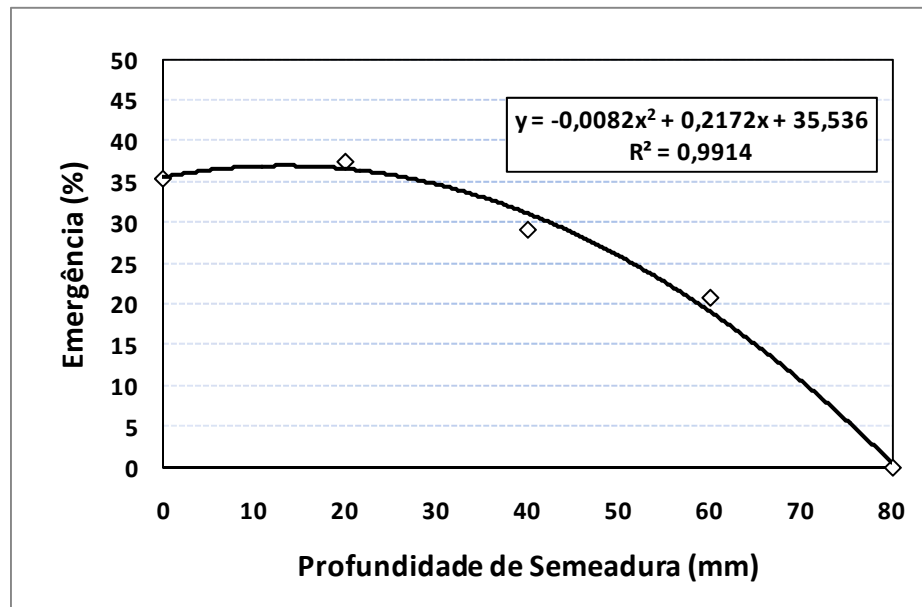


Figura 3.1 - Emergência (%) acumulada de *Merremia cissoides* aos 21 dias após semeadura em diferentes profundidades. Piracicaba, 2010

Isso indica que as sementes da espécie possuem habilidade de germinar em condição de menor disponibilidade de luz e menor amplitude térmica, sob a camada de palha, por exemplo. Condição semelhante foi observada para *I. nil* por Labonia (2009). Esta característica de germinação e emergência pode conferir vantagens adaptativas para infestações de áreas de cana-de-açúcar com colheita sem queima. Estes resultados estão em concordância com Azania et al. (2003), que estudaram o comportamento de espécies dos gêneros *Ipomoea* e *Merremia* submetidas à germinação sob camada de 15 t ha⁻¹ de palha de cana-de-açúcar. Constataram que, dentre todas as espécies estudadas, *I. hederifolia* foi a que teve a germinação menos comprometida pela camada de palha.

Essa tendência de decréscimo na emergência em maiores profundidades também tem sido constatada em outras espécies da família *Convolvaceae*. Trabalhando com três espécies de *Ipomoea*, Gomes et al. (1978) obtiveram o máximo de emergência das sementes na faixa de profundidade entre 13 e 25 mm para as três espécies, chegando a obter reduções na germinação da margem de 80% à profundidade de 75 mm. Resultados semelhantes foram encontrados por Labonia (2009), que observou maiores níveis de emergência para *M. cissoides* e *I. grandifolia* quando as sementes foram distribuídas na superfície das parcelas. Outros autores

também observaram taxas maiores na emergência de plantas daninhas quando estas foram semeadas em profundidades superficiais (TILLMAN et al., 1994; SILVA et al., 2009; GONÇALVES et al., 2010).

Diferentemente dos resultados obtidos por esses autores, em geral, todas as espécies deste presente trabalho tiveram maiores porcentagens de germinação na superfície do solo do que quando enterradas. A planta daninha buva (*Conyza bonariensis*), de forma semelhante, emergiu predominantemente a partir da superfície do solo ou à profundidade de 5 mm, em solo de textura franca-arenosa (WU et al., 2007). Outros autores também observaram comportamento semelhante para outras espécies de plantas daninhas. Martins (2008) estudando *Borreria densiflora*; Dias et al. (2008) avaliando *Commelina benghalensis*; Wilson et al. (2006) estudando *Murdannia nudiflora*; Carvalho et al. (2005) trabalhando com *Chloris polydactyla* e Carmona (1993) estudando *Rumex crispus* concluíram que as sementes das espécies estudadas emergiram melhores sobre a superfície, quando comparadas com as sementes enterradas.

Considerando-se *N. wightii*, foi observado efeito da profundidade de semeadura e de condição de semeadura em relação à palha e ao solo (Tabela 3.3). Os resultados indicaram que as sementes desta espécie não possuem características que lhe permitem germinar em qualquer condição, como sob a camada de palha, por exemplo. Foi observado que esta espécie tem sua emergência afetada pela quantidade de palha e principalmente pela posição da semente em relação ao solo e a camada de palha. Em relação à testemunha sem palha, houve redução de emergência em todas as parcelas com palha. Estes índices indicam que as sementes desta espécie estão muito mais adaptadas a germinar em superfície, provavelmente por consequência da maior disponibilidade de luz e temperatura.

Como a germinação das sementes é regulada pela interação das condições ambientais, houve redução na emergência causada pela posição das sementes sob as camadas de solo e palha. Quando as sementes foram lançadas sobre a camada de palha, não houve emergência alguma, demonstrando que é uma espécie que tem sua emergência facilmente limitada de acordo com as condições ambientes e culturais (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Emergência acumulada (%) de *Neonotonia wightii* influenciada pela quantidade de palha de cana-de-açúcar e pelo posicionamento da semente em relação à cobertura e ao solo, avaliada aos 21 dias após semeadura. Piracicaba, 2010

Condição	Quantidade de Palha ¹		Média
	10 t ha ⁻¹	15 t ha ⁻¹	
Sem palha	52,1	45,8	49,0 A
Semeadura sobre a palha	0,0	0,0	0,0 C
Semeadura sobre o solo, sob a palha	2,1	2,1	2,1 C
Semeadura sob o solo, sob a palha	20,8	12,5	16,6 B
Média	18,7 a	14,6 b	--
F _{palha}		4,349*	
F _{cond}		149,633**	
F _{int}		0,733 ^{ns}	
CV (%)		21,55	

*Teste F significativo a 5%; **Teste F significativo a 1%; ^{ns}Teste F não significativo; ¹Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, com 5% de significância; Dados originais apresentados, porém previamente transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

Ao comparar a emergência de *N. wightii*, em diferentes profundidades de semeadura, observou-se redução severa conforme se aumentou a profundidade, chegando a níveis de 9% de emergência aos 60 mm de profundidade e aos 80 mm não houve emergência, mostrando que esta planta é altamente afetada pela profundidade de semeadura (Figura 3.2). Estes resultados estão em concordância com Gomes et al. (1978), que trabalhando com outras espécies do gênero *Ipomoea*, obtiveram o máximo de emergência das sementes na faixa de profundidade entre 13 e 25 mm para as três espécies, chegando a obter reduções na germinação da ordem de 80% à profundidade de 75 mm. Resultados semelhantes também foram observados por Labonia et al. (2009) que também encontraram severa redução na emergência de *M. cissooides*, *I. triloba*, *I. quamoclit* e *I. nill* conforma foram aumentando-se a profundidade de enterrio das sementes, onde ambas estas espécies não emergiram aos 80 mm.

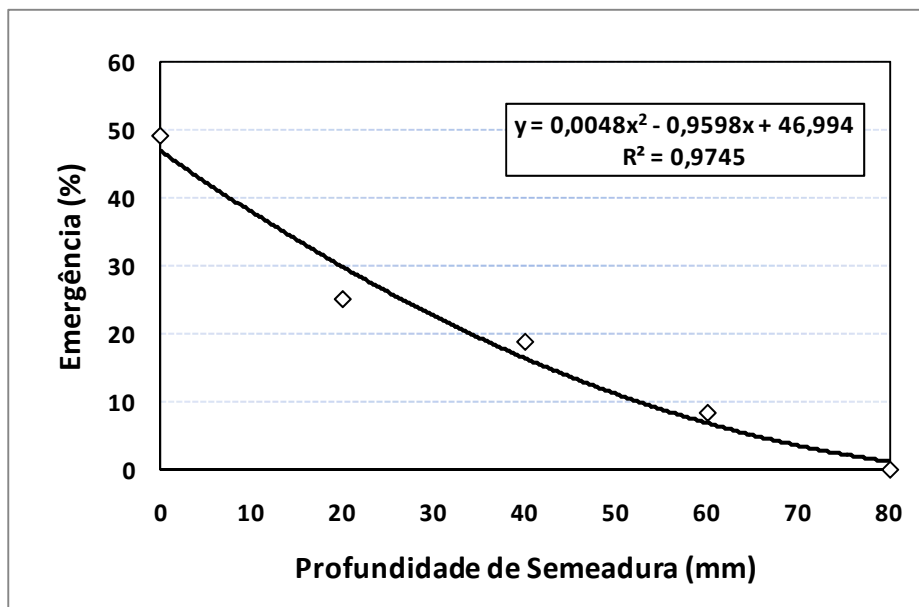


Figura 3.2 - Emergência (%) acumulada de *Neonotonia wightii* aos 21 dias após semeadura em diferentes profundidades. Piracicaba, 2010

Assim sendo, houve maior emergência das espécies *M. cissoides* e *N. wightii* nas parcelas sem a camada de palha, e em menores profundidades de alocação das sementes no solo, demonstrando que apesar de serem plantas daninhas problemáticas em áreas de cana crua, possuem sua emergência afetada pelas condições de palha e profundidade da semente no solo. O fato de estas espécies apresentarem melhores germinações em superfície pode dever-se ao fato de que nessa condição, há maior presença de luz, além do fato de haver menor impedimento físico à germinação e maior alternância de temperatura, condição mostrada no trabalho de Labonia et al. (2009).

Entre os experimentos (espécies), condição diferenciada foi observada para *S. aterrimum* (Tabela 3.4). Para a variável cobertura de solo pela palha e diferentes condições de alocação das sementes, não houve redução de emergência em relação às quantidades de palha e posicionamento das sementes em relação ao solo e camada de palha. Portanto, trata-se de uma espécie altamente adaptada para as condições de colheita mecanizada, pois resíduos vegetais mantidos na superfície do solo alteram a umidade, luminosidade e temperatura do solo, principais elementos para germinação de sementes. Além disso, o processo de decomposição da cobertura morta na superfície do solo libera uma série de compostos orgânicos, denominados aleloquímicos, que também podem interferir na germinação e emergência das plantas daninhas, sendo os

níveis de interferência normalmente variáveis em razão da quantidade, composição e velocidade de decomposição dos resíduos (CORREIA, 2005).

Tabela 3.4 - Emergência acumulada (%) de *Stizolobium aterrimum* influenciada pela quantidade de palha de cana-de-açúcar e pelo posicionamento da semente em relação à cobertura e ao solo, avaliada aos 21 dias após semeadura. Piracicaba, 2010

Condição	Quantidade de Palha ¹		Média
	10 t ha ⁻¹	15 t ha ⁻¹	
Sem palha	93,8	81,3	87,5
Semeadura sobre a palha	68,8	68,8	68,8
Semeadura sobre o solo, sob a palha	75,0	93,8	84,4
Semeadura sob o solo, sob a palha	81,3	87,5	84,4
Média	79,7	82,8	--
F _{palha}		0,289 ^{ns}	
F _{cond}		1,898 ^{ns}	
F _{int}		1,222 ^{ns}	
CV (%)		10,68	

*Teste F significativo a 5%; **Teste F significativo a 1%; ^{ns}Teste F não significativo; ¹Médias seguidas por letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, com 5% de significância; Dados originais apresentados, porém previamente transformados por $\sqrt{x+0,5}$.

Para a variável profundidade, diferentemente das espécies *M. cissoides* e *N. wightii*, não foi observado efeito de redução na emergência para a espécie *S. aterrimum* (Tabela 3.4 e Figura 3.3A), pois não se observaram efeitos da profundidade de alocação da semente no solo. Também não foi constatado efeito da profundidade de semeadura na massa seca (Figura 3.3B). Concordando com os resultados encontrados para a planta daninha *Cassia occidentalis*, conhecida como fedegoso ou mata-pato, que apresentou boa capacidade de emergir na profundidade de 80 mm, podendo esta característica, ser relacionada, com o tamanho da semente (SOUZA FILHO et al., 1998; YAMASHITA et al., 2005). Para Canossa et al. (2007), a luz é fortemente atenuada à medida que a profundidade do solo aumenta. Normalmente, sementes com poucas reservas não são capazes de emergir em maiores profundidades, porém sementes com grandes reservas, como é o caso da *S. aterrimum*, são capazes de emergir de profundidades maiores.

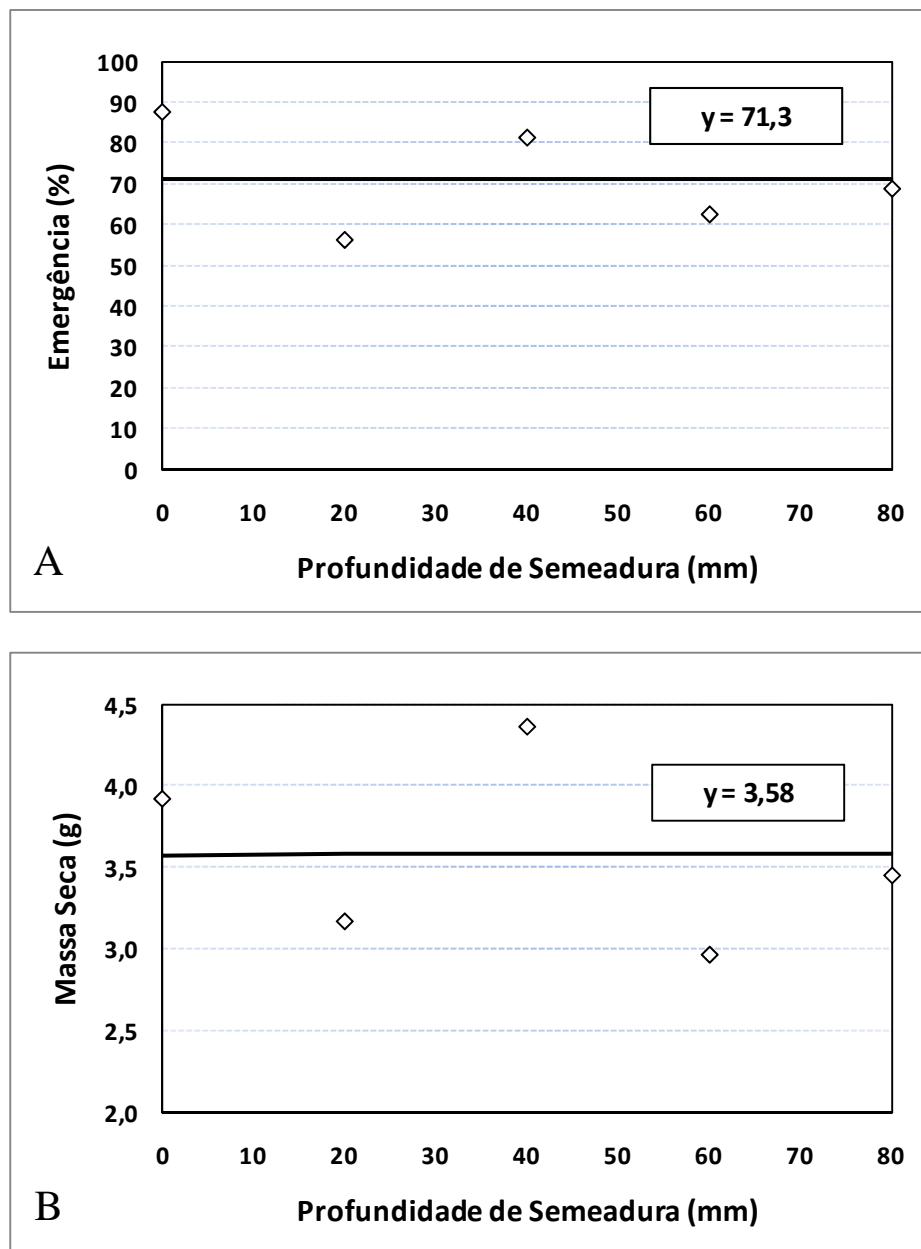


Figura 3.3 - Emergência (A) e massa seca (B) acumulada de *S aterrimum* aos 21 dias após sementeira em diferentes profundidades. Piracicaba, 2010

Alguns autores estudaram o efeito da profundidade de enterrio de sementes das espécies do gênero *Ipomoea*, porém, não foram encontrados experimentos com as duas espécies estudadas neste trabalho, como a *N. wightii* e *S aterrimum*. Corroborando com os resultados da *S aterrimum* neste trabalho, já foram relatadas a germinação e emergência de *Ipomoea purpurea* a profundidades superiores a 80 mm

(WILSON; COLE, 1966). Em condições de campo, *I. purpurea* e *I. hederacea* tiveram emergência superior a 50% quando enterradas a profundidade de 75 mm. Porém, a emergência máxima em casa-de-vegetação ocorreu em profundidades entre 13 e 25 mm e 25 a 50 mm em experimento de campo (WILSON; COLE, 1966). Trabalhando com *I. turbinata*, Chandler et al. (1977) obtiveram emergência máxima de sementes na faixa de profundidade entre os 25 e 75 mm, ainda com 40% de emergência ocorrendo aos 150 mm.

