

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE *Mucuna aterrima*
(Piper & Tracy) EM CANA-DE-AÇÚCAR E SEU CONTROLE
QUÍMICO**

Fernanda Nunes Bressanin

Engenheira Agrônoma

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**“PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE *Mucuna aterrima* (Piper
& Tracy) EM CANA-DE-AÇÚCAR E SEU CONTROLE
QUÍMICO”**

**Fernanda Nunes Bressanin
Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves
Coorientador: Prof. Dr. Silvano Bianco**

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

2014

Bressanin, Fernanda Nunes
B843p Períodos de interferência de *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) em
cana-de-açúcar e seu controle químico / Fernanda Nunes Bressanin.
-- Jaboticabal, 2014
iii, 35 f. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Pedro Luis da Costa Aguiar Alves
Coorientador: Silvano Bianco
Banca examinadora: Marcos Kuva, Mariluce Nepomuceno
Bibliografia

1. *Saccharum* sp. 2. *Mucuna*-preta. 3. eficácia. I. Título. II.
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.61:631.874

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço
Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRÍCULARES DO AUTOR

FERNANDA NUNES BRESSANIN – nascida em 11 de dezembro de 1986 na cidade de São Paulo, São Paulo. Ingressou no ano de 2007 na Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Jaboticabal graduando-se como Engenheira Agrônoma em 2011. Em agosto de 2012, ingressou no programa de Pós-graduação em Agronomia (produção vegetal) na mesma instituição onde se graduou e foi responsável, junto com outros colegas, por experimentos de pesquisa e desenvolvimento de novas moléculas de herbicidas de empresas multinacionais visando o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar e concluiu o mestrado em 28 de agosto de 2014.

A minha irmã gêmea Flávia, meu presente divino e a minha certeza de amor eterno.
DEDICO

A minha mãe pelo constante exemplo de vida e por me ensinar o valor do trabalho, da
persistência e da honestidade.
A minha irmã Fabiana, pelo meu exemplo de profissional, de força e por todo apoio e
confiança.
OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente ao meu Orientador Prof. Dr. Pedro Luis da Costa Aguiar Alves, pelos ensinamentos, incentivo, amizade e pela confiança. Por ter me ensinado tudo que eu sei da minha profissão, e também muitos dos meus valores.

- A Dra Mariluce Nepomuceno por ter me ajudado, sem ter nenhuma obrigação, a desenvolver a parte escrita desse e de outros trabalhos e pela amizade.

- Ao Técnico Agrícola Martins por toda ajuda fornecida, pela disposição para ajudar em todo momento, em qualquer tipo de trabalho.

- Ao Eng. Agr. Nelson Jayme Neto pela parceria nos trabalhos, pela amizade, companheirismo, um exemplo de pessoa, humildade e simplicidade.

- Aos Eng. Agr. Paulo Roberto Fidelis Giancotti pela ajuda para desenvolver esse experimento do início ao fim.

- Aos demais colegas do laboratório que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho desse certo, especialmente o Willians Carrega.

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	ii
2. ABSTRACT.....	iii
3. INTRODUÇÃO	1
4. REVISÃO DE LITERATURA	3
4.1 A cana-de-açúcar.....	3
4.2 Períodos críticos de interferência.....	4
4.3 A mucuna-preta.....	6
4.4 Controle químico de mucuna-preta	8
5. MATERIAL E MÉTODOS	8
5.1 Períodos de Interferência.....	9
5.2 Controle químico da mucuna-preta	11
5.2.1 Pré-emergência	11
5.2.2 Pós-emergência.....	12
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
6.1 Períodos de interferência.....	14
6.2 Produtividade da cultura	18
6.3 Determinação dos períodos de interferência da mucuna-preta	19
6.4 Controle da mucuna-preta em pré-emergência	25
6.5 Controle da mucuna-preta em pós-emergência.....	28
6.5.1 Plantas com duas folhas desdobradas	28
6.5.2 Plantas com sete gemas laterais visíveis	30
6.5.3 Plantas com 50% do comprimento máximo alcançado.....	32
7. CONCLUSÕES.....	33
8. LITERATURA CITADA	34

PERÍODOS DE INTERFERÊNCIA DE *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) EM CANA-DE-AÇÚCAR E SEU CONTROLE QUÍMICO

RESUMO - A cana-de-açúcar é uma cultura que extrai grande quantidade de nutrientes do solo e, para recompor parcialmente a fertilidade, os produtores têm como opção a utilização da adubação verde por ocasião da reforma do canavial. A mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), umas das espécies mais indicadas como adubo verde, quando não manejada corretamente pode se tornar uma planta daninha e assim interferir direta e indiretamente na cultura. Um dos fatores que vai condicionar o grau de interferência é o período de convivência entre a cultura e as plantas daninhas. Destacam-se três: período total de prevenção da interferência (PTPI), período anterior à interferência (PAI) e período crítico de prevenção da interferência (PCPI). Desta forma, o objetivo foi determinar os períodos de interferência de mucuna-preta na cana-de-açúcar e a eficácia de herbicidas aplicados isoladamente no controle dessa espécie em pré e pós-emergência. No experimento de períodos de interferência foram aplicados 18 tratamentos separados em dois grupos. No primeiro deles, do 1º ao 9º tratamento, a cultura permaneceu livre da interferência das plantas daninhas desde a emergência até sete épocas do seu ciclo de vida: 0-15 dias, 0-30 dias, 0-45 dias, 0-60 dias, 0-90 dias, 0-120 dias e 0-150 dias, 0-180 dias, 0-colheita. No segundo grupo, do 10º ao 18º tratamento, procedeu-se o contrário, a cultura permaneceu em convivência com a comunidade infestante desde a brotação até os mesmos períodos descritos anteriormente. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão, sendo os períodos de interferência determinados considerando-se 5% de perda na produção. Para o experimento de controle de mucuna-preta em pré-emergência foram utilizados os herbicidas amicarbazone (1225 g i.a. ha⁻¹); tebuthiuron (900 g i.a. ha⁻¹) e sulfentrazone (600 g i.a. ha⁻¹) e para os experimentos aplicados em pós-emergência, além dos três herbicidas anteriores, foram utilizados 2,4 D amina (670 g i.a. ha⁻¹); atrazine (3250 g i.a. ha⁻¹); carfentrazone-ethyl (35 g i.a. ha⁻¹) e mesotrione (132 g i.a. ha⁻¹) aplicado isoladamente em pós-emergência em plantas em três diferentes estádios de desenvolvimento: Experimento 1: Duas folhas desdobradas (BBCH - 12); experimento 2: Sete gemas laterais visíveis (BBCH - 27) e experimento 3: 50% do comprimento máximo alcançado (BBCH - 35). O delineamento utilizado foi o em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento. A variável avaliada (eficácia) foi submetida à análise de variância pelo teste F, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O PCPI da cana-soca, cultivar RB 855536, abrangeu 138 dias do ciclo da cultura, dos 50 aos 188 dias após a brotação. A mucuna-preta apresentou acúmulo crescente de massa seca durante todo o período de avaliação e reduziu em até 50% a produtividade de colmos da cana-de-açúcar. No manejo químico em pré-emergência, verificou-se que os herbicidas amicarbazone e tebuthiuron, proporcionaram 100% do controle das plantas de mucuna-preta. Na pós-emergência, o herbicida amicarbazone controlou 100% da espécie estudada nas três épocas de aplicação; também foi observada a morte das plantas com duas folhas desdobradas (BBCH - 12) pelos herbicidas sulfentrazone e atrazine e pelo tebuthiuron e atrazine em plantas com sete gemas laterais visíveis (BBCH - 27).

Palavra-chave: *Saccharum* sp., mucuna-preta, eficácia

PERIODS OF INTERFERENCE *Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) IN CANE SUGAR AND ITS CHEMICAL CONTROL

ABSTRACT - The sugar cane extracts large amounts of nutrients from the soil and to partially restore fertility, producers have the option of using green manure during the reform of the sugar plantation. The velvet bean (*Mucuna aterrima*), one of the most suitable species as green manure, if not handled properly can become a weed and thus interfere directly and indirectly in the culture. One of the factors that will determine the level of interference is the period of coexistence between culture and weeds. Three stand out: the critical duration of weed competition (PAI), critical weed free period (PTPI) and the critical period for weed competition (PCPI). Thus, we determined the periods of interference velvet bean in cane sugar and, knowing the periods, study which herbicides and application methods are effective for their control. Was 18 treatments divided into 2 groups. In the first, of , 0-30 days, 0-45 days, 0-60 days, 0-90 days, 0-120 days e 0-150 days, 0-180 days, 0-harvest. In the second group, of 10° to 18° treatments, preceded to the opposite of the previous group in relation to weed control, in other words, culture remained living with the weed community from budding to the same periods described above. The experiments were arranged in a randomized block design, with each treatment in for repetitions. The results were subjected to regression analysis, and interference periods determined considering 5% loss in production. For the control experiment velvet bean in the pre-emergence herbicides were used amicarbazone (1175 g ha⁻¹); tebuthiuron (900 g ha⁻¹) and sulfentrazone (600 g ha⁻¹) and for the experiments applied post-emergence herbicides than the three earlier, were used, 2,4-D amine (670 g ha⁻¹); atrazine (3250 g ha⁻¹); Carfentrazone-ethyl (35 g i.a. ha⁻¹) and mesotrione (133 g ha⁻¹) alone applied post-emergence to plants at three different developmental stages: Experiment 1: Two unfolded sheets (BBCH - 12); Experiment 2: Seven lateral buds visible (BBCH - 27) and experiment 3: 50% of the maximum length reach (BBCH - 35). The experimental design was completely randomized, with four replications. The studied variable (effectiveness) was subjected to analysis of variance by F test, and the means were compared by Tukey test at 5% probability. Dry matter accumulated by the velvet bean increased during the entire period and caused 0% of yield loss. In post-emergence herbicide amicarbazone controlled 100% of the studied species in the three application times; plant death was also observed with two leaves unfolded (BBCH - 12) with sulfentrazone and atrazine and the atrazine and tebuthiuron in plants with seven lateral buds visible (BBCH - 27).

Keywords: *Saccharum* sp, velvetbean, efficiency

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é altamente eficiente na utilização dos recursos disponíveis para o seu crescimento e apresenta metabolismo fotossintético do tipo C4. Mesmo com essas características favoráveis ao seu desenvolvimento, ela é muito afetada pela interferência das plantas daninhas, por apresentar, na maioria das situações, brotação e crescimento iniciais lentos (PROCÓPIO et al., 2003). A presença das plantas daninhas pode interferir no processo produtivo da cana-de-açúcar, pois estas podem competir pelos recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, liberar substâncias alelopáticas, atuar como hospedeiro de pragas e doenças comuns à cultura e interferir nas práticas de colheita (Pitelli, 1985). A ocorrência de um ou de mais de um desses componentes de interferência poderá causar reduções na quantidade da cana-de-açúcar colhida, além de diminuir o número de cortes economicamente viáveis (LORENZI, 1988).

O grau de interferência das plantas daninhas nas culturas pode ser definido como a redução percentual da produção provocada pela convivência com a comunidade infestante, dependendo de vários fatores ligados à cultura, às plantas daninhas, ao meio ambiente e ao período de convivência; sendo que, dentre estes fatores, a época e a extensão do período de convivência são uns dos principais fatores que afetam o grau de interferência entre culturas e plantas daninhas (PITELLI, 1985). Os períodos críticos de interferência são descritos como: período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI), através dos quais é possível determinar o tempo em que efetivamente o controle das plantas daninhas deve ser efetuado (PITELLI & DURIGAN, 1984).

Nas áreas de renovação de canavial, costumava-se empregar leguminosas, dentre as quais a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) em virtude, sobretudo, de sua característica como adubo verde associada ao seu elevado vigor. Contudo, com a incorporação destas plantas ao solo com sementes próximas à maturação (NAKAGAWA et al., 2007) e com o manejo inadequado dessas plantas, segundo

Correia (2011) ocorre o incremento destas sementes no solo, as quais apresentam dormência e germinação escalonada, como de uma planta daninha. Assim, passam a ser infestantes, tornando-se um problema em algumas áreas de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo.

Espera-se que a mucuna-preta, tal qual ocorre com as espécies de corda-de-viola (trepadeiras), se enrole nos colmos da cana-de-açúcar e prejudique a absorção da luz ao atingir o ápice das plantas, e conseqüentemente, prejudique a fotossíntese e a formação de sacarose (AZANIA et al., 2011). Espera-se também que ela prejudique o processo de colheita, assim como ocorre também com as espécies de corda-de-viola, que dificultam a colheita comprometendo o rendimento operacional da colhedora devido ao “embuchamento” das máquinas também prejudica a qualidade do produto colhido (AZANIA et al., 2011).

Produtores têm relatado casos de falhas de controle para a *Mucuna aterrima* em áreas de cana-de-açúcar colhida mecanicamente e sem queima prévia do canavial, que possivelmente estão relacionadas com mudanças da flora infestante, a qual se torna predominantemente ocupada por espécies que são capazes de transpor o colchão de palha da área (AZÂNIA et al., 2006). O conhecimento da suscetibilidade desta espécie a herbicidas recomendados para o controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar é fundamental frente a sua crescente importância e a falta de informações sobre seu controle químico (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011; LORENZI, 2006).

Ao observar as elevadas infestações de mucuna-preta nos canaviais; a agressividade da planta, que segundo Favero et al. (2001) possui crescimento inicial extremamente rápido (58 dias após a emergência tem-se cobertura de 99% da superfície do solo) e a tolerância que a espécie apresenta a alguns herbicidas residuais (SILVA et al., 2012) adicionado a emergência de novos fluxos em aplicações em pós-emergência (MONQUEIRO et al., 2011), levanta-se a hipótese de que o conhecimento do PCPI é fundamental para o planejamento de seu manejo, sobretudo quando envolve a aplicação de herbicidas. Desta forma, esse trabalho objetivou determinar os períodos de interferência da mucuna-preta na cultura da cana-de-açúcar e a eficácia de herbicidas aplicados isoladamente no controle dessa espécie em pré e pós-emergência.

REVISÃO DE LITERATURA

A cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas produzidas no Brasil, sendo que o País ocupa lugar de destaque no cenário mundial como o maior produtor e exportador de açúcar e álcool do mundo (UNICA, 2011).

Os canaviais brasileiros estão localizados em vários estados, mas os principais polos produtores são os Estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Paraná, sendo que o Estado de São Paulo respondeu por 51,66% (4552,04 mil ha) e 56,58% da produção (372.805,91 toneladas) na safra agrícola de 2013/2014 (CONAB, 2014). A importância da cana-de-açúcar pode ser atribuída à sua múltipla utilização, podendo ser utilizada *in natura*, sob a forma de forragem, para alimentação animal ou como matéria prima para a fabricação de rapadura, melado, aguardente, açúcar e álcool.

A produtividade média brasileira está estimada em 74.100 kg/ha, 4,51% menor que a na safra 2010/11, que foi de 77.446 kg/ha. Esta queda na produtividade foi decorrente da interferência de vários fatores como o clima, a não renovação dos canaviais no momento adequado, a diminuição da quantidade de insumos aplicados devido à descapitalização dos produtores menores e a utilização da mecanização da colheita, que acelera a necessidade de renovação do canavial (CONAB, 2011) e a infestação de plantas daninhas, que é um dos principais fatores bióticos presentes no agroecossistema da cana-de-açúcar capaz de interferir no desenvolvimento e na produtividade da cultura (KUVA et al., 2003). Todavia, a dinâmica populacional das plantas daninhas varia em função de diferentes aspectos como a época do ano, a fase da cultura, se cana-planta ou soca; das condições edafoclimáticas (OLIVEIRA, 2005).