O fato da espécie *S. aterrimum* emergir em todas as profundidades testadas e não ter efeito negativo da influencia da quantidade e alocação da semente na palhada, pode ser explicado pelo tamanho das sementes, que são consideradas muito grandes em relação às plantas daninhas de cana-de-açúcar. Possuindo um tamanho médio das sementes de peneira P24 a P26 (NAKAGAWA et al., 2007), o que podemos considerar como uma semente com grande quantidade de reserva (PITELLI, 1995; MARTINS et al., 1999). Em concordância com os resultados deste trabalho, Brighenti et al. (2003), observaram elevadas taxas de emergência para a planta daninha *Cardiospermum halicacabum*, em as maiores percentagens de emergência foram correspondentes às profundidades de 40 e 80 mm, respectivamente, ocorrendo à emergência de plantas em todas as profundidades, inclusive a 120 mm.

3.4 Conclusões

A espécie *M. cissoides*, demonstrou efeito de cobertura de palha em sua emergência, sendo constatada menor emergência para as sementes depositadas sobre a palha ou quando enterradas no solo sob a palha. Indicando ainda maior adaptação desta espécie para emergir em solos sem a camada de palha superficial. Quanto a alocação das sementes no solo, ocorreu redução de emergência quando semeadas em maiores profundidades.

Para a espécie *N. wightii*, os resultados indicam que as sementes desta espécie não possuem características que lhe permitem germinar em qualquer condição de alocação das sementes em relação a camada de palha. Ainda, quando as sementes

foram lançadas sobre a camada de palha, não houve emergência alguma, demonstrando que é uma espécie que tem sua emergência facilmente limitada de acordo com as condições ambientes e culturais. Quanto à profundidade de semeadura, observou-se redução severa conforme se aumentou a profundidade, mostrando que esta planta não é adaptada para germinação em profundidades maiores.

A espécie *S. aterrimum*, não demonstrou efeito das variáveis estudadas, não ocorrendo redução de emergência em relação às quantidades de palha e posicionamento das sementes em relação ao solo e camada de palha. Demonstrando-se uma planta altamente adaptada para as condições de colheita mecanizada e profundidade de alocação das sementes, podendo ser um problema exponencial para o manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar.

Referências

AZANIA, A.A.P.M.; AZANIA, C.A.M.; PAVANI, M.C.M.D.; CUNHA, M.C.S. Métodos de superação de dormência em sementes de *Ipomoea* e *Merremia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 203-209, 2003.

AZANIA, A.A.P.N.; AZANIA, C.A.M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M.C.M.D.; PITELLI, R.A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da família *Convolvulaceae*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 207-212, 2002.

BRIGHENTI, A.M.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Biologia e manejo do *Cardiospermum halicacabum*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 229-237, 2003.

CANOSSA, R.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F.; ALONSO, D.G.; FRANCHINI, L.H.M. Sowing depth affecting *Alternanthera tenella* seedlings emergence. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 719-725, 2007.

CARMONA, R. Influência das variações estacionais e profundidade de sementes no solo na dormência e germinação em *Rumex crispus* L. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 11, n. 1/ 2, p. 29-36, 1993.

CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Influência da luz, temperatura e profundidade da semente no solo sobre a germinação e emergência do capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Boletim Informativo Sociedade Brasileira das Ciências das Plantas Daninhas**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 11-15, 2005.

CAVENAGHI, A.L.; ROSSI, C.V.S.; NEGRISOLI E.; COSTA, E.A.D., VELLINI, E.D.; TOLEDO, R.E.B. Dinâmica do herbicida amicarbazone (Dinamic) aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 831-837, 2007.

CHANDLER, J.M.; MUNSON, R.L.; VAUGHAN, C.E. Purple moonflower: Emergence, growth, reproduction. **Weed Science**, Lawrence, v. 25, p. 163-167, 1977.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; CARVALHO, S.J.P.; LOPEZ-OVEJERO, RF.; NICOLAI, M.; HIDALGO, E.; SILVA, J.E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n. 3, p. 383-389, 2007.

CORREIA, N.M. Palhas de sorgo associadas ao herbicida imazamox no controle de plantas daninhas na cultura da soja em sucessão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 483-489, 2005.

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 11-17, 2004.

CORREIA, N.M.; REZENDE, P.M. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja**. Lavras: Ed. UFLA, 2002. 55 p. (Boletim Agropecuário, 51).

DIAS, A.C.R.; BRANCALION, P.H.S.; CARVALHO, S.J.P.; NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Germinação e emergência da trapoeraba (*Commelina benghalensis*) influenciada pela luz e pela profundidade da semente no solo. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 18., 2008, Ouro Preto. **Resumos expandidos...** Ouro Preto: Embrapa Milho e Sorgo; SBCPD, 2008. 8p.

EGLEY, G.H.; DUKE, S. Physiology of weed seed dormancy and germination. In: DUKE, S.O. **Weed physiology**. I. Reproduction and ecophysiology. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 27-28.

GOMES, L.F.; CHANDLER, J.M.; VAUGHAN, C.E. Aspects of germination, emergence, and seed production of three *Ipomoea taxa*. **Weed Science**, Lawrence, v. 26, n. 3, p. 123-131, 1978.

GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; LIMA, A.A.; MELO, L.D.F.A.; GUEDES, R.S.; PEREIRA, J.J. Emergência de plântulas de mamonas provenientes de diferentes profundidades de semeadura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MOMONA. 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão social e energia: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 2074-2078.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J.P.R.G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A. Controle de plantas daninhas através de palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 419-427, 2004.

GUIMARÃES, S.C.; SOUZA, I.F.; PINHO, E. V. R.V. Emergência de *Tridax procumbens* em função de profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 413-419, 2002.

LABONIA, V.D.S. **Alguns aspectos de germinação e emergência de cinco espécies de plantas daninhas convolvuláceas e suas suscetibilidade a herbicidas quando aplicados sobre a palha de cana-de-açúcar.** 2009. 81 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

LABONIA, V.D.S.; CARVALHO, S.J.P.; MONDO, V.H.V.; CHIOVATO, M.G.; VICTORIA FILHO, R. Emergência de plantas da família *Convolvulaceae* influenciada pela profundidade da semente no solo e cobertura com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 921-929, 2009.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARTINS, B.A.B. **Biologia e manejo da planta daninha *Borreira densiflora* DC.** 2008. 169 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MARTINS, D.; VELLINI, E.D.; MARTINS, C.C.; SOUZA, L. Emergência em campo de dicotiledoneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 1, p. 151-161, 1999.

NAKAGAWA, J.; CAVARINI, C.; ZUCARELI, C., MARTINS, C.C. Viabilidade de sementes de mucuna-preta em função do tamanho, da maturação e da secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 107-112, 2007

OLIVEIRA, M.; NORSWORTHY, J.K. Pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) germination and emergence as affected by environmental factors and seedling depth. **Weed Science**, Lawrence, v. 54, n. 5, p. 910-916, 2006.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: DIAZ ROSSELLO, R. (Coord.). **Siembra directa en Cono Sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 1995, Florianópolis. **Palestras...** Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p. 5-12.

SILVA, F.D.B.S.; MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A.M.E.; FREITAS, J.B.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Pré-embebição e profundidade de semeadura na emergência de *Copernicia prunifera* (Miller) H. E Moore. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 272-278, 2009.

SOUZA FILHO, A.P.S.; DUTRA, S.; SILVA, M.A.M.M.; TEIXEIRA NETO, J.F. Efeitos de diferentes substratos e da profundidade de semeadura na germinação de sementes de Mato-pasto e Malva. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 45-49, 1998.

TILLMANN, M.A.A.; PIANA, Z.; CAVARIANI, C.; MINAMI, K., Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 260-263, 1994.

TOLEDO, R.E.B.; KUVA, M.; ALVES, P.L.C.A. Fatores que afetam a germinação e a emergência de *Xanthium strumarium* L.: dormência, qualidade de luz e profundidade de semeadura. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 11, n. 1/2, p. 15-20, 2003.

VELLINI, E.D; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: SBCPD, 2000. p. 148-164.

WILSON, H.P.; COLE, R.H. Morningglory competition in soybeans. **Weeds**, Urbana, v.14, n. 49, p. 51, 1966.

WILSON JR.; D.G.; BURTON, M.G.; SPEARS, J.F.; YORK, A.C. Doveweed (*Murdania nudiflora*) germination and emergence as affected by temperature and seed burial. **Weed Science**, Champaign, v. 54, p. 1000-1003, 2006.

WU, H.; WALKER, S. ROLLIN, M.J.; TAN, D.K.Y.; ROBINSON, J.; WERTH, J. Germination, persistence, and emergence of flaxleaf fleabane (*Conyza bonariensis*). **Weed Biology and Management**, Kyoto, v. 7, p. 192-199, 2007.

YAMASHITA, O.M.; CAMPOS, O.R.; KOGA, P.S.; FREIRE, C.R.O.; MAIA, M.J.; OLIVEIRA, M.A. Efeito de profundidade de semeadura na emergência de picão preto (*Bidens pilosa*) e fedegoso (*Cassia occidentalis*). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 3, p. 84-91, 2005.

4 CURVA DE CRESCIMENTO INICIAL DE *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* E *Stizolobium aterrimum*

Resumo

As maiores limitações que existem para a criação de programas de manejo integrado de plantas daninhas é a carência de conhecimentos básicos sobre a biologia e a ecologia dessas plantas sendo que o uso de análises de crescimento ainda é o meio mais simples e preciso para inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos para o crescimento vegetal. Estudos sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas daninhas fornecem informações e padrões de crescimento que tornam possível a análise do comportamento dessas plantas perante os fatores ecológicos e principalmente quanto a sua interferência sobre outras plantas. Pouco se conhece sobre suas biologias, especialmente sobre aspectos de crescimento. Neste sentido, foi desenvolvido este trabalho, que teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de duas espécies de plantas daninhas, também usadas em rotação de cultura (*Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum*) e a espécie *Merremia cissoides*. Os experimentos foram desenvolvidos em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. As sementeiras foram realizadas distribuindo-se seis sementes de *M. cissoides*, quatro sementes de *S. aterrimum* e 12 sementes de *N. wightii* por vaso nas profundidades desejadas e cobrindo-as com solo até altura pré-delimitada. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições, para cada espécie estudada. Durante todo o experimento foram realizadas sete avaliações de crescimento (tratamentos), espaçadas em 15 dias, totalizando 105 dias de ciclo. Para cada avaliação, quatro plantas (repetições) foram aleatoriamente amostradas pelo método destrutivo, passaram por lavagem em água corrente, para a retirada do solo remanescente nas raízes e, em seguida, tiveram suas variáveis analisadas, como a área foliar (*Af*) dada em ($\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$). Depois o material amostrado foi secado em estufa, quando se mensurou, também, a massa seca (g planta^{-1}) das raízes (*Mr*), da parte aérea (*Ma*) e total (*Mt*). O acúmulo de massa seca observado demonstra a elevada capacidade que esta planta daninha *S. aterrimum* em possui em produzir fitomassa. A variável área foliar (*La*) acompanhou o ganho de massa pela parte aérea, para as três espécies estudadas, contudo, próximo do final do experimento, apresentou estabilização da massa seca da parte aérea (*Ma*). Próximo do final do experimento observou estabilização da massa seca da parte aérea (*Ma*), para as três espécies estudadas, acompanhada pela variável massa seca total (*Mt*) que também apresentou estabilização no final do experimento. Sendo que *S. aterrimum* apresentou maior taxa de crescimento inicial e acúmulo de massas seca total, além da maior acúmulo de área foliar (*Af*). A espécie *N. wightii* mostrou ser uma espécie de crescimento inicial lento quando comparadas com as outras espécies estudadas. E a espécie *M. cissoides* demonstrou um acúmulo de massa seca total (*Mt*), significativa quando comparado com as outras espécies.

Palavras-chaves: Biologia; Massa seca; Área foliar; Parte aérea

Abstract

The biggest limitations that exist for the creation of integrated pest management of weeds is the lack of basic knowledge about the biology and ecology of these plants, in way that the growing use of DNA analysis is still the most simple and accurate to infer the contribution of different physiological processes for plant growth. Studies about the growth and development of weeds and provide information about growth patterns that make it possible analyze the behavior of these plants before the ecological factors and mainly about its interference with other plants. Their biology is not very known, especially about growth aspects. In this sense, this work was developed, which aimed to evaluate the initial growth of two species of weed, also used in crop rotation (*Neonotonia wightii* and *Stizolobium aterrimum*) and *Merremia cissoides* species. The experiments were conducted in a green house of Plant Production Department, School of Agriculture "Luiz de Queiroz" - University of São Paulo, Piracicaba-SP. Sowings were made distributing six seeds of *M. cissoides*, four seeds of *S. aterrimum* and 12 seeds of *N. wightii* per pot in the desired depths and covering them with soil until a pre-defined height. The experimental design was totally randomized, with seven treatments and four repetitions for each studied species. Throughout the experiment seven growth evaluations were realized (treatments) every 15 days, totaling 105-day cycle. For each assessment, four plants (replicates) were randomly sampled by the destructive method, were rinsed in running water to remove the remaining soil on the roots and then had their variables analyzed, such as leaf area (Af) given in ($\text{cm}^2 \text{ plant}^{-1}$). Then the sampled material was dried in an oven, when their were measured, also, the dry mass (g plant^{-1}) of the roots (Mr), by shoot (Ma) and total (Mt). The biomass accumulation observed demonstrates the high ability of this weed *S. aterrimum* can produce biomass. The leaf area (Af) followed the gain of mass by the shoot, for the three studied species, however, near the end of the experiment, it showed stabilization of the dry mass of shoots (Ma). Near the end of the experiment showed stabilization of the dry mass of shoots (Ma) for the three studied species, followed by the variable total dry mass (Mt) also showed that stabilization at the end of the experiment. And *S. aterrimum* showed the highest initial growth rate and accumulation of total dry mass, besides the greatest accumulation of leaf area (Af). The species *N. wightii* proved to be a kind of slow initial growth compared with other species. And the species *M. cissoides* showed an accumulation of total dry mass (Mt), significant when compared with other species.

Keywords: Biology; Dry mass; Leaf area; Shoot

4.1 Introdução

Segundo Fernández (1982) uma das maiores limitações que existem para a criação de programas de manejo integrado de plantas daninhas é a carência de conhecimentos básicos sobre a biologia e a ecologia dessas plantas. A Weed Science

Society of America (WSSA) ressaltou que o conhecimento sólido sobre a biologia das plantas daninhas é a base para seu efetivo manejo, por meio de sistemas de manejo integrado (OLIVER, 1997).

Segundo Benincasa (1988), o uso de análises de crescimento ainda é o meio mais simples e preciso para inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos para o crescimento vegetal. Mediante esse tipo de análise, torna-se possível o conhecimento da cinética de produção de biomassa das plantas, sua distribuição e eficiência ao longo da ontogenia.

Informações sobre os diferentes estádios fenológicos e padrões de crescimento, fornecidos por estudos de crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas, tornam possível a análise do comportamento dessas plantas perante os fatores ecológicos, bem como sua ação sobre o ambiente, principalmente quanto a sua interferência sobre outras plantas (LUCCHESI, 1984; BIANCO et al., 1995). Radosevich et al. (1997) afirmam que a produção de massa seca total e o acúmulo da área foliar são reconhecidos como processos básicos no crescimento vegetal.

A habilidade de predição de estádios fenológicos, tais como florescimento, desenvolvimento e dispersão de sementes de plantas daninhas pode auxiliar no desenvolvimento das práticas de manejo (GHERSA; HOLT, 1995). Ainda, as características de crescimento de determinada espécie oferecem um indicador de sua habilidade competitiva (HOLT; ORKUTT, 1991).

Observações de campo têm apontado às espécies *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum* como plantas daninhas com altas infestações e dificuldades de manejo em várias áreas produtoras de cana-de-açúcar no Brasil, principalmente em áreas anteriormente ocupadas por pastagens com consorciação com soja perene (*N. wightii*) ou em áreas de cana com manejo de rotação de cultura com a mucuna-preta (*S. aterrimum*) durante as reformas dos canaviais. Assim como as espécies de corda-de-violão, como assim são chamadas, plantas do gênero *Ipomoea* e *Merremia*, com destaque para a espécie *Merremia cissóides*, que é conhecida pela dificuldade de seu controle em áreas de cana crua.

No entanto pouco se conhece sobre a biologia destas espécies, especialmente sobre aspectos de crescimento. Neste sentido, este trabalho foi desenvolvido este

trabalho, que teve como objetivo de avaliar o crescimento inicial de duas espécies de plantas daninhas, também usadas em rotação de cultura (*N. wightii* e *S. aterrimum*) e a espécie *M. cissoides*. Afim de que estes resultados possam contribuir para o desenvolvimento de sistemas de manejo adequado para essas espécies.