No Estado de São Paulo o cultivo da cana-de-açúcar pode ser separado em dois grupos, cana-planta e cana-soca. Para a cana-planta, de acordo com a época de plantio, os canaviais plantados no final de cada ano se desenvolverão inicialmente sob condições de alta umidade e temperatura, será colhida após um

ano, e são denominados de “cana-de-ano”. Os canaviais plantados no início de cada ano serão colhidos após dezoito meses e são denominados de “cana-planta de ano e meio”. Os canaviais plantados no meio do ano são denominados de plantio de inverno. Após o primeiro corte, ocorrerá a rebrota, que voltará a ser colhida um ano após e todos são denominados de “cana-soca” (KUVa, 1999).

Machado (1987) dividiu o crescimento e desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar em três fases: 1) fase inicial, de crescimento lento, a qual ocorre a brotação das gemas, através do consumo das reservas presentes no tolete; 2) fase de crescimento, a qual se acumula de 70-80% no máximo de matéria seca e 3) fase de maturação, onde o crescimento é reduzido e inicia o acúmulo de sacarose, resultando no acúmulo de 10% de matéria seca do total.

A cana-de-açúcar extrai grande quantidade de nutrientes do solo e, para recompor a fertilidade, os produtores têm como opção a utilização da adubação verde na reforma do canavial, ao invés de se optar por manter a área em pousio, durante o intervalo entre o último corte (início de novembro) e o plantio (março).

Períodos críticos de interferência

As culturas agrícolas podem conviver com as comunidades de plantas daninhas por um determinado período a partir do plantio ou da emergência, sem perda de produtividade (PITELLI & DURIGAN, 1984). Segundo os autores, nesse período, a mobilização dos recursos pela cultura e comunidade infestante é baixa e não suplanta a capacidade do meio em disponibilizá-los. Esse período foi definido, pelos pesquisadores, como o Período Anterior à Interferência (PAI) e seu final reflete o momento em que a disponibilidade de um ou mais recursos essenciais à cultura é suplantado pelo recrutamento das plantas daninhas presentes na área.

Há um período no final do ciclo das culturas agrícolas em que o controle da comunidade infestante não produzirá qualquer benefício à produtividade (PITELLI & DURIGAN, 1984). Segundo os autores, as plantas daninhas que emergirem nesse período não atingirão crescimento suficiente para entrar em competição com a cultura, a qual já está em fase avançada do ciclo de desenvolvimento e já mobilizou grande parte dos recursos necessários para completar o ciclo agrícola. O período

compreendido desde o plantio ou a emergência até o início do período mencionado acima foi definido, pelos pesquisadores, como o Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI), e indica, na prática, o período em que as capinas ou o poder residual dos herbicidas devem abranger.

O período situado entre os finais do PAI e do PTPI é denominado de Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI) (PITELLI & DURIGAN, 1984). Esse período foi definido pelos autores e indica o período crítico para aplicação de medidas de controle das comunidades infestantes, que se não for realizado, pode acarretar perdas intensas de produtividade, pois, segundo Kavaliauskait & Bobinas (2006), refere-se aos estádios de crescimento das culturas agrícolas que são mais vulneráveis à competição imposta pelas plantas daninhas. Na prática, esse período pode ser definido como o número de semanas em que a cultura deve ser mantida livre da presença de plantas daninhas para prevenir perdas de produtividades maiores que 5% (HALL ET AL., 1992; VAN ACKER ET AL., 1993; KNEZEVIC et al., 1994). Para Pitelli (1985), a aplicação prática do PCPI visa o controle da comunidade infestante, antes que a interferência se instale de maneira definitiva, até o momento em que as plantas daninhas que vierem a emergir posteriormente não mais interfiram na produtividade da cultura.

Esses são considerados os períodos críticos de interferência das plantas daninhas sobre as culturas agrícolas. O conhecimento desses períodos, em parte, reflete a adequação das condições de implantação e manejo da cultura (PITELLI, 1985). Segundo o pesquisador, plantas vigorosas, plantadas na época correta e com adubação adequada, tanto em dosagem quanto na localização dos fertilizantes, tendem a apresentar maiores valores de PAI e menores valores de PTPI, permitindo que o agricultor tenha maior versatilidade em termos de época de controle das plantas daninhas. Quando o valor do PAI for menor que o do PTPI, o controle das plantas daninhas deve ser realizado a partir do final do primeiro até o final do segundo período; enquanto que, quando o PAI for maior que o PTPI, um único controle em qualquer época entre os períodos será suficiente para prevenir perdas significativas de produtividade (PITELLI & PITELLI, 2004).

Para o estabelecimento de programas de manejo de comunidades infestantes em agroecossistemas é fundamental que se conheça o comportamento das culturas,

das plantas daninhas e, principalmente, da interação entre culturas e comunidades infestantes (SCHEIDE, 1992). Nessa interação, destaca-se a necessidade da determinação do período em que a interferência imposta pelas plantas daninhas torna-se crítica para a produtividade da cultura (ou seja, o PCPI), para que assim se possa justificar a adoção de determinada medida de controle, sabendo que, o conhecimento desse período auxilia na determinação da época mais apropriada a ser realizado o controle das plantas daninhas, na escolha dos métodos de manejo mais adequados (manual, mecânico e/ou químico) e na estimativa de perdas na produção (AZZI, 1970).

Os trabalhos de pesquisa que abordam a determinação do período crítico de interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas seguem, normalmente, estilo clássico com períodos crescentes, a partir da emergência, em que a cultura é mantida livre ou na presença da comunidade infestante (DEUBER & FORSTER, 1975). Isso se deve pelo fato, segundo os autores, de que a extensão do período crítico depende da habilidade competitiva da cultura e da infestação de plantas daninhas. Por meio desse esquema, pode-se determinar o PAI e o PTPI (PITELLI, 1985) e, assim, estimar o PCPI.

Nos últimos quatorze anos, vários estudos têm sido feitos com intuito de determinar os períodos de interferência das plantas daninhas em cana-de-açúcar, (SILVA et al., 2012; SILVA et al., 2009; MEIRELLES et al., 2009; MARTINS, 2006; KUVA et al., 2003; KUVA et al., 2001; KUVA et al., 2000), mas nenhum, até o momento, contendo especificamente a mucuna-preta como planta daninha dominante.

A mucuna-preta

A mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) é originária das Índias Ocidentais e adapta-se bem a climas tropicais e subtropicais (PUPO, 1979). É uma leguminosa anual, herbácea, com ramos trepadores, vigorosos e bem desenvolvidos que pode atingir até 6,0 m de extensão lateral (MAPA, 2007). É uma espécie muito utilizada na adubação verde, pois apresenta fixação biológica de nitrogênio e é resistente a nematoides do gênero *Meloidogyne*, causadores de galhas.

Segundo Kiehl (1979), adubo verde é a planta cultivada com a finalidade de incorporar o nitrogênio atmosférico ao solo e, após a incorporação, adequar a fertilidade também com outros nutrientes, a partir da decomposição da massa vegetal. Para Mascarenhas et al. (2008) as espécies de *Crotalaria* spp. e *Mucuna aterrima* são as mais indicadas. A ciclagem de nutrientes no solo, realizada pelas leguminosas, pode ocorrer em quantidades bastante expressivas, particularmente a de N, fixado em quantidades variáveis, com destaque para crotalária juncea e mucuna-preta, com valores respectivos de 234 kg/ha e 215 kg/ha (IAC, 2008). Do total de nitrogênio constatado na mucuna-preta, 60% ficam no solo, 30% vão para as plantas semeadas após a adubação verde e 10% se perdem no sistema solo-planta (MAPA, 2007).