4.2 Material e Métodos

Um experimento foi desenvolvido em casa-de-vegetação do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP (22° 42' 30" latitude sul, 47° 38' 00" longitude oeste e 546 m de altitude), no período de agosto a novembro de 2010. Todas as unidades experimentais foram constituídas por vasos plásticos com 190 mm de diâmetro, 150 mm de altura e capacidade para 2,8 litros. O solo utilizado, de textura franco-arenosa, foi coletado em área experimental pertencente à ESALQ/USP, sendo peneirado para a retirada de torrões. As características químicas do solo estão apresentadas na Tabela 4.1. O fundo dos vasos foi vedado com papel-filtro para evitar a perda de solo, que poderia proporcionar heterogeneidade às parcelas.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram organizados segundo esquema fatorial 7 x 3, em que sete foram as datas de avaliação de crescimento, espaçadas em 15 dias, totalizando 105 dias de ciclo; e três foram as espécies de plantas daninhas, sendo estas: *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum*. As sementes de *M. cissoides* foram adquiridas comercialmente da empresa AgroCosmos Produção e Serviços Rurais Ltda. (Engenheiro Coelho - SP) e as sementes de *N. wightii* e *S. aterrimum* foram adquiridas junto a empresa Sementes Piraí Ltda. (Piracicaba – SP).

As sementeiras foram realizadas distribuindo-se seis sementes de *M. cissoides*, quatro sementes de *S. aterrimum* e 12 sementes de *N. wightii* por vaso na profundidade de 2 cm, constante para todas as parcelas. Os vasos foram irrigados sempre que se julgou necessário, sem a ocorrência de deficiência hídrica.

Tabela 4.1 - Propriedades químicas¹ do solo utilizado nos experimentos. Piracicaba, 2010

M.O.	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	m	pH
g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc dm ⁻³							%	CaCl ₂	
27	9	1,7	26	9	22	0	36,7	58,7	63	0	5,0

¹M.O. – matéria orgânica; SB – saturação por bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; m – saturação por alumínio.

Para cada avaliação, quatro plantas (repetições) foram aleatoriamente amostradas pelo método destrutivo, passaram por lavagem em água corrente, para a retirada do solo remanescente nas raízes e, em seguida, tiveram suas variáveis analisadas. A área foliar (A_f ; cm² planta⁻¹) das amostras foi obtida com auxílio do medidor de área modelo LICOR LI-3100 (LICOR, inc., Lincoln, Nebraska, EUA). O material amostrado foi secado em estufa a 70°C por 72 horas, quando se mensurou, também, a massa seca (g planta⁻¹) das raízes (M_r), da parte aérea (M_a) e total (M_t).

A taxa de crescimento absoluto (G , g dia⁻¹) fornece uma estimativa da velocidade média de crescimento das plantas ao longo do ciclo de desenvolvimento; a taxa de crescimento relativo (R , g⁻¹ g dia⁻¹) exprime o crescimento em gramas de matéria seca por unidade de material presente em um período de observação (EVANS, 1972; AGUILERA et al., 2004). As espécies que crescem rapidamente e produzem mais área foliar possivelmente serão mais competitivas que as espécies lentas (HORAK; LOUGHIN, 2000).

Assim, em cada avaliação, com os valores primários da variável massa seca total, pôde-se calcular a taxa de crescimento absoluto e a taxa de crescimento relativo (CALBO et al., 1989; AGUILERA et al., 2004; CARVALHO et al., 2008). A taxa de crescimento absoluto foi obtida com base na seguinte fórmula:

$$G_M = \frac{Mt_2 - Mt_1}{t_2 - t_1}$$

Em que: Mt_2 e Mt_1 são as massas secas de duas amostras sucessivas e t_2 e t_1 , os dias decorridos entre as duas observações. Por sua vez, a taxa de crescimento relativo foi calculada com base na fórmula:

$$R_M = \frac{\ln Mt_2 - \ln Mt_1}{t_2 - t_1}$$

A análise estatística dos dados foi realizada por meio da aplicação do teste F na análise da variância. As espécies foram comparadas pelo teste de Tukey com 1% de significância. As variáveis quantitativas, relacionadas com o crescimento das plantas, foram analisadas por meio de regressões não-lineares com o objetivo de modelar dos dados sob a forma de equações.

As variáveis, massa seca da parte aérea, raízes, total e área foliar foram ajustadas ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico, adaptado de Streibig (1988):

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

Em que: y é a variável resposta de interesse, x o número de dias acumulados e a , b , e c são parâmetros estimados da equação (a é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável; b corresponde ao número de dias necessários para a ocorrência de 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva ao redor de b).

A variável crescimento absoluto foi ajustado ao modelo de regressão não-linear do tipo logístico, adaptada de Carvalho et al. (2008):

$$y = a + b \cdot 4 \cdot \frac{\exp \left[- \left(\frac{x - c}{d} \right) \right]}{1 + \exp \left[- \left(\frac{x - c}{d} \right) \right]}$$

Em que: y é a variável de interesse, x é o número de dias acumulados; a , b , c , d são parâmetros estimados da equação.

A variável crescimento relativo foi ajustado ao modelo de regressão não-linear do tipo *log normal*.

$$y = a + b \times \exp \left[- 0,5 \times \left(\ln \left(\frac{x}{c} \right) \right) \right] \times \left[\ln \left(\frac{x}{d} \right) \right]$$

Em que: y é a variável de interesse, x é o número de dias acumulados; a , b , c , d são parâmetros estimados da equação.

Os resultados foram inicialmente submetidos à análise da variância com aplicação do teste F. Em seguida, foram comparados usando-se o teste de Tukey a 1% de probabilidade.

4.3 Resultados e Discussão

Acredita-se que a análise do crescimento das plantas ainda é a forma mais simples e precisa para quantificar a contribuição dos diferentes processos fisiológicos para o crescimento vegetal, sendo aplicável no estudo de variações entre plantas geneticamente diferentes ou quando submetidas a diferentes condições ambientais. Com a análise do crescimento, torna-se possível conhecer a cinética de produção de biomassa das plantas, sua distribuição e eficiência ao longo da ontogenia (BENINCASA, 1988).

A habilidade de predição de estádios fenológicos, tais como desenvolvimento pode auxiliar no desenvolvimento das práticas de manejo (GHERSA; HOLT, 1995). As características de crescimento de determinada espécie oferece um importante indicador de sua habilidade competitiva (HOLT; ORKUT, 1991).

A característica biológica de crescimento inicial pode conferir à espécie baixa ou alta competitividade interespecífica no interior dos campos agrícolas, em especial na cultura da cana-de-açúcar, mas para as espécies estudadas, mesmo com crescimento inicial lento como foi observado para as espécies *N. wightii* e *M. cissoides*, estas são plantas daninhas com alta capacidade de interferência na colheita mecanizada da cana-de-açúcar, sendo necessário o manejo correto para evitar perdas de rendimento

operacional e cultural. Já a espécie *S. aterrimum* demonstrou alta capacidade de crescimento inicial, podendo apresentar alta competitividade com a cana de açúcar já no início do seu ciclo (Figura 4.1 A)

Os parâmetros a , b e c do modelo logístico, para todas as variáveis do experimento estão apresentados na Tabela 4.3. Esses parâmetros foram necessários para a elaboração dos gráficos e aos ajustes dos dados de acúmulo de massa seca e área foliar, taxa de crescimento relativo e absoluto durante o período de ciclo estudado para das três espécies.

Embora a massa seca total obtida das espécies seja expressiva, sobretudo, a variável massa seca das raízes manteve-se em baixa magnitude. Supõe-se que essa observação seja consequência do tamanho dos vasos, que podem ter limitado o crescimento radicular.

A estabilização da massa seca das espécies foi detectada a partir dos 100 DAS (Figura 4.1). Essa observação está em conformidade com a biologia da espécie *N. wightii*, visto que Borges et al. (2004) e Mitidieri (1983) classificaram essa planta como uma espécie perene, com a característica de crescimento inicial lento, quando comparadas com plantas daninhas anuais.

O acúmulo de massa seca observado demonstra a elevada capacidade que *S. aterrimum* possui em produzir fitomassa. Pôde-se observar que aos 70 DAS, as plantas possuíam, em média, valores próximos de 20 g de massa seca total (Mt), sendo, aproximadamente 17,5 g correspondentes à participação da massa seca da parte aérea (Ma) e os demais 2,5 g correspondentes à participação da massa seca das raízes (Mr). Aos 100 DAS, as plantas já estavam com valores de massa seca em torno de 25,0 g (Mt), com a participação de aproximadamente 21,5 g e 3,5 g para (Ma) e (Mr) respectivamente (Figura 4.1). O que corrobora com resultados encontrados por Fernandes et al. (1999), que observaram que a planta *S. aterrimum*, utilizada como adubação verde, produziu 28 g planta^{-1} de massa seca total – Mt , também aos 100 DAS.

Tabela 4.2 – Resumo do quadro da análise da variância para as variáveis massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total, área foliar, crescimento absoluto e crescimento relativo para as espécies de plantas daninhas *N. wightii*, *S. aterrimum* e *M. cissoides*. Piracicaba (SP), 2010

FV	GL	SQ	QM	F
Massa seca da parte aérea (g planta⁻¹)				
Épocas ⁽¹⁾	6	75,06	12,51	67,46*
Espécies	2	66,78	33,39	180,06*
Épocas x Esp. ⁽²⁾	12	12,05	1,00	5,41*
Resíduo	63	11,12	0,18	----
Total	83	166,90	----	----
CV (%)	21,15	----	----	----
Massa seca das raízes (g planta⁻¹)				
Épocas ⁽¹⁾	6	15,03	2,50	80,76*
Espécies	2	7,00	3,50	112,79*
Épocas x Esp. ⁽²⁾	12	1,76	0,14	4,75*
Resíduo	63	1,86	0,03	----
Total	83	26,00	----	----
CV (%)	18,39	----	----	----
Massa seca total (g planta⁻¹)				
Épocas ⁽¹⁾	6	89,13	14,85	79,05*
Espécies	2	73,31	36,65	195,07*
Épocas x Esp. ⁽²⁾	12	10,89	0,90	4,83*
Resíduo	63	11,27	0,18	----
Total	83	186,85	----	----
CV (%)	19,12	----	----	----
Área foliar (cm² planta⁻¹)				
Épocas ⁽¹⁾	6	6757,13	1126,18	119,74*
Espécies	2	6904,09	3452,04	367,05*
Épocas x Esp. ⁽²⁾	12	1093,92	91,16	9,69*
Resíduo	63	564,27	9,40	----
Total	83	15433,51	----	----
CV (%)	13,10	----	----	----
Crescimento absoluto (g dia⁻¹)				
Épocas ⁽¹⁾	6	1,61	0,26	21,77*
Espécies	2	1,40	0,70	56,91*
Épocas x Esp. ⁽²⁾	12	1,65	0,13	11,19*
Resíduo	63	0,74	0,01	----
Total	83	5,47	----	----
CV (%)	30,04	----	----	----
Crescimento relativo (g g⁻¹ dia⁻¹)				
Épocas ⁽¹⁾	6	0,47	0,079	57,14*
Espécies	2	0,04	0,023	16,65*
Épocas x Esp. ⁽²⁾	12	0,09	0,008	5,81*
Resíduo	63	0,08	0,001	----
Total	83	0,71	----	----
CV (%)	23,16	----	----	----

(1) Épocas de avaliação, (2) Interação de épocas de avaliação com as espécies.* Teste F significativo a 1% de probabilidade. Dados transformados

Tabela 4.3 - Parâmetros dos modelos logísticos e coeficiente de determinação (R²), obtidos para as variáveis de crescimento analisadas das espécies de plantas daninhas *N. wightii*, *S. aterrimum* e *M. cissoides*. Piracicaba (SP), 2010

Variável	Espécie	Parâmetros				R ²	F
		a	b	c	d		
Massa seca parte aérea ⁽¹⁾	<i>M. cissoides</i>	11,1	69,71	-8,43	-	0,93	33,13*
	<i>N. wightii</i>	4,05	74,81	-3,8	-	0,99	355,62*
	<i>S. aterrimum</i>	21,09	51,75	-6,73	-	0,96	55,93*
Massa seca das raízes ⁽¹⁾	<i>N. wightii</i>	4,06	71,38	-16,45	-	0,97	77,25*
	<i>M. cissoides</i>	4,97	94,06	-4,6	-	0,97	95,84*
	<i>S. aterrimum</i>	4,91	71,9	-2,47	-	0,9	27,64*
Massa seca total ⁽¹⁾	<i>M. cissoides</i>	14,8	72,04	-7,23	-	0,96	62,93*
	<i>N. wightii</i>	7,74	98,21	-2,5	-	0,98	112,44*
	<i>S. aterrimum</i>	26,33	54,38	-4,78	-	0,96	65,87*
Área foliar ⁽¹⁾	<i>M. cissoides</i>	240107	4597	-1,46	-	0,97	89,92*
	<i>N. wightii</i>	584,27	66,16	-3,73	-	0,97	69,36*
	<i>S. aterrimum</i>	139393,7	716,12	-1,92	-	0,94	40,95*
Crescimento Absoluto ⁽²⁾	<i>M. cissoides</i>	0,034	0,781	92,136	7,526	0,99	137,66*
	<i>N. wightii</i>	0,002	0,093	85,223	15,446	0,97	49,18*
	<i>S. aterrimum</i>	0,113	0,883	64,674	5,518	0,96	29,32*
Crescimento Relativo ⁽³⁾	<i>M. cissoides</i>	0,005	0,068	48,895	0,48	0,95	32,74*
	<i>N. wightii</i>	-0,001	0,067	41,012	0,645	0,91	17,90*
	<i>S. aterrimum</i>	0,008	0,108	54,014	0,117	0,94	22,91*

⁽¹⁾ Modelo: $y = a/(1+(x/b)^c)$. ⁽²⁾ Modelo: $y = a+b*4.0*\{EXP[-(x-c)/d]/ [1.0+ EXP[-(x-c)/d]]\}$. ⁽³⁾ Modelo: $y = a+b*EXP\{-0.5*[LN(x/c)/d]*[LN(x/c)/d]\}$. *Teste F significativo a 1% de probabilidade.

Trabalhando com outra espécie de planta daninha, Carvalho et al. (2005a), observou valores de massa seca total – *Mt*, próximos a 25 g planta⁻¹ para a espécie *Rottboelia exaltata* aos 75 DAE. Neste mesmo sentido, Carvalho et al. (2005b), em um outro trabalho de análise de crescimento, os autores também observaram valores próximos a 30 g planta⁻¹ de *Mt* para a planta daninha *Chloris polydactyla* aos 100 DAS.

Para as espécies *N. wightii* e *M. cissoides* foram encontrados valores menos expressivos, pois aos 100 DAS, observaram valores de 4 g e 14 g para (*Mt*), respectivamente, com participação de 3 g (*Ma*) e 1 g (*Mr*) para a espécie *N. wightii* e para a espécie *M. cissoides*, 10 g (*Ma*) e 4 g (*Mr*) (Figura 4.1). Resultados que corresponderam aos valores encontrados para a espécie *Richardia brasiliensis*, que demonstrou 16 g planta⁻¹ de matéria seca – *Mt* aos 140 DAS (PEDRINHO JÚNIOR et al., 2004).

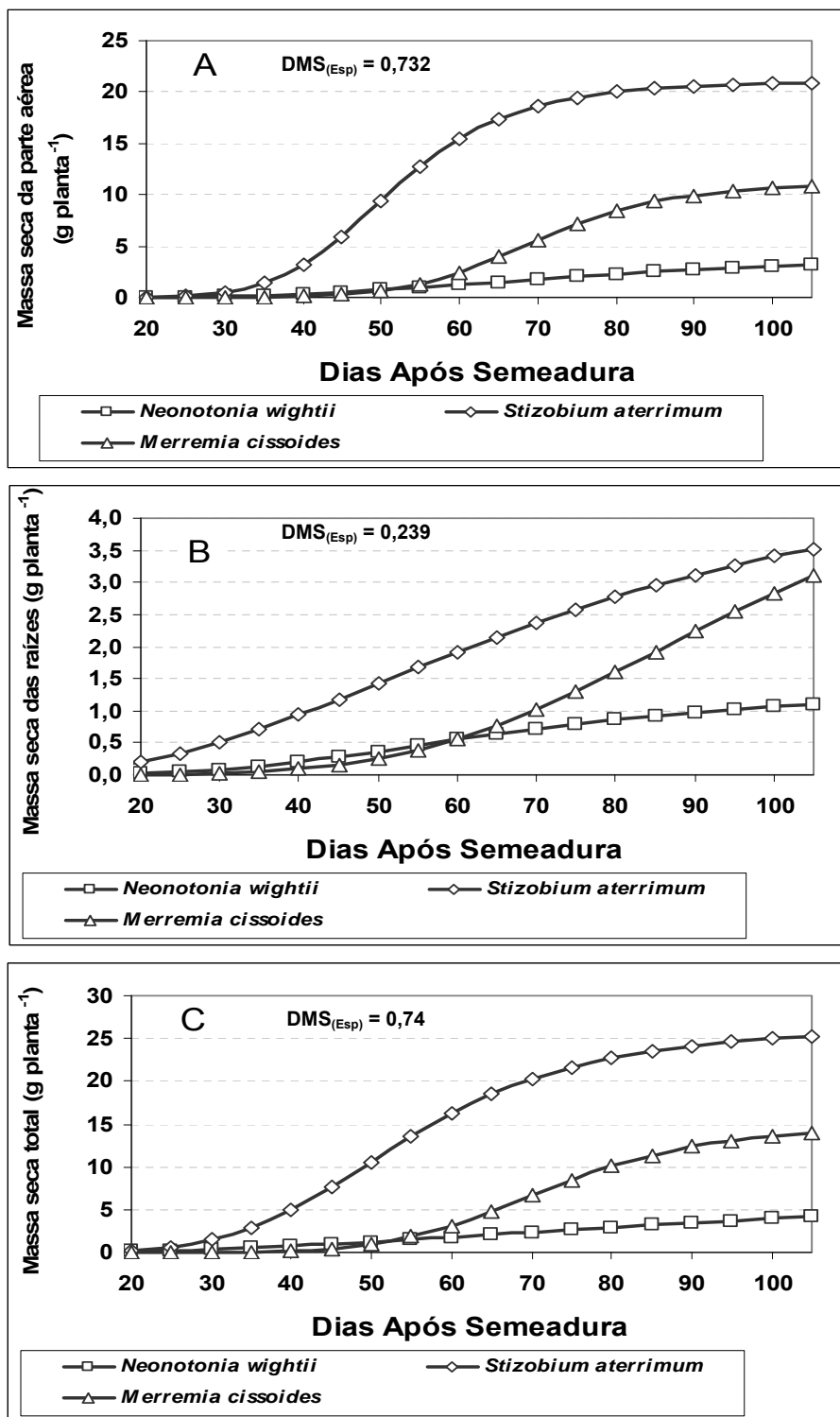


Figura 4.1 - Acúmulo de massa seca na parte aérea - M_r (A), massa seca nas raízes - M_r (B), massa seca total - M_t (C) por planta durante o ciclo de vida das espécies de plantas daninhas *N. wightii*, *S. aterrimum* e *M. cissoides*. Piracicaba (SP), 2010

No início do ciclo, pôde-se observar maior participação da massa das raízes (Mr) com relação à massa total (Mt) para a espécie *N. wightii*, evidenciando a fisiologia das plantas em iniciar seu crescimento colonizando o espaço e garantindo a adequada fixação no solo. Contudo, a participação das raízes foi reduzida ao longo do ciclo, chegando ao final do período estudado, com uma participação menor das massas (Figura 4.1).

Para a espécie *S. aterrimum* em consequência da elevada produção de massa pela parte aérea, suprida pelos recursos provenientes do sistema radicular, foi observado uma relação maior entre o acúmulo de massa seca aérea e das raízes. Demonstrando a habilidade dessa planta daninha em acumular fitomassa sendo uma das principais características biológicas da espécie que determina sua competitividade com as culturas agrícolas e cobertura do solo em áreas de rotação de cultura.

A variável área foliar (Af) acompanhou o ganho de massa pela parte aérea, para as três espécies estudadas, contudo, próximo do final do experimento, apresentaram estabilização da massa seca da parte aérea (Ma), sendo observado o ponto máximo de aproximadamente 3.500 cm² de área foliar para espécie *S. aterrimum*, 1.000 cm² para *M. cissóides* e 500 cm² para *N. wightii* (Figura 4.2). Em estudo semelhante, com plantas daninhas do gênero *Amaranthus*, Carvalho et al. (2008), observaram valores entre 2000 e 4000 cm² para as espécies estudadas, sendo em torno de 4000 cm² para as espécies *A. retroflexus* e *A. hybridus* aos 60 DAS e 2000 cm² para a espécie *A. deflexus*.

Contudo, próximo do final do experimento, a espécie *S. aterrimum* apresentou estabilização da massa seca da parte aérea (Ma), acompanhada pela variável massa seca total (Mt) que também apresentou estabilização no final do experimento, apresentando em torno de 25 g. planta⁻¹ (Mt), constituída de 22,5 g. planta⁻¹ pela parte aérea (Ma) e 3,5 g. planta⁻¹ pela massa seca das raízes (Mr).

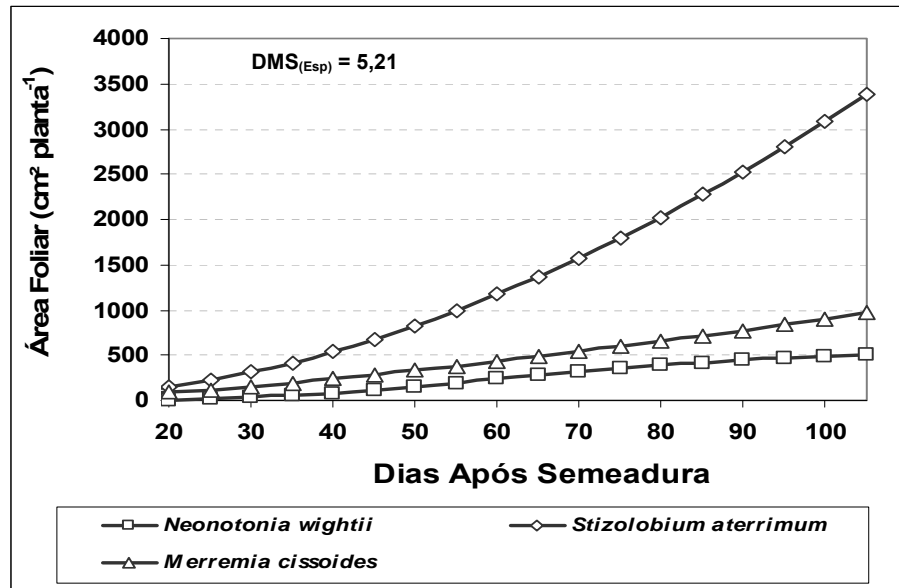


Figura 4.2 - Área foliar (A_f) por planta durante o ciclo de vida das espécies de plantas daninhas *N. wightii*, *S. aterrimum* e *M. cissoides*. Piracicaba (SP), 2010

Tanto para os dados de massa seca de folhas (Figura 4.1A) e área foliar (Figura 4.2), *S. aterrimum* foi a espécie que alcançou maiores magnitudes; em condição intermediária, identificou-se *M. cissóides* e *N. wightii* com o menor acúmulo destas variáveis, dados que estão em concordância com os valores de massa seca total (Tabela 4.3).

O grande número de folhas observadas na espécie *N. wightii* não se refletiu em elevada área foliar devido ao tamanho reduzido das folhas produzidas em todas as ramificações.

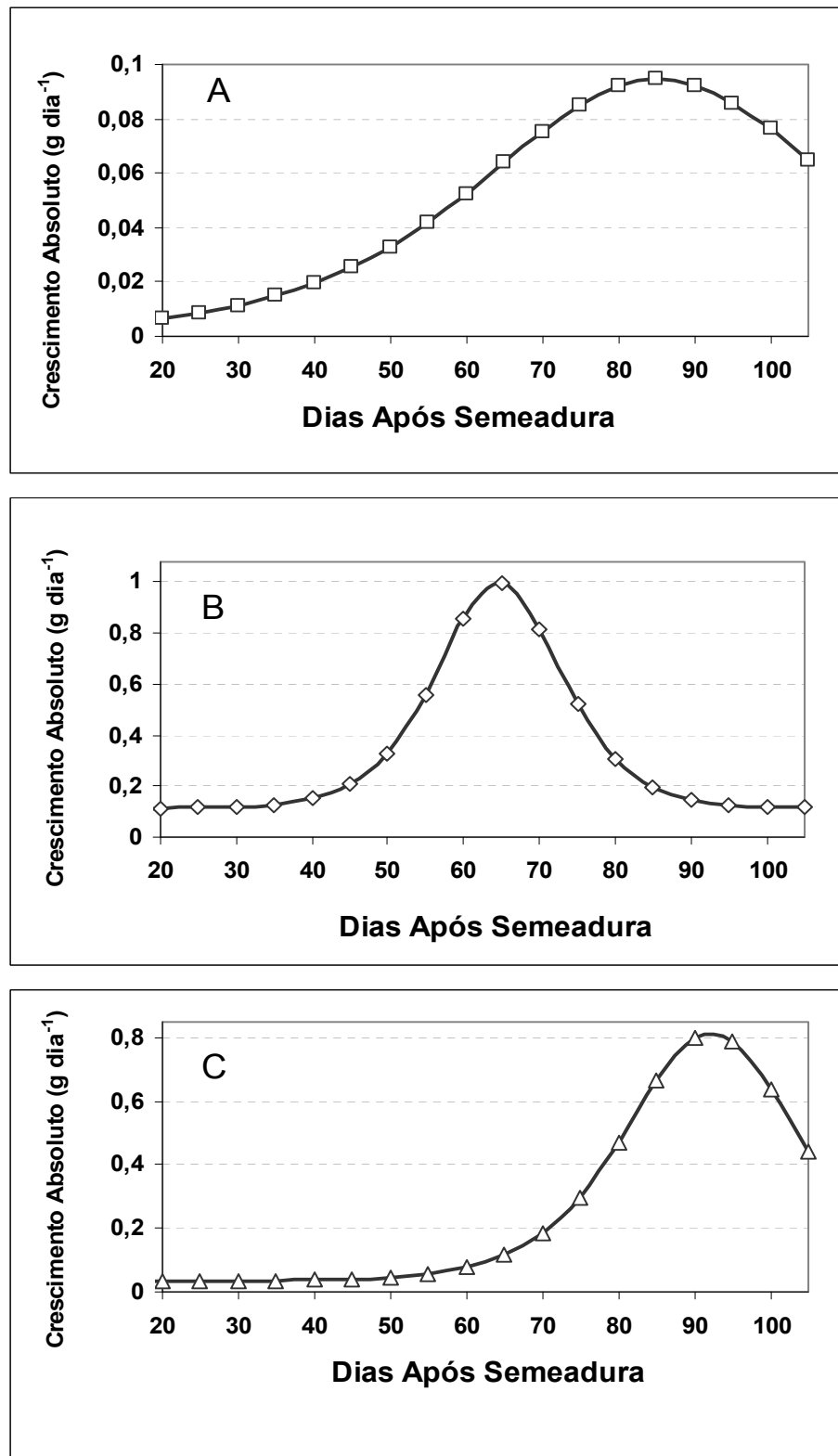


Figura 4.3 - Taxa de crescimento absoluto durante o ciclo de vida das espécies de plantas daninhas *N. wightii* (A), *S. atterimum* (B) e *M. cissoides* (C). DMS (0,188). Piracicaba (SP), 2010

A taxa de crescimento absoluto (G) fornece uma estimativa da velocidade média de crescimento das plantas ao longo do ciclo de desenvolvimento, enquanto a taxa de crescimento relativo (R) exprime o aumento em gramas de matéria seca por unidade de material presente em um período de observação (EVANS, 1972; AGUILERA et al., 2004).

No caso da planta daninha *S. aterrimum*, a taxa de crescimento absoluto apresentou-se estável no início do ciclo, com rápido aumento aos 50 DAS em modelo de parábola, com pico próximo aos 65 DAS, o que comprova o crescimento inicial mais rápido que as outras espécies estudadas. As maiores taxas de crescimento relativo ocorreram próximas do início do desenvolvimento das plantas, em torno dos 45 DAS, com conseqüente queda ao longo do ciclo (Figuras 4.3 e 4.4).

Situação semelhante foi observada para as espécies *N. wightii* e *M. cissoides* que tiveram suas taxas de crescimento absoluto no final do período estudado, com pico máximo próximo dos 85 DAS para *N. wightii* e aos 90 DAS para *M. cissoides*. Também para as taxas de crescimento relativo, as duas espécies demonstraram valores próximos neste estudo, com as máximas taxas aos 40 DAS e 50 DAS respectivamente.

A análise conjunta de todas as variáveis e dos parâmetros dos modelos logísticos, principalmente quanto ao parâmetro b (Tabela 4.2) revela que *S. aterrimum* possui ciclo vegetativo rápido, além de ter sido a primeira espécie a atingir 50% de massa em qualquer variável (Figuras 4.1A), acúmulo de área foliar (Figura 4.2) e período de máxima taxa de crescimento absoluto (Figura 4.3A). Este conjunto de características biológicas caracteriza *S. aterrimum* como a espécie que possui a melhor adaptabilidade ecológica para as condições em que o experimento foi realizado. Ainda, esses resultados sugerem que é uma espécie com alto potencial de interferência nas culturas agrícolas, proporcionado pela rápida captura dos recursos de crescimento fornecidos pelo ambiente durante os estádios iniciais de crescimento.

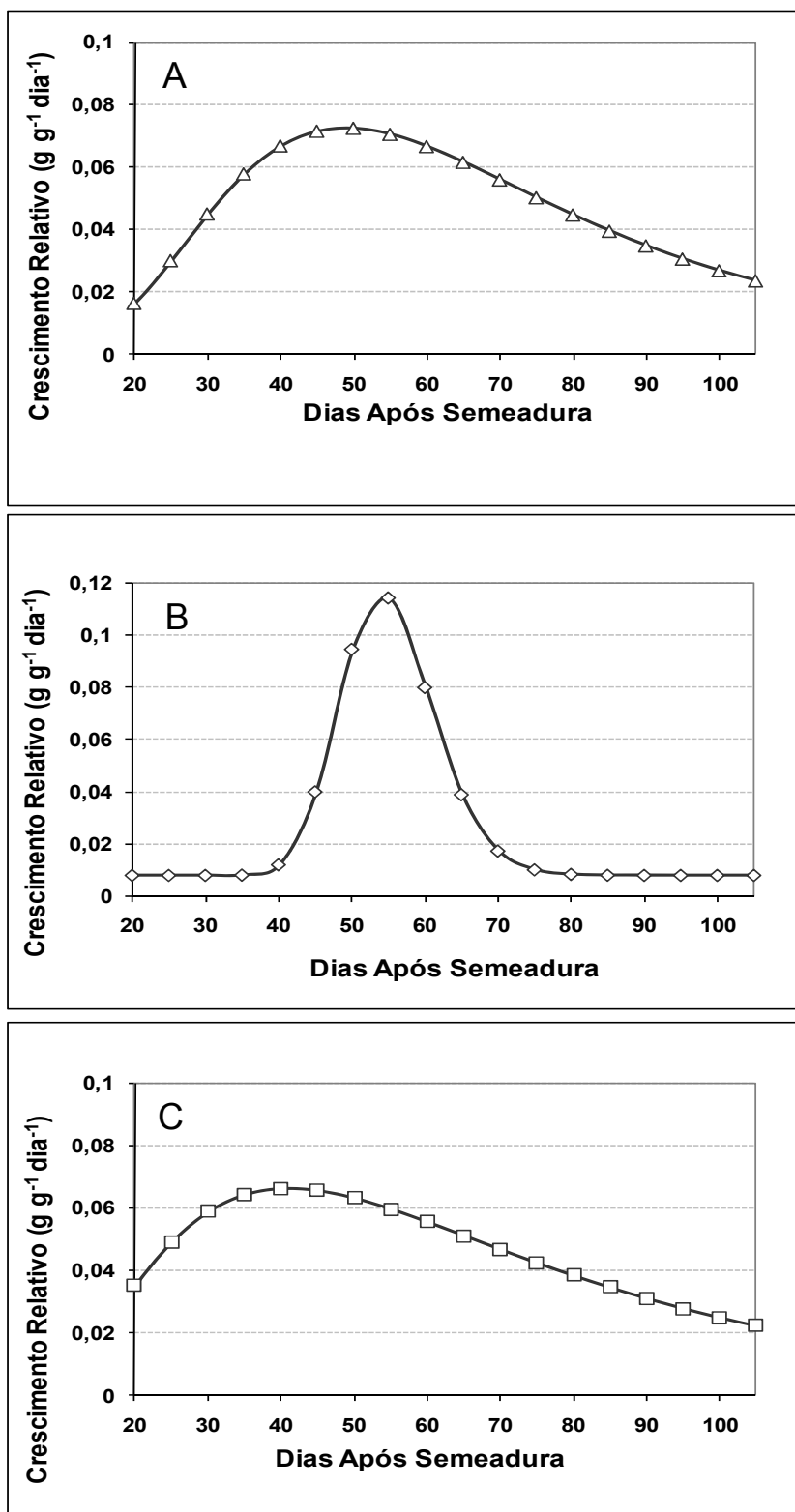


Figura 4.4 - Taxa de crescimento relativo durante o ciclo de vida das espécies de plantas daninhas *M. cissooides* (A), *S. aterrimum* (B) e *N. wightii* (C). DMS (0,06). Piracicaba (SP), 2010

O manejo dessas plantas daninhas precisa ser estruturado com base nos conhecimentos do crescimento e desenvolvimento da espécie, ou seja, as medidas de controle devem ser administradas em período anterior a, aproximadamente, 40 dias de desenvolvimento das plantas, pois a partir deste ponto, podem ocorrer problemas com competição por captação de recursos. Da mesma forma, as plantas daninhas com crescimento inicial rápido exige que medidas de manejo sejam realizadas sobre plantas jovens para que os melhores resultados sejam obtidos, uma vez que o desenvolvimento da planta dificulta o controle; e, também, para que a competição entre a planta daninha e a cana-de-açúcar não ocorra ou não seja significativa sobre a produção, características que explicam as razões que fazem da planta *S. aterrimum* um problema em potencial para a cultura da cana-de-açúcar, principalmente em áreas colhidas mecanicamente.

4.4 Conclusões

Observou-se que as espécies estudadas neste trabalho, apresentaram comportamentos semelhantes em suas taxas de crescimento. Todas as espécies mostraram estabilização no crescimento perto do final do estudo.