Segundo Carvalho et al. (2000), a espécie possui sementes com tegumento duro e impermeável, o que constitui problema, à medida que reduz a porcentagem e promove a não uniformidade de germinação (escalonada). Para Dias (2005), a dormência da semente é um importante estágio do ciclo de vida das plantas, sendo caracterizada pela ausência temporária da capacidade de germinação, permitindo que as espécies vegetais sobrevivam às adversidades, principalmente aquelas que dificultam ou impedem o crescimento vegetativo da planta. Trata-se, portanto, de um fenômeno fundamental para a perpetuação e a sobrevivência.

Sua característica fisiológica faz com que ela se sobreponha rapidamente ao resto da vegetação, sufocando e matando todas as outras formas de vegetais (TEDESCO, 2009). O manejo inadequado desta espécie nas áreas de reforma de canalial pode proporcionar seu estabelecimento nos campos de produção e a massa vegetal formada promove o acamamento da cana-de-açúcar com consequente diminuição no acúmulo de sacarose no colmo e dificuldade de colheita.

Na região onde foi realizado o experimento, foi constatado infestação de mucuna-preta em áreas onde essa espécie nunca foi utilizada em reforma de canaviais. Apesar dos avanços nas áreas agrícolas no que diz respeito às máquinas utilizadas em todo o processo, ainda hoje estes equipamentos são responsáveis pela dispersão de sementes de plantas daninhas (BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011).

Controle químico de mucuna-preta

Na literatura nacional, os estudos referentes ao manejo químico de plantas utilizadas como adubos verdes são recentes, a exemplo do trabalho de Oliveira Neto et al. (2011), que verificaram que as misturas em tanque de glyphosate + 2,4-D + carfentrazone-ethyl e glyphosate + 2,4-D foram alternativas de sucesso no manejo de *Mucuna aterrima* e *Crotalaria spectabilis*. Correia (2011) avaliou a eficácia do herbicida mesotrione, aplicado isolado e em mistura, para o controle em pós-emergência de mucuna-preta e corda-de-viola em área de cana-soca colhida mecanicamente sem queima da palha e observou que todos os tratamentos estudados proporcionaram 100% de controle de mucuna-preta, porém nenhum apresentou residual no solo e que o mesotrione isolado e em mistura com ametryn e metribuzin e o metribuzin isolado foram os tratamentos que não ocasionaram injúria severa na cana. Monqueiro et al. (2011) observaram que metade da dose comercial (50 g i.a. ha⁻¹) de saflufenacil controla de maneira satisfatória *Mucuna aterrima*.

Por constatar infestações elevadas de *Mucuna* spp. nos canaviais, mesmo após a utilização dos herbicidas como principal forma de manejo de plantas daninhas, pôde-se formular a hipótese de que as espécies possam ser tolerantes aos herbicidas comumente empregados na cultura (SILVA, 2012).

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi composta por cinco experimentos. O primeiro foi realizado a campo pra determinar os períodos de interferência de *M. aterrima*; no segundo avaliou-se a eficácia de amicarbazone, tebuthiuron e sulfentrazone em pré-emergência; do terceiro ao quinto a eficácia dos mesmos herbicidas aplicados em pré, mais 2,4-D, atrazina, carfentrazone-ethyl e mesotrione aplicados isoladamente em pós-emergência em plantas em três diferentes estádios de desenvolvimento: duas folhas desdobradas (BBCH - 12) – terceiro experimento, sete gemas laterais visíveis (BBCH - 27) – quarto experimento e 50% do comprimento máximo alcançado (BBCH - 35) – quinto experimento (BLEIHOLDER, 1991).

Períodos de Interferência

O experimento foi realizado na Usina Nardini Agroindustrial Ltda, situada na cidade de Vista Alegre do Alto – SP. A cultivar da cana utilizada foi a RB855536, cana crua de segundo corte colhida mecanicamente no final do mês de outubro do ano de 2012. Após o corte foi feita uma aplicação de herbicida de tebuthiuron (1,5 L ha⁻¹) + amicarbazone (1,2 L ha⁻¹) + ametrina (4 L ha⁻¹). O experimento foi instalado no mês de dezembro do ano de 2012 e a cana-de-açúcar apresentava-se com 25 perfilhos m². Essa área foi escolhida de acordo com seu histórico de infestação de mucuna-preta (*Mucuna aterrima*). Outras espécies infestantes, diferentes de *Mucuna aterrima*, que emergiram foram eliminadas por meio de monda seletiva.

A análise química de uma amostra desse solo revelou: 5,4 de pH; 13 g. dm⁻³ de matéria orgânica; 19,62 mg. dm⁻³ de P_(RESINA); 2,9 mmol_c dm⁻³ de K; 24 mmol_c dm⁻³ de Ca; 8,3 mmol_c dm⁻³ de Mg; 50,2 mmol_c dm⁻³ de capacidade de troca catiônica (CTC); 70,12 de V%.

O experimento foi composto por 18 tratamentos separados em dois diferentes grupos. No primeiro deles, do 1º ao 9º tratamento, a cultura permaneceu livre da interferência das plantas daninhas desde a emergência até sete épocas do seu ciclo de vida: 0-15 dias, 0-30 dias, 0-45 dias, 0-60 dias, 0-90 dias, 0-120 dias, 0-150 dias, 0-180 dias, 0-colheita. No segundo grupo, do 10º ao 18º tratamento, procedeu-se o contrário do grupo anterior em relação ao controle das plantas daninhas, ou seja, a cultura permaneceu em convivência com a comunidade infestante desde a emergência até as mesmas épocas descritas anteriormente. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento.

As parcelas experimentais consistiram de dez metros de comprimento por cinco linhas de plantio de cana-de-açúcar, de espaçamento de 1,5 metros, totalizando 60 m². As amostragens de plantas daninhas foram realizadas na área útil de cada parcela, deixando-se como bordadura uma linha de cada lado da parcela, e um metro das extremidades longitudinais, amostrando, três linhas da parcela.

As amostragens das plantas daninhas foram realizadas ao final de cada período de convivência, antes que se procedesse o controle manual. Nestas

amostragens foram utilizados quadros vazados de ferro com 0,5 m de lado e área interna de 0,25 m², que foram lançados ao acaso por duas vezes na área útil das parcelas. As plantas contidas na área amostral foram coletadas de forma a se obter a massa seca. A massa seca da parte aérea das plantas daninhas foi obtida após secagem em estufa com ventilação forçada de ar a 70°C, por no mínimo 96 horas e posteriormente pesadas.

A estimativa da produtividade de colmos de cana-de-açúcar nas parcelas foi realizada por biometria aos 12 meses após a colheita anterior. A biometria foi realizada sem queima prévia da palha contando-se o número total de colmos industrializáveis e efetuando-se o peso médio de dez colmos de cada uma das três linhas centrais das parcelas, evitando-se as bordaduras. Os dados obtidos foram extrapolados para toneladas de cana por hectare e, posteriormente, para porcentagem, estipulando como máxima a produtividade obtida no tratamento em que as plantas daninhas foram controladas durante todo o período. Por ocasião da colheita também foi retirada uma amostra composta de dez colmos de cada tratamento para avaliação de características qualitativas do caldo: fibra, brix, pureza do caldo e açúcar total recuperável (ATR), que foram realizadas no laboratório de análises tecnológicas de cana-de-açúcar da usina Nardini.

Com os dados coletados referentes à cultura da cana-de-açúcar foram efetuadas análises de regressão pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, conforme utilizado por Kuva et al. (2001).

$$Y = \frac{(P1 - P2)}{1 + e^{(X - X_0)/dx}} + P2$$

Y é a produção estimada em colmos de cana-de-açúcar, em kg ha⁻¹; P1 = produção máxima obtida nas plantas mantidas capinadas durante todo o ciclo. P2 = produção mínima obtida nas plantas em convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo; X₀ = limite superior do período de convivência, que corresponde ao valor intermediário entre a produção máxima e mínima. dx = parâmetro que indica a velocidade de perda/ganho de produção em função do tempo de convivência ou de controle.

Com base nas equações de regressão, foram determinados os períodos de interferência da mucuna-preta para os níveis arbitrários de tolerância de 2,5, 5 e

10% de redução na produtividade de colmos da cana-de-açúcar, em relação ao tratamento mantido na ausência da mucuna-preta.

Também foram realizados dois estudos de regressão exponencial com os dados de massa seca acumulada pelas plantas de mucuna-preta em função dos dias de convivência e controle e com os dados de produtividade da cana e massa seca acumulada pelas plantas de mucuna-preta. E uma regressão linear com os dados de ATR da cana-de-açúcar em função dos dias de convivência e controle com a mucuna-preta.

Para todos os estudos de regressão foi utilizado o programa MicroCal Origin, v. 8.0.

As características tecnológicas qualitativas do caldo da cana-de-açúcar foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Controle químico da mucuna-preta

Quatro experimentos foram conduzidos sob condições semi-controladas em área anexa ao Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA), pertencente ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da FCAV – UNESP - Campus de Jaboticabal.

Nos quatro experimentos (um em pré-emergência e três em pós-emergência) foram utilizados vasos com capacidade volumétrica para 7 L, preenchidos com Latossolo Vermelho Escuro, de textura média. A análise química de uma amostra desse solo revelou: 5,6 de pH; 20 g. dm^{-3} de matéria orgânica; 88 mg. dm^{-3} de $\text{P}_{(\text{RESINA})}$; 2,2 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ de K; 43 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Ca; 18 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ de Mg; 85,2 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ de capacidade de troca catiônica (CTC); 74 de V%. As sementes de mucuna-preta utilizada foram adquiridas junto a Wolf Seeds. Posteriormente, foram armazenados sob condições de baixa temperatura (7°C) até o dia da semeadura.

Pré-emergência

Para o experimento de aplicação em pré-emergência utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com três tratamentos e uma testemunha sem

aplicação, em quatro repetições (Tabela 1). Foram semeadas oito sementes de mucuna-preta por vaso e esses foram diariamente irrigados com água em quantidade suficiente para manter boa umidade visual do substrato. Cada vaso foi considerado uma parcela experimental.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos experimentais aplicados em pré-emergência.

Tratamento	Herbicida	Ingrediente Ativo	Doses	
			p.c (L ou kg/ha)	i.a (g/ha)
1	Dinamic	amicarbazone	1,75	1225
2	Combine	tebuthiuron	1,8	900
3	Boral	sulfentrazone	1,2	600
-	Testemunha	-	-	-

A aplicação dos herbicidas foi feita com pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado de barra com quatro pontas de jato plano ("leque") XR 11002, espaçadas de 0,50 m, regulado com pressão constante de 2,3 kgf cm⁻³, que proporcionou volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹. Para as avaliações de porcentagem de controle da mucuna-preta utilizou-se a escala ALAM (1974), na qual 0% representa nenhum controle das plantas daninhas e 100% representa controle total das plantas daninhas (Tabela 3).

As avaliações foram realizadas aos 15, 30, 45, 60, 90 e 120 dias após a aplicação (DAA). E aos 130 dias após a semeadura (DAS), as plantas presentes nos vasos foram coletadas, cortando-as rente ao solo, com posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 70° C por 96 horas para determinação da massa seca.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pós-emergência

Para os três experimentos de aplicação em pós-emergência utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos e uma testemunha

sem aplicação, em quatro repetições (Tabela 2). Foram semeadas oito sementes de mucuna-preta por vaso, e após o desbaste, foram mantidas duas plantas por vaso. Os vasos foram diariamente irrigados com água em quantidade suficiente para manter boa umidade visual do substrato. Cada vaso foi considerado uma parcela experimental.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos experimentais aplicados em pós-emergência.

Experimento	Tratamento	Herbicida	BBCH	Ingrediente Ativo	Doses	
					p.c (L ou kg/ha)	i.a (g/ha)
1	1	Dinamic	12	amicarbazone	1,75	1225
	2	Combine	12	tebuthiuron	1,8	900
	3	Boral	12	sulfentrazone	1,2	600
	4	Aminol 806	12	2,4 D amina	1,0	670
	5	Atrazina	12	Atrazine	6,5	3250
	6	Aurora	12	carfentrazone-ethyl	0,0625	35
	7	Callisto	12	mesotrione	0,275	132
	-	Testemunha	-	-	-	-
2	1	Dinamic	27	amicarbazone	1,75	1225
	2	Combine	27	tebuthiuron	1,8	900
	3	Boral	27	sulfentrazone	1,2	600
	4	Aminol 806	27	2,4 D amina	1,0	670
	5	Atrazina	27	Atrazine	6,5	3250
	6	Aurora	27	carfentrazone-ethyl	0,0625	35
	7	Callisto	27	mesotrione	0,275	132
	-	Testemunha	-	-	-	-
3	1	Dinamic	35	amicarbazone	1,75	1225
	2	Combine	35	tebuthiuron	1,8	900
	3	Boral	35	sulfentrazone	1,2	600
	4	Aminol 806	35	2,4 D amina	1,0	670
	5	Atrazina	35	Atrazine	6,5	3250
	6	Aurora	35	carfentrazone-ethyl	0,0625	35
	7	Callisto	35	mesotrione	0,275	132
	-	Testemunha	-	-	-	-

BBCH= Código que permite a codificação uniforme dos estádios de desenvolvimento fenologicamente idênticos da planta.

A aplicação dos herbicidas, foi feita com pulverizador costal pressurizado a CO₂, equipado de barra com quatro pontas de jato plano ("leque") XR 11002, espaçadas de 0,50 m, regulado com pressão constante de 2,3 kgf cm⁻³, que proporcionou volume de calda correspondente a 200 L ha⁻¹. Para as avaliações de

porcentagem de controle da mucuna-preta utilizou-se a escala ALAM (1974), na qual 0% representa nenhum controle das plantas daninhas e 100% representa controle total das plantas daninhas (Tabela 3).

Tabela 3. Escala ALAM (1974) adotada para o acompanhamento de controle das plantas daninhas, com as respectivas denominações.

Porcentagem (%)	Grau de controle
0-40	Nenhuma a pobre
41-60	Regular
61-70	Suficiente
71-80	Bom
81-90	Muito Bom
91-100	Excelente

As avaliações foram realizadas aos 10, 15, 30 e 60 DAA nas plantas aplicadas no estágio de desenvolvimento BBCH-12 e BBCH-27 e aos 10, 15 e 30 DAA nas plantas aplicadas no estágio de desenvolvimento BBCH-35.

Aos 130 dias após a semeadura (DAS), as plantas presentes nos vasos foram coletadas, cortando-as rente ao solo, com posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 70° C por 96 horas para determinação da massa seca.

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância pelo teste F e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Períodos de interferência

Em todas as amostragens realizadas, independentemente do tempo de convivência com a cana-de-açúcar, cerca de 98% da comunidade das plantas daninhas era de mucuna-preta.

O acúmulo da massa seca da mucuna-preta foi crescente em função do aumento dos períodos iniciais de convivência (Figura 1), observando-se um acúmulo crescente até os 179 dias após a brotação (DAB), atingindo 233 g m^{-2} , mesmo com o provável sombreamento promovido pela cana-de-açúcar. Houve uma maior aceleração no acúmulo da massa seca a partir dos 120 dias após a brotação (DAB); nesse período, a taxa de acúmulo de massa seca foi de 3 g dia^{-1} . Silva et al. (2009) observaram que a massa seca de *Ipomoea hederifolia*, outra espécie de planta daninha trepadeira, foi crescente dos 44 aos 135 DAB, estabilizando-se próximo a 440 g m^{-2} ; com acúmulo de massa seca de 12 g dia^{-1} .