S. aterrimum apresentou maior taxa de crescimento inicial e acúmulo de massas seca total, além da maior acúmulo de área foliar (A_f).

N. wightii mostrou ser uma espécie de crescimento inicial lento quando comparadas com as outras espécies estudadas.

M. cissoides demonstrou um acúmulo de massa seca total (M_t) significativa quando comparado com as outras espécies.

No geral, as espécies mostraram um melhor desempenho no crescimento a partir dos 40 DAS e estabilização no crescimento próximo ao termino do estudo aos 100 DAS. Não apresentando florescimento ou estruturas de propagação, indicando tratar-se de plantas com ciclos longos, com capacidade de grande acúmulo de massa e interferência nas culturas, principalmente na cana-de-açúcar por tratarem-se plantas com hábitos trepadores, dificultando a colheita mecanizada crua.

Referências

- AGUILERA, D.B.; FERREIRA, F.A.; CECON, P.R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 43-51, 2004.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise do crescimento de plantas, noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.
- BIANCO, S.; PITELLI, R.A.; PAVANI, M.C.M.D.; SILVA, R.C. Estimativa da área foliar de plantas daninhas. XIII – *Amaranthus retroflexus* L. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 20, n. 1, p. 5-9, 1995.
- BORGES, A.L.; SOUZA, L.S.; CARVALHO, J.E.B. Plantas melhoradoras do solo. Cruz das Almas – BA: EMBRAPA, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. 1 folder.
- CALBO, A.G.; SILVA, W.L.C.; TORRES, A.C. Comparação de modelos e estratégias para análise de crescimento. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-7, 1989.
- CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 317-326, 2008.
- CARVALHO, S.J.P.; MOREIRA, M.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Crescimento, desenvolvimento da planta daninha Capim-camalote. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 4, p. 591-600, 2005.
- CARVALHO, S.J.P.; PEREIRA SILVA, R.F.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes de planta daninha Capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 603-609, 2005.
- EVANS, G.C. **The quantitative analysis of plant growth**. London: Blackwell Scientific, 1972. 734 p.
- FERNANDES, M.F.; BARRETO, A.C.; FILHO, J.E. Fitomassa e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, set. 1999.

FERNÁNDEZ, O.A. Manejo integrado de malezas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 5, n. 2, p. 69-75, 1982.

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

HOLT, J.S.; ORKUTT, D.R. Functional relationships of growth and competitiveness in perennial weeds and cotton (*Gossypium hirsutum*). **Weed Science**, Champaign, v. 39, n. 4, p. 575-584, 1991.

HORAK, M.J.; LOUGHIN, T.M. Growth analysis of four *Amaranthus* species. **Weed Science**, Lawrence, v. 48, n. 3, p. 347-355, 2000.

LUCCHESI, A.A. Utilização prática de análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 41, n. 1, p. 181-202, 1984.

MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais**. São Paulo: Nobel; EDUSP, 1983. 198 p.

OLIVER, D. Importance of weed biology to weed management: proceedings of a symposium presented at the Weed Science Society of America Meeting in Norfolk, Virginia, February 6, 1996. **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 3, p. 328, 1997.

PEDRINHO JÚNIOR, A.A.F.; BIANCO, S.; PITELLI, R.A. Acúmulo de massa seca e macronutrientes por planta de *Glycine max* e *Richardia brasiliensis*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 53 – 61, 2004.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.S.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implications for vegetation management. New York: John Willey, 1997. 589 p.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, Oxford, v. 28, n. 6, p. 479-484, 1988.

5 SUSCETIBILIDADE DIFERENCIAL DE TRÊS PLANTAS DANINHAS (*Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* E *Stizolobium aterrimum*) À DIFERENTES HERBICIDAS UTILIZADOS EM CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo

Atualmente, nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar predomina o controle químico de plantas daninhas com aplicação de herbicidas em pré-emergência das infestantes e da cultura. Onde as plantas daninhas devem ser controladas por períodos maiores, como é o caso da cana-de-açúcar, há necessidade de utilização de herbicidas com ação residual prolongada. Assim, informações que relacionem a dose aplicada e a eficácia de herbicidas são importantes, facilitando a tomada de decisão em um sistema de produção, de forma a obter controle satisfatório destas espécies, com possível economia de herbicida e redução de custos. Experimentos foram desenvolvidos em área pertencente à Usina São Martinho S/A, no município de Iracemápolis - SP, entre março e junho de 2009, com o objetivo de avaliar a suscetibilidade das plantas daninhas (*Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum*) aos herbicidas amicarbazone, imazapic e sulfentrazone, por meio de curvas de dose-resposta. Os tratamentos foram alocados em campo, em esquema de parcelas subdivididas, sendo que no âmbito das parcelas foram aplicados os herbicidas, enquanto nas sub-parcelas foram alocadas as três espécies de plantas daninhas (*M.cissoides*, *N. wightii* e *S. aterrimum*). Cada parcela contou com área de 2 x 2 m, onde foram distribuídas quatro subdivisões de semeadura de 1 x 1 m (sub-parcelas), deixando uma sub-parcela sem plantio das espécies estudadas. Os experimentos foram instalados em solo argiloso, onde foram aplicadas oito doses de cada herbicida, em pré-emergência. As doses utilizadas foram: 8D, 4D, 2D, D, 1/2D, 1/4D, 1/8D e testemunha sem aplicação; sendo D a dose recomendada de amicarbazone (1200 g ha⁻¹), ou de imazapic (147 g ha⁻¹), ou de sulfentrazone (800 g ha⁻¹). Os níveis de controle indicam os herbicidas sulfentrazone, amicarbazone e imazapic como boa opção de controle em pré-emergência para as espécies *M. cissoides* e *N. wightii* e, o herbicida amicarbazone, para o controle de *S. aterrimum*. Onde herbicida sulfentrazone não foi eficiente para *M. cissoides* e *S. aterrimum*, controlando apenas a espécie *N. wightii*. O herbicida imazapic controlou adequadamente somente a espécie *N. wightii*. Já o herbicida amicarbazone controlou todas as espécies estudadas, onde a espécie *S. aterrimum* se mostrou a espécie de maior dificuldade de controle, entre as espécies estudadas neste trabalho. Sendo controlada pelo herbicida amicarbazone com a dose próxima a dose máxima recomendada, podendo assim ser uma planta daninha problemática no manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar. De uma forma geral a ordem de suscetibilidade destas plantas daninhas aos herbicidas foi *M. cissoides* ≥ *N. wightii* > *S. aterrimum*.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.; Pré-emergência; Manejo; Amicarbazone; Imazapic; Sulfentrazone

Abstract

Actually, in the cultivated fields with sugar cane, the chemical control of weeds with herbicide predominates application in pre-emergency weed and culture. Where the weeds must be controlled for longer periods, as the case of sugar cane, there is need to use herbicides with long residual action. Thus, information that relates the applied dose and effectiveness of herbicides are important, facilitating decision making in a production system in order to obtain satisfactory control of these species, with potential saving of herbicide and cutting costs. Experiments were conducted in an area belonging to São Martinho S / A, in the municipality of Iracemápolis - Brazil between March and June 2009, with the aim of evaluating the susceptibility of weeds (*Merremia cissoides*, *Neonotonia wight* and *Stizolobium aterrimum*) referring to herbicides amicarbazone, sulfentrazone and imazapic, through dose-response curves. The treatments were allocated in the field, split plot, and within the plots were applied the herbicides, while in the sub-plots were allocated the three weed species (*M. cissoides*, *N. wightii* and *S. aterrimum*). Each plot had an area of 2 x 2 m and every area divided in four subdivisions of seeding of 1 x 1 m (sub-plots), leaving a sub-plot without planting species. The experiments were conducted on loamy soil, where were applied eight doses of each herbicide pre-emergency. The doses used were: 8D, 4D, 2D, D, 1/2D, 1/4D, 1/8D and untreated control, being D the recommended dose of amicarbazone (1200 g ha⁻¹), or imazapic (147 g ha⁻¹), or sulfentrazone (800 g ha⁻¹). Control levels indicate the herbicides sulfentrazone and amicarbazone imazapic as a good option of control in pre-emergency for the species *M. cissoides* and *N. wightii* and amicarbazone herbicide for the control of *S. aterrimum*. Where sulfentrazone was not efficient for *M. cissoides* and *S. aterrimum*, controlling only the species *N. wightii*. The herbicide imazapic managed properly only to the species *N. wightii*. The herbicide amicarbazone controlled all studied species, where the species *S. aterrimum* proved being the most difficult species to control, among the studied species in this work. Being controlled by the herbicide amicarbazone with the close to the maximum recommended dose, and so it may be a weed problem in the management of weeds in sugar cane. In general the order of susceptibility of these weeds to herbicides were *M. cissoides* ≥ *N. wightii* > *S. aterrimum*.

Keywords: *Saccharum* spp.; Pre-emergency; Panagement; Amicarbazone; Imazapic; Sulfentrazone

5.1 Introdução

Estudos sobre seleção da flora infestante pela palha e seus fatores limitantes sobre a germinação e desenvolvimento das plantas daninhas, são importantes, pois permitem identificar espécies com potencial de seleção no sistema de colheita de cana-crua e estabelecer programas de controle preventivo. É muito importante o

desenvolvimento de métodos eficazes para o manejo dessas plantas daninhas pouco sensíveis ao controle pela palha, caso ocorram em elevadas densidades na lavoura (AZANIA et al., 2002; AZANIA et al., 2003)

Em função da grande redução inicial na emergência das principais espécies de plantas daninhas à cultura, após a colheita, quando é máxima a quantidade de palha sobre o solo, pode levar a uma falsa impressão de que em áreas de cana crua, o controle de plantas daninhas poderá ser suprimido (VELLINI; NEGRISOLI, 2000).

Atualmente, nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar predomina o controle químico de plantas daninhas com aplicação de herbicidas em pré-emergência das infestantes e da cultura, sendo o principal método de controle das plantas daninhas (HERNANDEZ et al., 2001; CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OJEVERO, 2005). Segundo Christoffoleti (1997) o controle químico de plantas daninhas em áreas de cana-de-açúcar é uma prática muito difundida em todo o país, para a maioria das culturas. Além disso, é um método econômico e de alto rendimento operacional, em comparação com os outros. Em consequência disso, a cultura da cana-de-açúcar, tradicionalmente plantada em grandes áreas, assimilou muito rápido essa tecnologia, sendo hoje a segunda cultura em consumo de herbicidas no Brasil (PROCÓPIO et al., 2003; ROSSI, 2004).

Segundo Azania (2004), o uso de herbicidas em pré ou pós-emergência, quando aplicados corretamente, é eficaz no controle das diversas espécies de plantas daninhas. Os herbicidas, na sua maioria, utilizadas na cana-de-açúcar, são seletivos, devido a aspectos de absorção foliar e a degradação do herbicida absorvido pela planta cultivada, com controle das plantas daninhas sem comprometer o desenvolvimento e produtividade da cultura.

Devido ao grande impulso na colheita mecânica de cana-de-açúcar crua e a utilização dos resíduos da colheita na cobertura do solo, é necessário o melhor entendimento do comportamento de herbicidas aplicados neste sistema. A interceptação do herbicida pela palha, por si só pode reduzir consideravelmente a eficiência de alguns herbicidas, porém, a falta de umidade pode prejudicar ainda mais a eficácia destes herbicidas (VELLINI; NEGRISOLI, 2000).

A partir do momento que estes herbicidas atingem o solo apresentam maior distribuição e persistência, devido aos canais formados pelos restos vegetais (formando vias preferenciais de escoamento) ou por organismos do solo e principalmente, pela amenização dos processos de degradação (JONES et al., 1990; SORENSON et al., 1991). Quando um herbicida é aplicado sobre a palha, é interceptado pela superfície desta e torna-se vulnerável a perda causada pela volatilização e/ou fotodecomposição, até serem lixiviados para o solo (LOCKE; BRYSON, 1997). O transporte de herbicidas da palha para o solo é dependente da capacidade destes resíduos em cobrir o solo e reter estes herbicidas; das características físico-químicas do herbicida, bem como do período que a área permanece sem chuva após a aplicação (LAMOREAUX et al., 1993).

Quando um determinado herbicida chega ao solo, pode ocorrer uma movimentação no perfil do solo em todas as direções e é dependente da direção do fluxo de água (JAVORANI et al., 1999). Devido à ocorrência de grandes volumes de água de percolação nos solos após chuvas pesadas ou irrigações, a direção mais comum na qual o herbicida pode ser lixiviado é a descendente. Esse processo interfere no comportamento do herbicida no solo, podendo torná-lo mais ou menos eficiente, e influencia diretamente o seu desempenho no controle de plantas daninhas (OLIVEIRA, 2001). Negrisoni et al. (2006) defendem a necessidade de aumento na dose, pelo fato de parte do produto ficar retido na palha, não atingindo o solo. Por outro lado, outros pesquisadores defendem a hipótese de que em sistemas de produção com cobertura do solo pode-se reduzir ou até mesmo eliminar a aplicação de herbicidas de pré-emergência, pelo efeito físico e alelopático das coberturas mortas, dependendo da comunidade infestante.

Ainda, em áreas onde as plantas daninhas devem ser controladas por períodos maiores, como é o caso da cana-de-açúcar, há necessidade de utilização de herbicidas com ação residual prolongada (VELLINI; NEGRISONI, 2000). Dentre as opções de herbicidas registrados para esta cultura, encontram-se o sulfentrazone, amicarbazone e imazapic (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Assim, informações que relacionem a dose aplicada e a eficácia de herbicidas são importantes, facilitando a tomada de decisão em

um sistema de produção, de forma a obter controle satisfatório destas espécies, com possível economia de herbicida e redução de custos.

O objetivo do trabalho foi avaliar a suscetibilidade das plantas daninhas *M. cissoides*, *N. wightii* e *S. aterrimum* aos herbicidas amicarbazone, imazapic e sulfentrazone, quando aplicados em pré-emergência.

5.2 Material e Métodos

Três experimentos foram desenvolvidos em área pertencente à Usina São Martinho S/A, no município de Iracemápolis - SP, entre março e junho de 2009. Onde o solo foi previamente preparado com gradagem intermediária até 10 cm de profundidade, sendo mantido sem cultura durante todo o período.

As espécies estudadas neste trabalho foram: *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum*, onde se estudou a suscetibilidade das três espécies aos herbicidas amicarbazone; imazapic e sulfentrazone. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006), de textura argilosa (66% de argila, 19% de areia e 15% de silte), cuja análise física e química está apresentada na Tabela 5.1.

Em cada experimento, o delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Para cada espécie foram aplicadas oito doses dos herbicidas. As doses dos herbicidas utilizadas foram 8D, 4D, 2D, D, 1/2D, 1/4D, 1/8D e testemunha sem aplicação; sendo D a dose recomendada de amicarbazone (1200 g ha^{-1}), imazapic (147 g ha^{-1}) e sulfentrazone (800 g ha^{-1}). As aplicações foram realizadas logo após a semeadura, em 09/03/2009, com auxílio de pulverizador costal pressurizado por CO₂, acoplado a barra com quatro pontas de pulverização do tipo leque, modelo XR 110.02, espaçadas em 0,5 m, com jato plano, calibrado para volume de calda correspondente a 200 l ha^{-1} . No dia da aplicação, registraram-se temperatura do ar de 28,7 °C e umidade relativa do ar de 92%. Os dados meteorológicos referentes ao local e período em que o experimento esteve em campo estão apresentados na Figura 5.1.

As sementes da espécie *M.cissoides* foram adquiridas comercialmente junto a empresa AgroCosmos Produção e Serviços Rurais Ltda. (Engenheiro Coelho - SP). As sementes de *N. wightii* e *S. aterrimum* foram adquiridas junta a Empresa Sementes Piraí (Piracicaba – SP). Todas foram semeadas na profundidade de cinco centímetros, mantendo uma população final de 50 plantas por metro. Os tratamentos foram alocados em campo, em esquema de parcelas subdivididas, sendo que no âmbito das parcelas foram aplicados os herbicidas, enquanto nas sub-parcelas foram alocadas as três espécies de plantas daninhas (*M.cissoides*, *N. wightii* e *S. aterrimum*). Cada parcela contou com área de 2 x 2 m, onde foram distribuídas quatro subdivisões de semeadura de 1 x 1 m (sub-parcelas), deixando uma sub-parcela sem plantio das espécies estudadas.

Foram realizadas avaliações visuais de controle percentual aos 15, 30, 45 e 60 dias após aplicação (DAA) e massa seca total das plantas aos 60 DAA. As avaliações de porcentagem de controle das plantas daninhas foram feitas por meio de escala variando de 0 a 100%, em que zero significa ausência de controle e 100 % o controle total das plantas daninhas. A massa seca foi obtida por meio da secagem de todo o material remanescente nas parcelas em estufa mantida a 70°C, por 72h.

Os dados foram submetidos à análise da variância aplicando-se o teste 'F'. Os níveis do fator herbicida (doses) foram analisados por meio do emprego de regressões não-lineares do tipo log-logístico, segundo o modelo proposto por Streibig (1988):

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

Em que: y é a porcentagem de controle, x é a dose do herbicida (g i.a. ha⁻¹) e a , b e c são parâmetros estimados da equação, de tal forma que a é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável; b corresponde à dose necessária para a ocorrência de 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva ao redor de b .