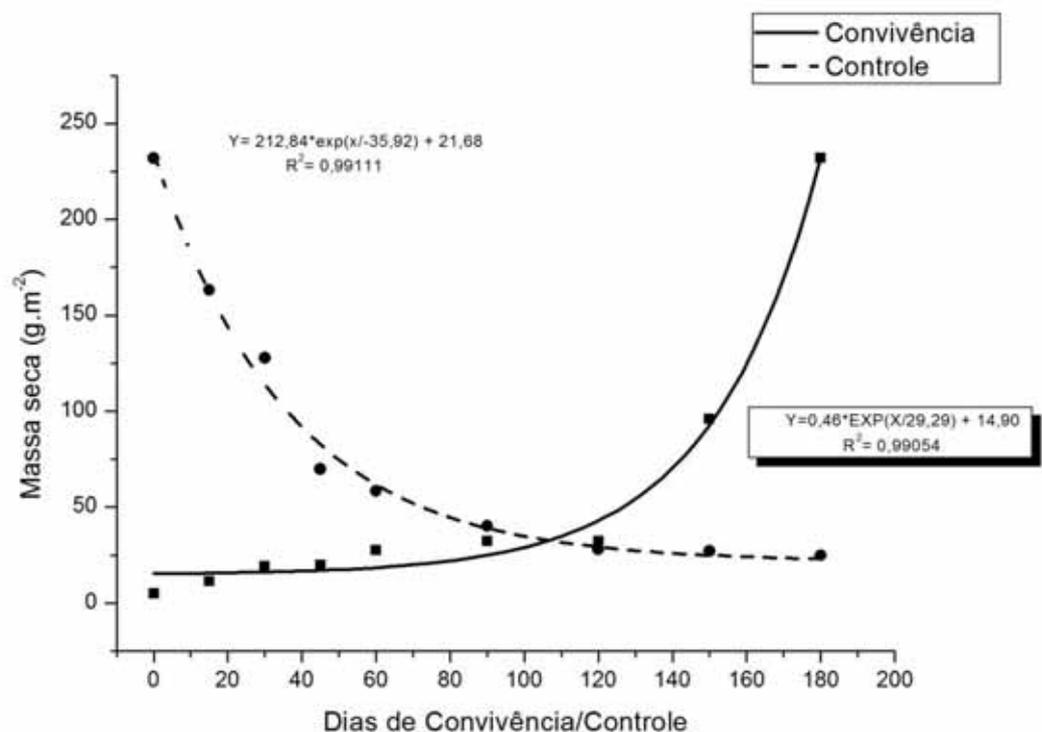


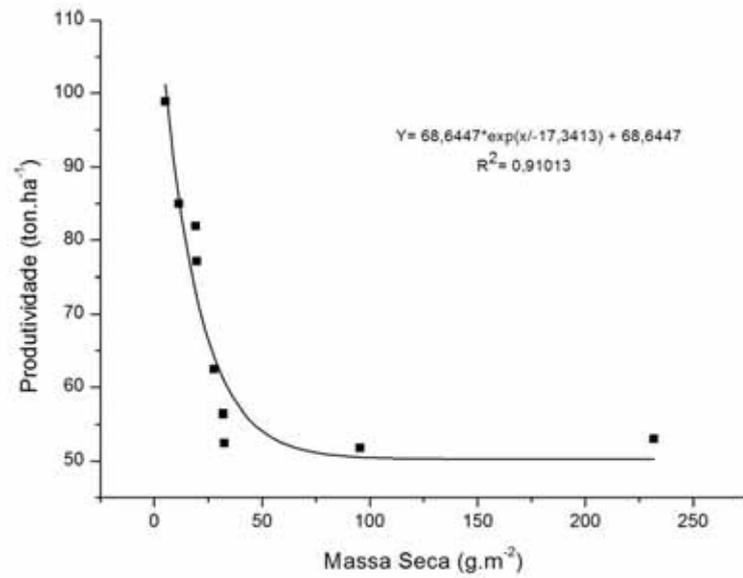
Figura 1. Massa seca da mucuna-preta acumulada após períodos crescentes de convivência ou de controle com a cultura da cana-de-açúcar. Vista Alegre do Alto – SP, 2013.

Na ausência do controle da planta daninha durante todo o ciclo da cultura, a mucuna-preta acumulou cerca de 231 g m^{-2} , por ocasião da colheita (Figura 1). Com o início do controle e o aumento gradativo dos períodos abrangidos por este, houve redução no acúmulo da massa seca. O período de controle de 44 DAB foi suficiente

para reduzir consideravelmente (65%) o acúmulo de massa seca pela comunidade infestante; aos 120 DAB, a massa seca manteve-se constante, com aproximadamente 25 g m^{-2} . Resultado semelhante foi encontrado por Meirelles et al. (2009), que trabalhando com cana-de-açúcar observaram que após o período de 59 DAB houve uma redução considerável (aproximadamente 94%) do acúmulo de massa seca pela comunidade infestante, mas de composição mais diversificada.

Os estudos de regressão mostraram que com o aumento da massa seca da mucuna-preta houve decréscimo exponencial na produtividade de colmos da cana-de-açúcar em ambos os períodos (Figura 2). No caso da mucuna-preta que conviveu com a cultura no início do ciclo, o acúmulo de $4,37 \text{ g.m}^{-2}$ de massa seca proporcionou redução de 1 t ha^{-1} . A produtividade da cana-de-açúcar foi estimada em $98,85 \text{ t ha}^{-1}$ e, com o aumento da massa seca das plantas daninhas próximo a 232 g m^{-2} , essa foi reduzida para 53 t ha^{-1} , correspondendo a uma redução de 50%. Kuva et al. (2003) verificaram correlação negativa entre o acúmulo da matéria seca pelas plantas daninhas e a produção de colmos, onde $3,26 \text{ g m}^{-2}$ de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e $1,27 \text{ g m}^{-2}$ de capim-colonião (*Panicum maximum*) causaram redução de 1 t ha^{-1} no rendimento dos colmos da cana-de-açúcar.

(A)



(B)

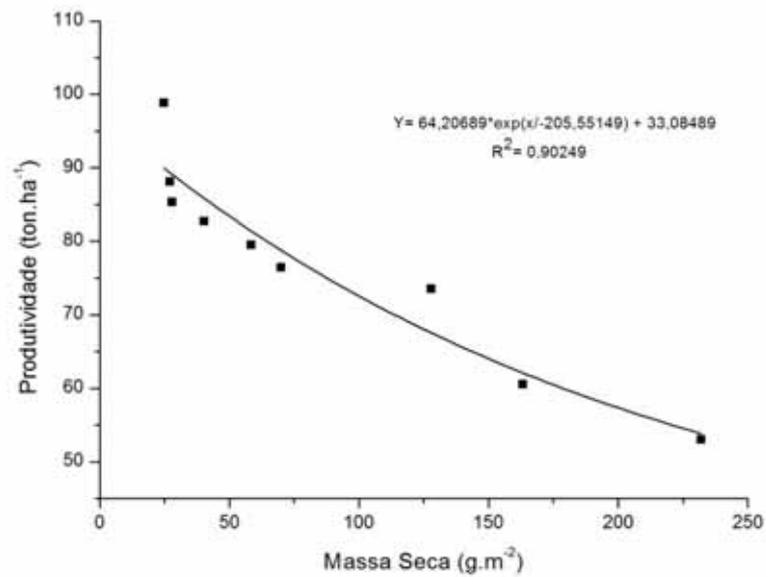


Figura 2. Estimativa da produtividade de colmos de cana-de-açúcar RB855536 para os períodos crescentes de convivência (A) e controle (B), em função da massa seca acumulada pela mucuna-preta. Vista Alegre do Alto – SP, 2013.

Produtividade da cultura

A produtividade máxima da cana-de-açúcar estimada em 98TCH, com a convivência com a mucuna-preta durante todo o ciclo da cana-de-açúcar foi reduzida para 53TCH, o que representa uma redução de 50% mesmo com a vantagem competitiva em que a cana-de-açúcar encontrava-se. A redução da produtividade da cana-de-açúcar em razão da interferência de diferentes plantas daninhas também foi verificada em outros estudos com cana de açúcar (KUVA et al., 2001; MEIRELLES et al., 2009; SILVA et al., 2009).

Silva et al. (2009) observaram que a interferência de *Ipomoea hederifolia* reduziu a produtividade da cana-de-açúcar em até 46%. Esses resultados se assemelham ao de Coleti et al. (1997) na época de seca, em que o capim-braquiária causou redução de 48%. Azania et al. (2009) observaram que plantas do gênero *Ipomoea*, *Merremia* e *Euphorbia* podem proporcionar até 24% de prejuízo na produtividade da cana.

Kuva et al. (2001), por sua vez, constataram reduções de 82% na produtividade da cana-de-açúcar em áreas com predominância de capim-braquiária e de 20% quando a infestação foi basicamente de tiririca (KUVA et al., 2000). Meirelles et al. (2009) obtiveram redução de 33,4% também em condições de cana-soca, porém com predominância de *Acanthospermum hispidum*, *Alternanthera tenella* e *Panicum maximum*.

Tabela 4. Parâmetros determinados para as equações sigmoidais de Boltzman ajustadas aos dados de produtividade da cana-de-açúcar em função dos períodos de convivência e controle com as plantas daninhas. Vista Alegre do Alto-SP, 2013.

Condição (períodos)	P1	P2	X0	dx	R ²
Convivência	102,19	48,73	91,62	22,52	0,98606
Controle	30,79	124,32	108,9	100,91	0,96048
$Y = P_2 + [(P_1 - P_2) / (1 + \exp((X - X_0) / dx))]$					

Obs: *y* (produtividade de cana-de-açúcar em função dos períodos de convivência), **P1** (produção máxima obtida nas plantas mantidas capinadas durante todo o ciclo), **P2** (produção mínima obtida

nas plantas em convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo, X (limite superior do período de convivência), X_0 (limite superior do período de convivência, que corresponde ao valor intermediário entre a produção máxima e mínima), dx (parâmetro que indica a velocidade de perda de produção em função do tempo de convivência) e R^2 (coeficiente de regressão).

Determinação dos períodos de interferência da mucuna-preta

Admitindo-se perda máxima de 5% na produtividade de colmos, a cana-de-açúcar passou a ser afetada negativamente a partir dos 50 dias de convivência após a brotação (Figura 3). Por outro lado, foi necessário controle da comunidade infestante por 188 dias após a brotação para que a produção ficasse, no máximo, 5% abaixo da produção máxima. No período crítico de prevenção à interferência (PCPI), caracterizado pelo intervalo de 50 a 188 dias após a brotação da cana-de-açúcar, a cultura deve estar livre da interferência das plantas daninhas. Sendo assim, é necessário adotar qualquer método de controle no final do PAI (50 dias após a brotação), que proporcione controle eficaz suficiente para suprimir as plantas daninhas durante todo o PCPI (138 DAB).

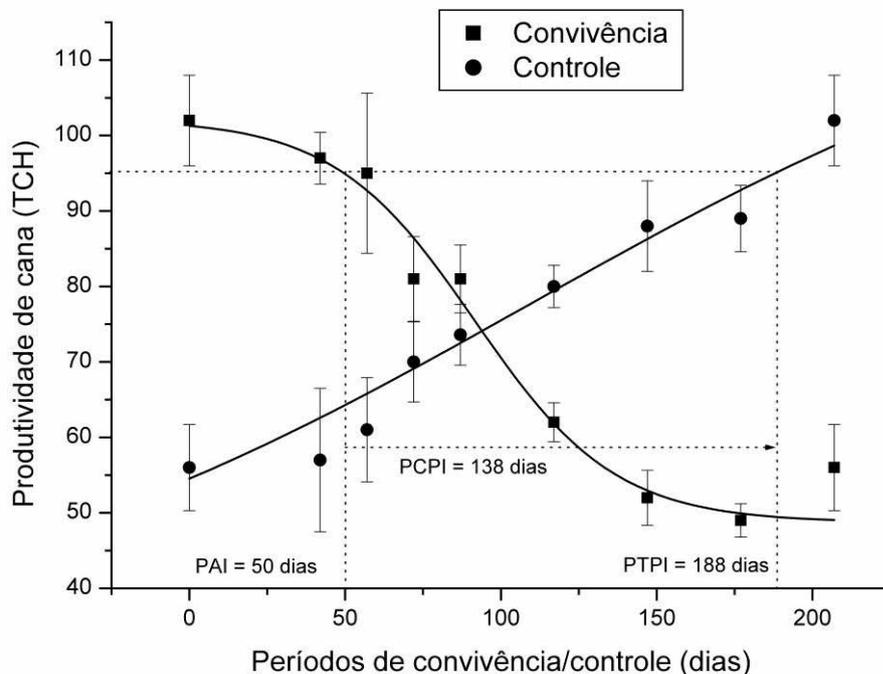


Figura 3. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar em resposta aos períodos de convivência e controle com a mucuna-preta, com a representação dos

períodos anterior à interferência (PAI), total de prevenção à interferência (PTPI) e crítico da prevenção da interferência (PCPI), considerando a perda de 5% na produtividade. Vista Alegre do Alto, 2013.

Na prática, o PCPI é o período em que as capinas ou o efeito residual dos herbicidas devem abranger, pois as plantas daninhas já presentes na área juntamente com as que emergirem nesse período estarão um estágio de desenvolvimento tal que promoverão interferência e reduzirão significativamente a produtividade da cultura (PITELLI,1985).

Nos trabalhos que envolvem as relações de interferência entre plantas daninhas e a cana-de-açúcar, o período total de prevenção da interferência (PTPI) varia. Kuva et al. (2001) obtiveram um PTPI de 138 dias após o plantio (DAP) trabalhando com interferência de capim-braquiária na cana-planta; quando trabalharam com capim-colonião e com o capim-braquiária, Kuva et al. (2003) obtiveram um PTPI de 127 DAP. Meirelles et al. (2009) obtiveram período total de prevenção da interferência (PTPI) de 137 DAB quando a cana-soca conviveu com *Acanthospermum hispidum*, *Alternanthera tenella* e *Panicum maximum*..

Tolerando 10% de redução na produtividade neste trabalho, o PAI foi de 60 DAB e o PTPI foi de 171 DAB (Figura 4). Reduzindo os níveis de tolerância para 2,5%, o PAI passou para os 35 DAB e o PTPI para 204 dias (Figura 5). Ou seja, para aumentar a produtividade de 90 para 97,5%, foi necessário acréscimo de 58 dias no período de controle.