O modelo logístico apresenta vantagens, uma vez que um dos parâmetros da equação (*b*) é a estimativa do valor de C_{50} (dose do herbicida, em gramas do ingrediente ativo, por hectare que proporciona o valor de 50% de controle ou de redução de massa da planta daninha (CHRISTOFFOLETI, 2002; CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2004). Embora os parâmetros do modelo logístico (*b*) estime o valor de C_{50} , optou-se também por calcular os valores de C_{80} , visto que este é o nível mínimo de controle considerado satisfatório pela legislação em vigor.

Tabela 5.1 - Propriedades físico-químicas do solo da área experimental (Latosolo Vermelho Distrófico). Iracemópolis – SP, 2009

Camada (cm)	Composição Granulométrica ⁽¹⁾ (%)					M.O. (g/kg)	pH		
	Areia			Silte	Argila		KCl	H ₂ O	ΔpH
	Fina	Grossa	Total						
0 – 20	14	5	19	15	66	23,3	4,1	4,9	-0,8
20 – 50	12	6	18	14	68	19,7	4,2	4,4	-0,2

Camada (cm)	Análise Química ⁽²⁾						P (mg dm ⁻³)	Saturação (%)	
	Cátions Trocáveis (mmol _c dm ⁻³)							V	m
	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	H+Al	CTC			
0 – 20	7,6	2,9	1,6	12,1	109,1	121,2	7	10	45
20 – 50	2,5	11,5	4,2	18,2	88,4	106,6	7	17	11

⁽¹⁾Textura muito argilosa; ⁽²⁾SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca catiônica; V – saturação por bases; m – saturação por alumínio.

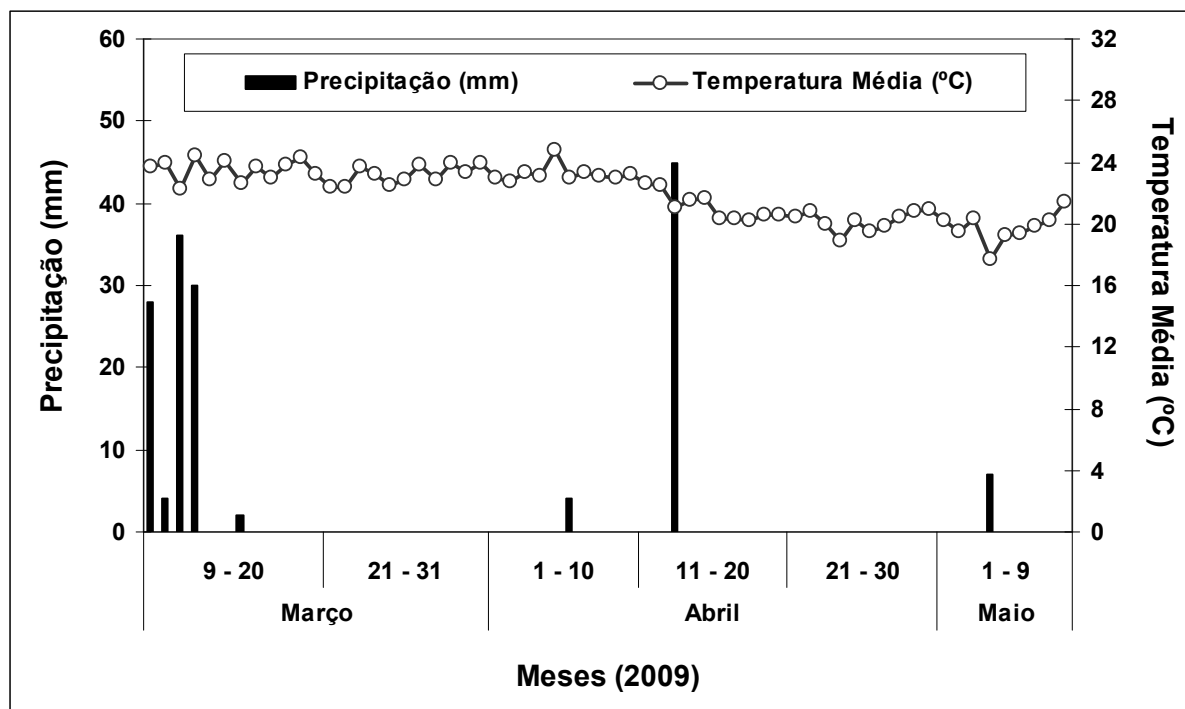


Figura 5.1 - Temperatura média estimada (°C) e precipitações (mm) diárias registradas para local e período de desenvolvimento dos experimentos em campo. Iracemápolis – SP, 2009

5.3 Resultados e Discussão

Com a aplicação do teste 'F' na análise da variância, constatou-se significância do fator espécie de planta daninha para todas as datas de avaliação, em todos os experimentos. Comportamento semelhante foi observado para a significância do fator dose; contudo, para algumas variáveis, a interação espécie-dose não foi significativa. Assim sendo, para maior compreensão dos procedimentos estatísticos de comparação de espécies e análise por regressões, optou-se por apresentar o quadro da análise da variância dos três experimentos, em formato resumido (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 - Resumo do quadro da análise da variância para o controle e a massa seca residual das plantas daninhas quando relacionados às fontes de variação, bem como à interação destas. Itacemópolis – SP, 2009

Variável	Fonte de Variação	GL ²	F	Pr > Fc
Amicarbazone				
Controle aos 15 DAA³	Doses (D)	7	89,721**	<0,001
	Espécies (E)	2	37,642**	<0,001
	Interação (D*E)	14	5,926**	<0,001
Controle aos 30 DAA	Doses (D)	7	129,140**	<0,001
	Espécies (E)	2	159,501**	<0,001
	Interação (D*E)	14	39,079**	<0,001
Controle aos 60 DAA	Doses (D)	7	146,728**	<0,001
	Espécies (E)	2	39,622**	<0,001
	Interação (D*E)	14	6,427**	<0,001
Massa Seca	Doses (D)	7	32,512**	<0,001
	Espécies (E)	2	15,377**	<0,001
	Interação (D*E)	14	1,782 ^{NS}	0,070
Imazapic				
Controle aos 15 DAA³	Doses (D)	7	273,317**	<0,001
	Espécies (E)	2	119,510**	<0,001
	Interação (D*E)	14	21,382**	<0,001
Controle aos 30 DAA	Doses (D)	7	66,143**	<0,001
	Espécies (E)	2	40,907**	<0,001
	Interação (D*E)	14	5,703**	<0,001
Controle aos 60 DAA	Doses (D)	7	276,287**	<0,001
	Espécies (E)	2	53,085**	<0,001
	Interação (D*E)	14	8,417**	<0,001
Massa Seca	Doses (D)	7	435,938**	<0,001
	Espécies (E)	2	8,262**	<0,001
	Interação (D*E)	14	4,289**	<0,001
Sulfentrazone				
Controle aos 15 DAA³	Doses (D)	7	54,350**	<0,001
	Espécies (E)	2	7,988**	<0,001
	Interação (D*E)	14	1,508 ^{NS}	0,144
Controle aos 30 DAA	Doses (D)	7	76,386**	<0,001
	Espécies (E)	2	27,133**	<0,001
	Interação (D*E)	14	2,828 ^{NS}	0,004
Controle aos 60 DAA	Doses (D)	7	136,423**	<0,001
	Espécies (E)	2	31,433**	<0,001
	Interação (D*E)	14	6,195**	<0,001
Massa Seca	Doses (D)	7	171,448**	<0,001
	Espécies (E)	2	14,307**	<0,001
	Interação (D*E)	14	1,653**	<0,001

¹Delineamento em parcelas subdivididas; ²GL – Graus de liberdade; ³Dias após aplicação; **Significativo à 1% de probabilidade; ^{NS} - Não significativo.

No estudo com o amicarbazone, na massa seca residual, observou-se efeito de interação, em que a ordem de suscetibilidade foi: *M. cissoides* = *N. wightii* > *S. aterrimum*. Ressalta-se que os controles apresentados na Tabela 5.4 são relativos à média de todas as doses, incluindo as testemunhas. Por outro lado, no estudo do herbicida imazapic, a significância foi obtida para todos os fatores e interações.

Constatou-se ausência de interação no experimento desenvolvido com o herbicida sulfentrazone na avaliação de controle realizada aos 15 DAA e para massa seca, justificando a aplicação do teste de Tukey, caracterizando a seguinte ordem de suscetibilidade: *M. cissoides* = *N. wightii* > *S. aterrimum* (Tabela 5.4).

Na Tabela 5.3, estão apresentados os parâmetros do modelo ajustados para os controles obtidos com a aplicação das diferentes doses de amicarbazone, imazapic e sulfentrazone, sobre as três espécies de plantas daninhas. Com estes dados pode-se calcular matematicamente quaisquer níveis de controle, inclusive os valores de C_{50} e C_{80} , que caracterizaram a susceptibilidade das espécies (CARVALHO et al., 2005).

Nas avaliações realizadas aos 30 e 60 DAA, os valores de C_{80} calculados para aplicação de amicarbazone em pré-emergência para as espécies *M. cissoides* e *N. wightii* mantiveram-se sempre inferiores a 415 g ha^{-1} (Tabela 5.3) e, portanto, abaixo da dose recomendada de amicarbazone (980 g ha^{-1}), mostrando-se eficaz pra controle destas plantas daninhas, podendo ser considerado um herbicida de longo residual (NEGRISOLI et al., 2007).

Neste sentido Toledo et al. (2009), trabalhando com *M. cissoides*, *I. grandifolia*, *B. decumbens* e *E. heterophylla*, também observaram controles satisfatórios para essas espécies invasoras da cultura da cana-de-açúcar período final de avaliações. Contrariando os resultados de Bachega et al. (2009), que observou a lixiviação total do herbicida amicarbazone após 107 mm de chuva.

Tabela 5.3 - Parâmetros do modelo logístico¹, coeficiente de determinação (R^2), C_{50} e C_{80} para controle e massa seca residual de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum*, após aplicação dos herbicidas. Itacemópolis – SP, 2009

Avaliação	Espécie	Parâmetros			R^2	C	
		a	b	c		50	80
Amicarbazone							
15 DAA²	<i>Merremia cissoides</i>	100,424	283,843	-3,616	0,998	283,18	414,05
	<i>Neonotonia wightii</i>	101,062	397,184	-2,312	0,997	393,59	707,42
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	100,793	1087,824	-2,013	0,997	1079,35	2124,49
30 DAA	<i>Merremia cissoides</i>	100,072	169,846	-4,392	0,999	169,79	232,69
	<i>Neonotonia wightii</i>	100,395	179,757	-2,586	0,999	179,21	304,94
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	99,698	825,697	-6,452	0,999	826,47	1026,03
60 DAA	<i>Merremia cissoides</i>	98,341	232,095	-2,970	0,970	234,75	381,10
	<i>Neonotonia wightii</i>	98,291	222,214	-2,782	0,988	225,01	377,68
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	100,894	907,209	-2,176	0,999	899,85	1681,36
Massa Seca	Geral	105,606	664,374	1,941	0,991	701,76	1405,23
Imazapic							
15 DAA	<i>Merremia cissoides</i>	99,799	107,876	-6,596	0,998	107,94	133,31
	<i>Neonotonia wightii</i>	97,742	123,580	-4,970	0,998	124,73	167,32
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	102,195	545,537	-1,782	0,983	532,54	1120,22
30 DAA	<i>Merremia cissoides</i>	100,172	78,690	-4,636	0,999	78,63	105,92
	<i>Neonotonia wightii</i>	101,925	97,386	-1,848	0,990	95,42	196,20
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	100,325	271,233	-1,340	0,964	269,92	754,08
60 DAA	<i>Merremia cissoides</i>	100,599	90,988	-1,856	0,984	90,41	189,00
	<i>Neonotonia wightii</i>	99,223	72,221	-3,058	0,998	72,59	115,13
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	99,444	247,691	-2,443	0,998	248,83	441,94
Massa Seca	<i>Merremia cissoides</i>	94,851	162,546	1,255	0,983	149,06	465,25
	<i>Neonotonia wightii</i>	101,542	93,985	1,743	0,985	95,64	210,49
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	100,279	79,706	2,175	0,998	79,91	151,01
Sulfentrazone							
15 DAA	Geral	100,651	811,195	-2,521	0,999	807,04	1388,11
	<i>Merremia cissoides</i>	106,257	298,454	-0,955	0,887	263,79	958,34
30 DAA	<i>Neonotonia wightii</i>	100,801	578,625	-2,929	0,997	575,49	916,49
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	103,352	1497,172	-1,694	0,980	1440,91	3097,09
60 DAA	<i>Merremia cissoides</i>	99,411	421,361	-3,328	0,993	422,86	644,86
	<i>Neonotonia wightii</i>	100,392	667,888	-3,526	0,999	666,41	984,15
	<i>Stizolobium aterrimum</i>	96,948	1044,484	-2,526	0,990	1070,85	1930,70
Massa Seca	Geral	101,632	418,553	1,234	0,984	429,59	1308,43

¹ Modelo: $y = (a/(1+(x/b)^c))$; ² DAA – Dias após aplicação.

No primeiro experimento, o herbicida amicarbazone controlou adequadamente as espécies *M. cissoides* e *N. wightii*, desde os 15 até aos 60 DAA, quando os controles máximos ultrapassaram 90% para estas duas espécies (Figura 5.2). Supõe-se que o menor controle observado aos 30 DAA, para a espécie *S. aterrimum*, esteja relacionado com o mecanismo de ação do herbicida amicarbazone, do tipo inibidor do fotossistema II. Neste caso, há necessidade de emergência e estabelecimento das plântulas, até momento de início de atividade fotossintética, quando a eficácia do herbicida se manifesta. Corroborando com os resultados de Toledo et al. (2009), que aos sete dias após a aplicação do herbicida amicarbazone observaram baixa eficiência de controle das diferentes doses propostas sobre todas as espécies de plantas daninhas. E com o trabalho realizado por Campos et al. (2009b), que também observaram baixa eficiência do amicarbazone na primeira avaliação aos 15 DAA.

Contudo, mesmo com os tratamentos apresentando baixa eficácia de controle, foram observados sintomas iniciais de intoxicação nas plantas daninhas, caracterizados por cloroses foliares (TOLEDO et al., 2009). Fato também observado no presente trabalho.

Neste sentido, Negrisoli et al. (2007) também constataram elevada eficácia do amicarbazone para controle de espécies do gênero *Ipomoea*. Porém, ressaltaram que a lixiviação pode ser um processo fundamental para a apropriada absorção e eficácia do herbicida, sobretudo em áreas com aplicação sobre a palhada de cana-de-açúcar. Porém, para *S. aterrimum*, foram observados menores controles aos 60 DAA (Figura 5.2). Demonstrando menor susceptibilidade, para o herbicida amicarbazone, em relação às outras espécies em estudo.

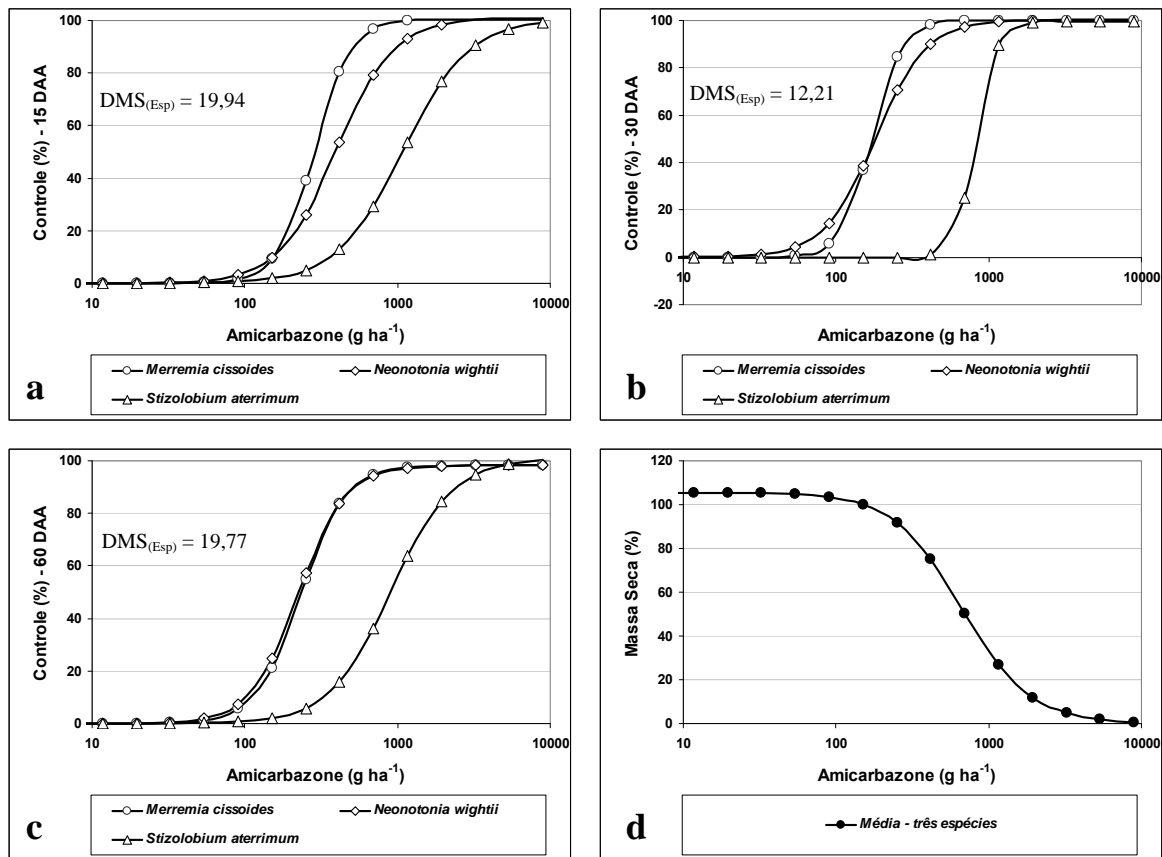


Figura 5.2 - Controle de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum* com oito doses do herbicida amicarbazone, avaliado aos 15 (a), 30 (b), e 60 (c) dias após aplicação (DAA) e massa seca residual (d). Iracemópolis – SP, 2009

Para a espécie *M. cissoides* na avaliação aos 60 DAA, o herbicida amicarbazone demonstrou controles acima de 80% a partir de 380 g ha^{-1} (Tabela 5.3), e de acordo com a Figura 5.2, os resultados demonstraram que o controle foi superior a 90%, com a dose de aproximadamente 900 g ha^{-1} . O que corresponde com os resultados de Campos et al. (2009a), que trabalhando com *M. cissoides*, *I. triloba* e *I. quamoclit*, também observaram controles superiores a 90% para a espécie *M. cissoides*, com doses semelhantes à deste presente trabalho.

Em outro trabalho, Campos et al. (2009a), trabalhando com o herbicida amicarbazone aplicado em cana planta após a sistematização para colheita mecanizada, observou controles em avaliações aos 150 DAA, superiores a 97%, para a aplicação no período seco e 100% de controle para a aplicação realizada no início do período de alta precipitação, em plantas daninhas do gênero *Ipomoea*.

Tabela 5.4 - Controle¹ e massa seca residual de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *S. aterrimum* quando submetidas à aplicação dos herbicidas sulfentrazone ou amicarbazone. Itacemópolis – SP, 2009

Espécie	Sulfentrazone		Amicarbazone
	15 DAA ²	Massa Seca	Massa Seca
<i>Merremia cissoides</i>	50,0 A	42,6 A	37,2 A
<i>Neonotonia wightii</i>	47,2 A	40,5 A	35,5 A
<i>Stizolobium aterrimum</i>	35,3 B	55,4 B	75,7 B
DMS	9,42	7,29	19,82

¹ Dados referentes à média de todas as doses, incluindo a testemunha sem aplicação; Médias seguidas por letras maiúsculas iguais, na coluna, não diferem entre si segundo teste de Tukey com 5% de significância; ² Dias após aplicação.

Para a *S. aterrimum* os valores de C_{80} calculadores foram próximos da dose recomendada, porém abaixo (Tabela 5.3). Também neste experimento, a análise conjunta da Figura 5.2 e das Tabelas 5.3 e 5.4, caracteriza a suscetibilidade diferencial das espécies, que ocorreu em maior grau que aquela observada para sulfentrazone, para a *S. aterrimum*.

A interação dose-espécie foi observada aos 30 e 60 DAA, cuja ordem de suscetibilidade foi: *N. wightii* \geq *M. cissoides* > *S. aterrimum* (Figura 5.1). Neste sentido, o amicarbazone também pode ser caracterizado como um herbicida eficaz para o manejo dessas espécies daninhas, principalmente para *S. aterrimum* quando comparado com os outros herbicidas em estudo.

Estes resultados estão em concordância com os de Perin et al. (2008a), que observaram uma excelente eficácia do herbicida amicarbazone no controle de *Merremia cissoides*, *Brachiaria decumbens*, *Ipomoea grandifolia* e *Euphorbia heterophylla*, em diferentes situações de aplicação sobre o solo, com e sem palha, não ocorrendo interferência pela presença da palha sobre o solo e desta forma demonstrando ser uma excelente alternativa para o controle de plantas daninhas da cultura da cana-de-açúcar. Em outro trabalho, Azania et al. (2009), também observou ótimos controles de espécies do gênero *Ipomoea* e *Merremia*, mesmo em avaliações de 90 DAA e 120 DAA, depois de longos períodos de precipitação.

Segundo Perim et al. (2008b), avaliando o efeito de contato de fragmentos de palha de cana-de-açúcar, impregnadas com amicarbazone, sobre as espécies

Merremia cissoides, *Brachiaria decumbens* e *Ipomoea grandifolia*, onde os fragmentos eram fixados na posição horizontal forçando o contato do herbicida com as plântulas em processo de crescimento. Como resultados, observaram o controle das plantas estudadas, sendo que nos tratamentos onde o amicarbazone foi aplicado na palha úmida e na qual havia simulação diária de orvalho, ocorreu uma melhor liberação do produto. Demonstrando ser uma ótima ferramenta no controle de daninhas no sistema de cana crua.

O amicarbazone tem recomendação para aplicação tanto em pré como em pós-emergência da cultura da cana-de-açúcar e das plantas daninhas. Quando aplicado ao solo, é absorvido pelas raízes e translocado em rota apoplástica, via xilema, com o fluxo transpiratório das plantas até as folhas. Este herbicida inibe a fotossíntese das plantas daninhas, atuando na reação de Hill (fotossistema II), interrompendo o transporte de elétrons e paralisando a fixação de CO₂ e a produção de ATP e NADPH₂, os quais são elementos essenciais ao crescimento das plantas, deixando as plantas atrofiadas (DAYAN et al., 2009). Entretanto, a morte da planta pode ocorrer devido a outros processos, como a peroxidação de lipídeos e proteínas, promovendo a destruição das membranas e perda de clorofila (CAVENAGHI et al., 2007; DAYAN et al., 2009).

Para o segundo experimento, foi aplicado o herbicida imazapic, registrado para a cultura da cana-de-açúcar e pertencente ao grupo químico das imidazolinonas, que apresenta ação em pré e pós-emergência inicial, sendo recomendado para o controle de gramíneas, folhas largas e perenes de difícil controle (KRAEMER et al., 2009). Além disso, pode apresentar período de controle efetivo nos solos superior a 120 dias (PROCÓPIO et al., 2004).

O herbicida imazapic é absorvido por raízes e folhas, sendo translocado por floema e xilema, acumulando-se nos pontos de crescimento. O controle é proporcionado pela inibição da enzima acetolactase sintetase (ALS), que é essencial no processo de síntese de aminoácidos de cadeia ramificada em plantas – isoleucina, leucina e valina (KRAEMER et al., 2009). A adsorção das imidazolinonas pelos colóides dos solos é baixa ou muito baixa, sendo altamente influenciada pelos teores de argila e de matéria orgânica, onde os solos com maiores destes teores requerem maiores doses dos produtos (MILLER; WESTRA, 1998).

A principal forma de decomposição das imidazolinonas nos solos é a microbiana (MANGELS, 1991). A luz solar (raios ultravioleta) participa com a menor parte das perdas dos compostos (MILLER; WESTRA, 1998). Desta forma, a dissipação deste grupo de herbicidas é mais rápida em solos com temperaturas e teores de umidade que favoreçam a atividade dos microorganismos (GOETZ et al., 1990; LOUX; REESE, 1992). Pode-se supor que nas condições em que o experimento foi desenvolvido, a atividade microbiana teve sua ação favorecida, sendo que na área destinada ao experimento, sobretudo nos meses de março a junho, apresentou diariamente elevadas temperaturas e alta precipitação, principalmente no início do experimento (Figura 5.1), mantendo-se os teores adequados de umidade à microbiota.

Neste sentido, foi observado que para a dose calculada para C_{80} , nas espécies *M. cissoides* e *N. wightii*, os valores foram próximos da dose recomendada, porém abaixo para *M. cissoides*. Observando suscetibilidade diferencial entre as espécies estudadas, em que *N. wightii* foi à espécie mais sensível, quando comparada com *M. cissoides*, aos 60 DAA (Figura 5.3C; Tabela 5.3). Podemos ainda atribuir os resultados de controle aos 60 DAA, para *M. cissoides*, às condições de precipitação em que o trabalho foi desenvolvido, podendo ter ocorrido lixiviação por parte do herbicida para fora da faixa de germinação das sementes, devido as suas características físico-químicas (INOUE et al., 2007). Estes mesmos autores observaram significativa lixiviação do herbicida imazapic com apenas 40 mm de chuva, onde o herbicida foi detectado até a camada de 5-10 cm. Fato que pode ter ocorrido com a precipitação observada na área onde foi desenvolvido este trabalho (Tabela 5.1). Por se tratar de um herbicida não iônico, comportando-se como um ácido fraco em solução, e suas moléculas encontram-se pouco sorvidas em solos com pH acima do pka do herbicida (3,9) (OLIVEIRA, 2001; INOUE et al., 2002; CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OJEVERO, 2005).

De acordo com estes resultados encontrados para a espécie *M. cissoides*, (AZANIA et al., 2009), também observaram menores controles das espécies dos gêneros *Merremia* e *Ipomoea* com o herbicida imazapic, quando comparado o controle com os outros herbicidas deste mesmo trabalho. Onde aos 90 DAA, foram observados

níveis de 60% de controle, contra 89 e 93%, para os herbicidas amicarbazone e sulfentrazone, respectivamente.

Assim sendo, conclui-se que o herbicida imazapic inibiu o desenvolvimento das duas espécies de plantas daninhas, alcançando resultados próximos a 80% de controle aos 60 DAA, com a dose recomendada, mostrando que o herbicida imazapic apresentou-se como uma opção interessante para manejo da espécie *N. wightii* na cultura da cana-de-açúcar. Porém não apresentou bom controle e não se apresenta como uma boa opção de controle para a espécie *S. aterrimum*.

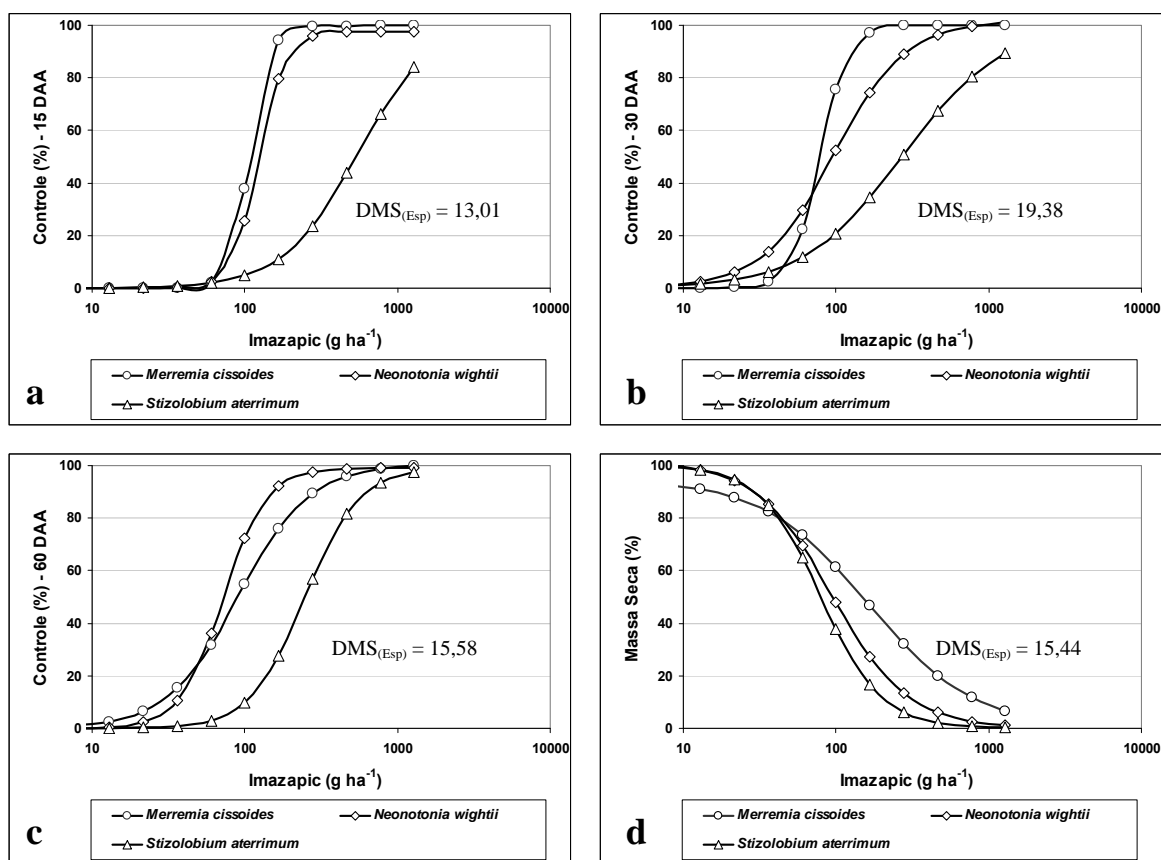


Figura 5.3 - Controle de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum* com oito doses do herbicida imazapic, avaliado aos 15 (a), 30 (b), e 60 (c) dias após aplicação (DAA) e massa seca residual (d). Iracemápolis – SP, 2009

Sendo assim, a ordem de suscetibilidade das espécies estudadas ao herbicida imazapic foi: $N. wightii \geq M. cissoides > S. aterrimum$ (Figura 5.3; Tabela 5.3).

Para o terceiro experimento, realizado com o herbicida sulfentrazone, a dose recomendada do herbicida proporcionou controles superiores a 80% na espécie *M. cissoides*, aos 30 DAA (Figura 5.4B), depois de alto índice pluviométrico durante as duas semanas iniciais do experimento (Figura 5.1). Resultado que também foi obtido por Rossi et al. (2003), que observaram melhores resultados do herbicida sulfentrazone após altas precipitações. Podendo ser explicado pela sua baixa mobilidade no solo, devido a sua baixa solubilidade, principalmente em áreas com predominância de Latossolos Vermelhos como a área de deste ensaio (ROSSI et al., 2005).

Na avaliação aos 60 DAA (Figura 5.4C), os resultados demonstraram que o herbicida sulfentrazone controlou adequadamente a espécie *M. cissoides*, correspondendo com os resultados de Campos et al. (2009a), que observaram elevada eficácia do herbicida aos 60 DAA, mesmo após 200 mm de chuva. Ainda neste sentido, Christoffoleti et al. (1995) também encontraram controles superiores a 80% em *Cyperus rotundus* com o herbicida sulfentrazone aplicado aos 30 e 60 DAA, na dose de 700 g ha⁻¹. Já aos 90 DAA, e na dose de 750 g ha⁻¹, encontraram controles satisfatórios, demonstrando a eficácia e persistência do herbicida.

O que pode ser explicado, devido à baixa mobilidade do produto no solo (GREY et al., 2000), principalmente em solos com alto teor de argila (Tabela 5.1), aliada com a suscetibilidade da espécie ao herbicida. A alta sorção e baixa dessorção garantem ao sulfentrazone longa permanência no solo, a qual é favorecida também pela sua baixa mineralização (REDDY; LOCKE, 1998).

O cálculo de C₈₀ resultou em doses inferior à dose recomendada do produto (750 g ha⁻¹), para essa classificação de solo, o que realça a elevada eficácia da molécula para controle das espécies do gênero *Merremia* (Tabela 5.3). Correspondendo com o trabalho realizado por Campos et al. (2009a), que também observaram que o cálculo de C₈₀ resultou em doses inferiores a dose recomendada de sulfentrazone para a espécie *M. cissoides*. Resultados semelhantes também observados por Azania et al. (2009), onde o herbicida sulfentrazone controlou adequadamente espécies dos gêneros *Merremia* e *Ipomoea*, mesmo após 150 DAA, onde foram observados 405 mm de precipitação.

Para *N. wightii*, o experimento mostrou que a dose calculada para C_{80} , foi superior à dose recomendada, mostrando sua tolerância ao sulfentrazone. Para a espécie *S. aterrimum*, a dose calculada para C_{80} , na ordem de 1930 g ha^{-1} , foi muito superior à dose máxima recomendada para este tipo de solo, na ordem de 800 g ha^{-1} , demonstrando sua tolerância a este herbicida. Também podemos correlacionar este ineficiente controle para as espécies *N. wightii* e *S. aterrimum*, ao fato do solo em que se encontra o ensaio, ter pH abaixo de 4,9 (Tabela 5.1), em que pode diminuir a eficiência do herbicida sulfentrazone, quando seu pKa, for menor que o pH do solo (ALVES et al., 2004; BACHEGA et al., 2009; FMC CORP., 1995; GREY et al., 1997).

Neste sentido, caracteriza-se a suscetibilidade diferencial das espécies, em que *S. aterrimum* foi a mais tolerante ao herbicida sulfentrazone. Em geral, a ordem de suscetibilidade destas plantas daninhas ao herbicida sulfentrazone foi $M. cissoides \geq N. wightii > S. aterrimum$ (Tabela 5.4).

Em plantas, o sulfentrazone atua na rota de síntese de clorofilas e citocromos, inibindo a protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), o que resulta em acúmulo de protoporfirinogênio no cloroplasto. Em altas concentrações, há difusão do protoporfirinogênio para o citoplasma, onde é rapidamente convertido à protoporfirina-IX. A protoporfirina-IX é um pigmento fotodinâmico e, quando em presença de luz e oxigênio molecular, origina oxigênio 'singlet' ($O_2^{\cdot-}$). Esse radical livre, altamente reativo, provoca a peroxidação dos lipídeos das membranas, levando a célula à morte (CARVALHO; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Estas características do mecanismo de ação auxiliam na explicação da rápida morte das plantas, o que justifica os elevados valores de controle observados já na avaliação realizada aos 30 DAA, para a espécie *M. cissoides* (Figura 5.4B).

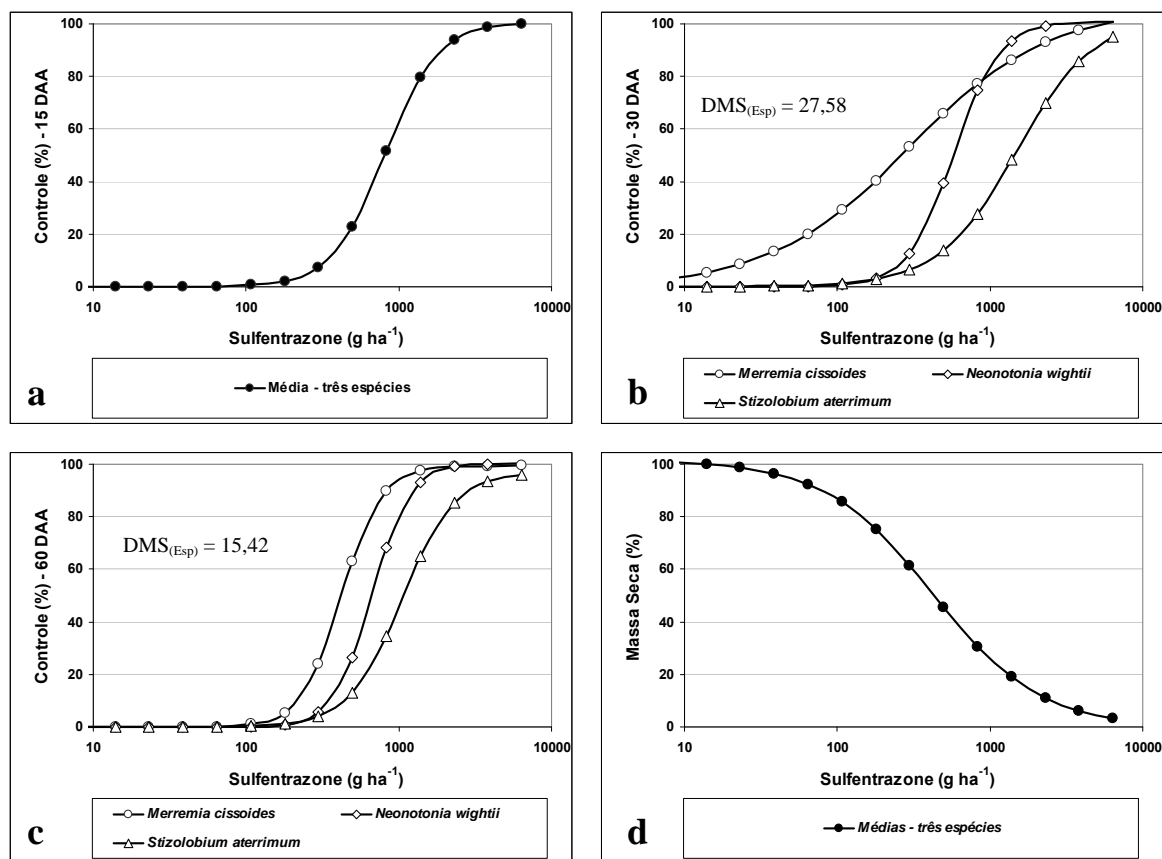


Figura 5.4 - Controle de *Merremia cissoides*, *Neotonnia wightii* e *Stizolobium aterrimum* com oito doses do herbicida sulfentrazone, avaliado aos 15 (a), 30 (b), e 60 (c) dias após aplicação (DAA) e massa seca residual (d). Iracemópolis – SP, 2009

A diferença de suscetibilidade de espécies de plantas daninhas a herbicidas pode estar relacionada com a afinidade enzimática das moléculas; com a absorção, translocação ou exclusão diferencial dos herbicidas; ou mesmo com rotas de detoxificação metabólica (CARVALHO et al., 2006). Contudo, maiores estudos devem ser conduzidos para esclarecer quais fatores têm participação na resposta diferencial de controle das espécies de plantas daninhas principalmente para *N. wightii* e *S. aterrimum* que possuem poucos estudos sobre estas “novas” daninhas na cultura da cana-de-açúcar.

5.4 Conclusões

O herbicida amicarbazone pode ser recomendado para controle em pré-emergência das todas as espécies estudadas. Senda que para a espécie *S. aterrimum*, a dose para C80, ficou próxima da dose recomendada, demonstrando ser a espécie de maior dificuldade de controle, para este herbicida. Onde ocorreu interação dose-espécie e a ordem de suscetibilidade foi: *N. wightii* \geq *M. cissoides* $>$ *S. aterrimum*.

Já o herbicida imazapic não foi eficiente para o controle de *M. cissoides* e *S. aterrimum*, controlando em níveis aceitáveis apenas a espécie *N. wightii*, onde a dose para C80 ficou abaixo da dose recomendada. Sendo assim, a ordem de suscetibilidade das espécies estudadas foi: *N. wightii* \geq *M. cissoides* $>$ *S. aterrimum*.

O herbicida sulfentrazone não foi eficiente para *M. cissoides* e *S. aterrimum*, controlando apenas a espécie *N. wightii*, onde a ordem de suscetibilidade destas plantas daninhas ao herbicida sulfentrazone foi *M. cissoides* \geq *N. wightii* $>$ *S. aterrimum*. Sendo que para espécie *S. aterrimum*, a dose para C₈₀ foi muito superior a dose recomendada.

As espécies *M. cissoides* e *N. wightii* se mostraram serem plantas daninhas de difícil controle, quando comparadas com outras espécies estudadas anteriormente. Podendo ser manejada com os herbicidas testados neste trabalho.

A espécie *S. aterrimum* se mostrou a espécie de maior dificuldade de controle, entre as espécies estudadas neste trabalho. Sendo controlada adequadamente apenas pelo herbicida amicarbazone. Podendo assim ser uma planta daninha problemática no manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar.

Os resultados de controle estão em conformidade com as matérias secas residuais coletadas das unidades experimentais.

Referências

ALVES, P.L.C.A.; MARQUES JUNIOR, J.; FERRAUDO, A.S. Soil attributes and the efficiency of sulfentrazone on control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 319-325, 2004.

AZANIA, C.A.M. **Comparação de métodos para determinar a seletividade de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar**. 2004. 116 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2004.

AZANIA, C.A.M.; AZANIA, A.A.P.M.; PIZZO, I.V.; SCHIAVETTO, A.R.; ZERA, F.S.; MARCARI, M.A.; SANTOS, J.L. Manejo químico de *Convolvulaceae* e *Euphorbiaceae* em cana-de-açúcar em período de estiagem. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 841-848, 2009.

AZANIA, A.A.P.M.; AZANIA, C.A.M.; PAVANI, M.C.M.D.; CUNHA, M.C.S. Métodos de superação de dormência em sementes de *Ipomoea* e *Merremia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 203-209, 2003.

AZANIA, A.A.P.N.; AZANIA, C.A.M.; GRAVENA, R.; PAVANI, M.C.M.D.; PITELLI, R.A. Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família *Convolvulaceae*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 207-212, 2002.

BACHEGA, T.F.; PAVANI, M.C.M.D.; ALVES, P.L.C.A.; SAES, L.P.; BOSCHIERO, M. Lixiviação do sulfentrazone e amicarbazone em colunas de solo com adição de óleo mineral. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 363-370, 2009.

CAMPOS, L.H.F.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Controle de plantas daninhas do gênero *Ipomoea* em plantio de cana-de-açúcar com aplicações de amicarbazone em pós-emergência dirigida. In: CONGRESSO ALAM, 19., 2009, Lisboa. **Herbologia e biodiversidade numa agricultura sustentável: resumos...** Lisboa: ALAM, 2009a. v. 9, p. 1-4.

CAMPOS, L.H.F.; FRANCISCO, M.O.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Suscetibilidade de *Ipomoea quamoclit*, *I. triloba* e *Merremia cissooides* aos herbicidas amicarbazone e sulfentrazone. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 831-840, 2009b.

CARVALHO, S.J.P.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da PROTOX (Grupo E). In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p. 69-77.

CARVALHO, S.J.P.; BUISSA, J.A.R.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OJEVERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Suscetibilidade diferencial de plantas daninhas do gênero *Amaranthus* aos herbicidas trifloxysulfuron-sodium e chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 541-548, 2006.

CARVALHO, S.J.P.; LOMBARDI, B.P.; NICOLAI, M.; LÓPEZ-OJEVERO, R.F.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; MEDEIROS, D. Curvas de dose-resposta para avaliação do controle de fluxos de emergência de plantas daninhas pelo herbicida imazapic. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 535-542, 2005.

CAVENAGHI, A.L.; ROSSI, C.V.S.; NEGRISOLI, E.; COSTA, E.A.D.; VELLINI, E.D. Dinamica do herbicida sulfentrazone em palha de aveia e cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23.,2002. Gramado, **Anais...** Gramado: SBCPD; 2002. p. 162.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar. **Sinal Verde**, São Paulo, v. 10, n. 19, p. 8-9, 1997.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Curvas de dose-resposta de biótipos resistente e suscetível de *Bidens pilosa* L. aos herbicidas inibidores da ALS. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 513-519, 2002.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; CAMPOS, J.A.P.; BORGES, A.; ORSI JR, F. Controle da planta daninha tiririca (*Cyperus rotundus*) na cultura da cana-de-açúcar através de herbicidas aplicados em condições de pré-emergência da cultura e da planta daninha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 20., 1995, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. p. 205-207.

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**. 2. ed. Campinas: HRAC-BR, 2004. p. 3-22.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. **Dinâmica de herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Autores, 2005. 49 p.

DAYAN, F.E.; TRINDADE, M.L.B.; VELLINI, E.D. Amicarbazone, a new Photosystem II Inhibitor. **Weed Science**, Lawrence, v. 57, n. 6, p. 579-583, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FMC CORPORATION. **Technical bulletin of sulfentrazone**. Philadelphia, 1995. 6 p.

GOETZ, A.J.; LAVY, T.L.; GBUR, E.E. Degradation and field persistence of imazethapyr. **Weed Science**, Lawrence, v. 38, n. 4, p. 421-428, 1990.

GREY, T.L.; WALKER, R.H.; HANCOCK, H.G. Sulfentrazone adsorption and mobility as affected by soil and pH. **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 5, p. 733-738, 1997.

GREY, T.L.; WALKER, R.H.; WEHRJE, G.R.; ADAMS JR, J.; DAYAN, F.E.; WEETE, J.D.; HANCOCK, H.G.; KWON, O. Behavior of sulfentrazone in ionic exchange resins, electrophoresis gels, and cation-saturated soils. **Weed Science**, Lawrence, v. 48, n. 2, p. 239-247, 2000.

INOUE, M.H.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; ALONSO, D.G. Potencial de lixiviação de imazapic e isoxaflutole em colunas de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 547-555, 2007.

KRAEMER, A.F.; MARCHESAN, E.; AVILA, L.A.; MACHADO, S.L.O.; GROHS, M.; MASSONI, P.F.S.; SARTORI, G.M.S. Persistência dos herbicidas imazethapyr e imazapic em solo de várzea sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 581-588, 2009.

LAMOREAUX, R.J.; JAIN, R.; HESS, F.D. Efficacy of dimethenamid, metolachlor and encapsulated alachlor in soil covered with crop residue. **Brighton Crop Protection Conference - Weeds**, Brighton, v. 3, p. 1015-1020, 1993.

LOCKE, M.A.; BRYSON, C.T. Herbicide-soil interaction in reduced tillage and plant residue management systems. **Weed Science**, Lawrence, v. 45, p. 307-320, 1997.

LOUX, M.M.; REESE, K.D. Effect of soil pH on absorption and persistence of imazaquin. **Weed Science**, Lawrence, v. 40, n. 5, p. 490-496, 1992.

HERNANDEZ, D.D.; ALVES, P.L.C.S.; MARTINS, J.V.F. Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência dos herbicidas imazapic e imazapic + pendimethalin. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 419-426, 2001.

INOUE, M.H.; MARCHIORI JR., O.; OLIVEIRA Jr., R.S.; CONSTANTIN, J.; TORMENA, C.A. Calagem e o potencial de lixiviação de imazaquin em colunas de solo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, p. 125-132, 2002.

JAVARONI, R.C.; LANDGRAF, M.D.; REZENDE, M.O.O. Comportamento dos herbicidas atrazina e alachlor em solo preparado para o cultivo de cana-de-açúcar. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, p. 58-64, 1999.

JONES JR., R.E.; BANKS, P.A.; RADCLIFFE, D.E. Alachlor and metribuzin movement and dissipation in a soil profile as influenced by soil surface condition. **Weed Science**, Lawrence, v. 38, p. 589-597, 1990.

MANGELS, G. Behavior of the imidazolinone herbicides in soil: a review of the literature. In: SHANER, D.L.; O'CONNOR, S.L. **The imidazolinone herbicides**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 191-209.

MILLER, P.; WESTRA, P. **Herbicide selectivity and performance**. Fort Collins: Colorado State University, Cooperative Extension, 1998. (Crop Series – Production, 563).

NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; CAVENAGHI, A.L.; COSTA, E.A.D.; TOLEDO, R.E.B. Controle de plantas daninhas pelo amicarbazone aplicado na presença de palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 603-611, 2007.

NEGRISOLI, E.; ROSSI, C.V.S.; CARBONARI, C.A.; CORRÊA, M.R.; VELLINI, E.D.; SILVA, F.M.L. Absorção foliar do herbicida tebuthiuron, por espécies de plantas daninhas, através do contato direto com a palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: SBCPD, 2006. p. 356.

OLIVEIRA, M.F. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 315-362.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Absorção foliar do herbicida amicarbazone, por espécies de plantas daninhas, através do contato direto com a palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26.; CONGRESSO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 17., 2008, Ouro Preto. **Anais...**Ouro Preto: SBCPD, 2008a. 1 CD-ROM.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Eficácia do herbicida dinamic (amicarbazone), no controle de plantas daninhas quando aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26.; CONGRESSO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS, 17., 2008, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: SBCPD, 2008b. 1 CD-ROM.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L.; FERREIRA, F.A. **Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150p.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Ed.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 397-452.

REDDY, K.N.; LOCKE, M.A. Sulfentrazone sorption, desorption, and mineralization in soils from two tillage systems. **Weed Science**, Lawrence, v. 46, n. 4, p. 494-500, 1998.

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

ROSSI, C.V.S. **Dinâmica e eficácia no controle de plantas daninhas pelo herbicida metribuzin aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar**. 2004. 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2004.

ROSSI, C.V.S.; ALVES, P.L.C.A.; MARQUES JÚNIOR, J. Mobilidade do Sulfentrazone em Nitossolo Vermelho e em Neossolo Quartzarênico. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 207-215, 2003.

ROSSI, C.V.S.; ALVES, P.L.C.A.; MARQUES JÚNIOR, J. Mobilidade do herbicida sulfentrazone em Latossolo Vermelho e em Chernossolo. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 701-710, 2005.

SORENSEN, B.A.; SHEA, P.J.; ROETH, F.W. Effects of tillage, application time and rate on metribuzin dissipation. **Weed Research**, Oxford, v. 31, p. 333-345, 1991.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, Oxford, v. 28, n. 6, p. 479-484, 1988.

TOLEDO, R.E.B.; PERIM, L.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M.R.; CARBONARI, C.A.; ROSSI, C.V.S.; VELLINI, E.D. Eficácia do herbicida amicarbazone aplicado sobre a palha ou no solo no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 319-326, 2009.

VELLINI, E.D; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBCPD, 2000. p. 148-164.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foi desenvolvida esta pesquisa, foi possível concluir que:

- (i) Diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar e diferentes profundidades de alocação das sementes interferem na emergência das espécies *N. wightii* e *M. cissoides*;
- (ii) Quantidades de palha acima de 10 tn ha⁻¹ e profundidades superiores a 60 mm reduzem a emergência das espécies *N. wightii* e *M. cissoides* significativamente;
- (iii) A espécie *S. aterrimum* não apresentou redução na emergência mesmo sob diferentes quantidades de palha de cana crua e diferentes profundidades, demonstrando ser uma espécie altamente adaptada ao sistema de cana crua;
- (iv) Todas as espécies demonstraram que área foliar (*Af*) acompanhou o ganho de massa seca aérea (*Ma*), com estabilização no final do ciclo estudado;
- (v) A espécie *S. aterrimum* demonstrou ser uma planta com elevada capacidade de produzir fitomassa, enquanto a espécie *N. wightii*, demonstrou um crescimento inicial mais lento, quando comparada com as outras espécies estudadas;
- (vi) Os herbicidas amicarbazone, imazapic e sulfentrazone, demonstraram ser uma boa opção de controle para as espécies *N. wightii* e *M. cissoides*;
- (vii) Somente o herbicida amicarbazone demonstrou controle satisfatório na espécie *S. aterrimum*. Indicando ser uma planta de grande dificuldade de manejo;