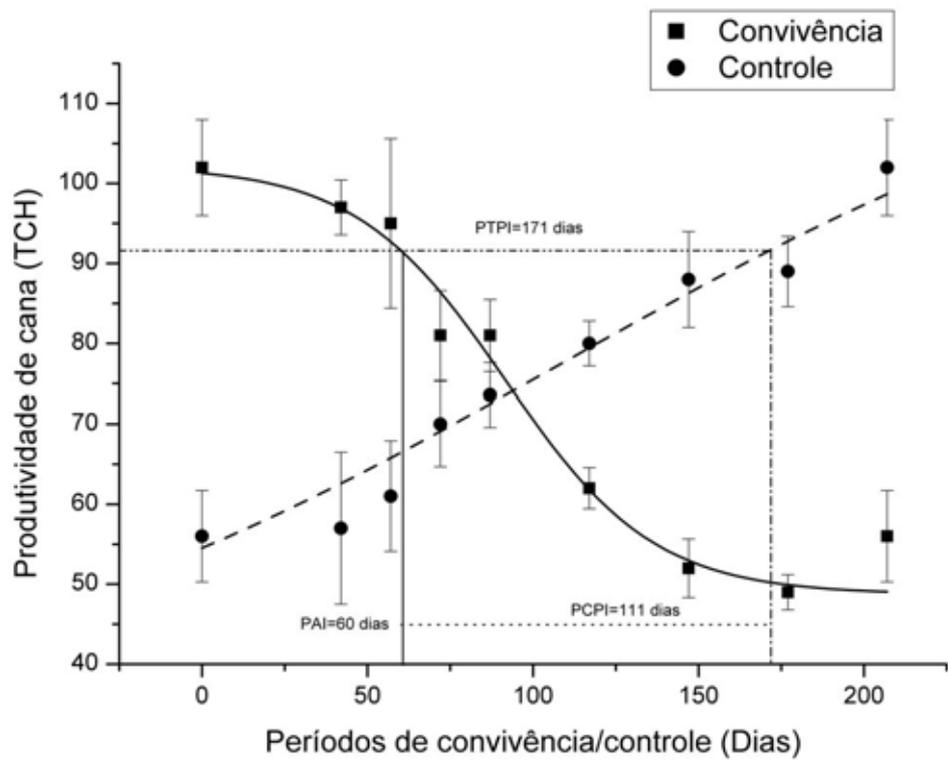


Figura 4. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar em resposta aos períodos de convivência e controle com a mucuna-preta, com a representação dos períodos anterior à interferência (PAI), total de prevenção à interferência (PTPI) e crítico da prevenção da interferência (PCPI), considerando a perda de 10% na produtividade. Vista Alegre do Alto, 2013.

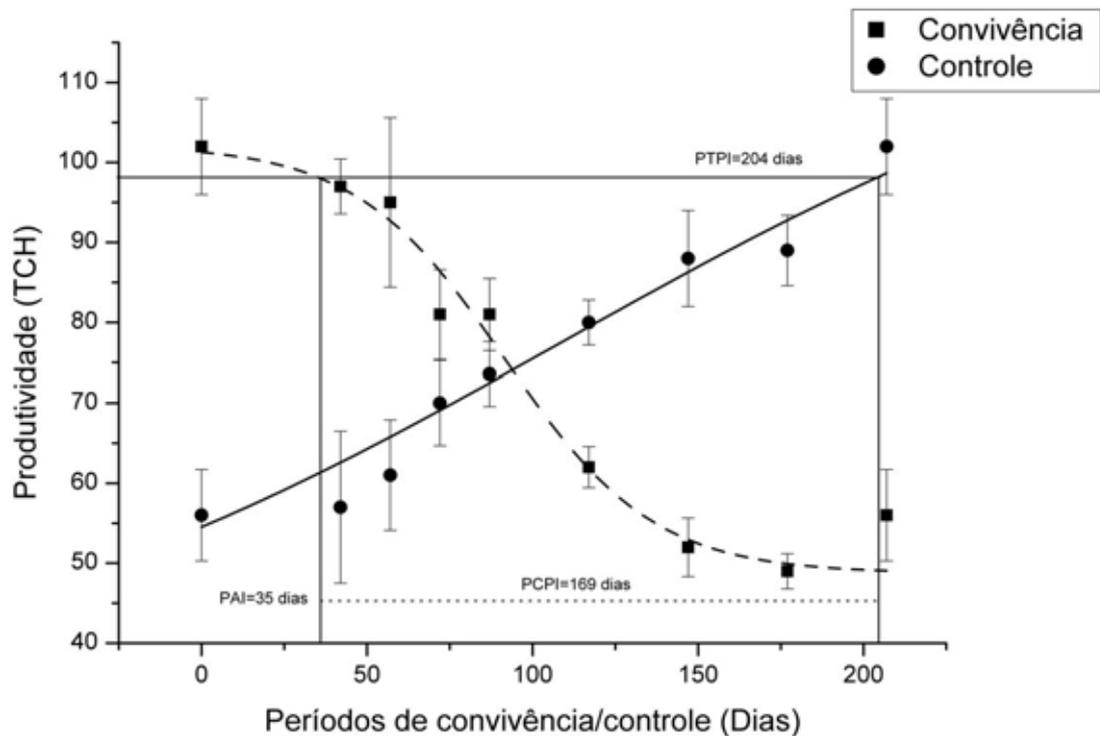


Figura 5. Produtividade de colmos de cana-de-açúcar em resposta aos períodos de convivência e controle com a mucuna-preta, com a representação dos períodos anterior à interferência (PAI), total de prevenção à interferência (PTPI) e crítico da prevenção da interferência (PCPI), considerando a perda de 2,5% na produtividade. Vista Alegre do Alto, 2013.

Analisando-se as características qualitativas tecnológicas do caldo de cana-de-açúcar (Tabela 5), é possível observar que houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que 0-15; 0-30 e 0-45 dias de controle proporcionaram as menores médias de Brix, Pol e da pureza; estes tratamentos resultaram em valores abaixo do recomendado Ripoli & Ripoli (2004), que é de 18% para o Brix, 14% para o Pol e igual ou maior a 85% para a Pureza. Na condição de convivência, as menores médias também foram representadas pelos tratamentos nos quais a planta daninha conviveu por um tempo maior com a cultura. O Brix foi inferior ao recomendado nos tratamentos de 0-150. 0-180 dias e 0-colheita, a pureza

apresentou as menores médias nos 0-180 dias e 0-colheita e o Pol foi inferior ao recomendado apenas na testemunha no sujo.

Ainda na Tabela 5, observam-se as maiores médias no teor de fibra no tratamento de 0-90 dias (11,22%) no período de controle e nos tratamentos de 0-15 (11,24%) e 0-45 dias (11,06%) no período de convivência da cana-de-açúcar com a mucuna-preta.

Observou-se que o valor do açúcar total recuperável (ATR) por unidade de massa (kg t^{-1}) tendeu a diminuir gradativamente com o aumento do período de convivência. O ATR da testemunha no limpo está adequado porque a cana-de-açúcar estava na época ideal de colheita. Segundo PMGCA (2008), a colheita deve ser realizada nos meses de julho/agosto e o ensaio foi colhido no dia 02/julho/2013. A queda gradativa do ATR pode ter ocorrido pelo fato de que a mucuna-preta por ser uma planta de hábito trepador, tende a se enrolar na cana-de-açúcar e, além de quebrar os colmos de cana, ela causa abafamento e, conseqüentemente causa o apodrecimento dos colmos. Silva et al. (2009) avaliaram períodos de convivência de *I. hederifolia* com essa mesma cultivar de cana-de-açúcar e não observaram diferença na ATR, provavelmente seja porque esta cultivar de cana, colhida com apenas sete meses de sua brotação, não estava no ponto ideal para a colheita.

Tabela 5. Resultados da análise qualitativa das amostras compostas de cana-de-açúcar em resposta aos períodos de controle e convivência com a mucuna-preta. Vista Alegre do Alto, 2013.

Condição	Períodos Dias	Brix	Pol	Pureza %	Fibra	ATR (kg t ⁻¹)
Controle	0-15	14,90 G	11,86 E	79,58 EF	10,21 C	105,13 H
	0-30	16,55 EF	13,36 CDE	80,70 DEF	10,22 C	115,58 GH
	0-45	16,42 EF	13,40 CDE	81,59 CDEF	10,42 BC	124,03 FG
	0-60	18,52 CD	15,93 ABCD	86,03 ABC	10,90 ABC	136,60 CDE
	0-90	18,96 BC	16,45 AB	86,77 AB	11,22 A	139,36 CDE
	0-120	19,3 BC	16,54 AB	85,70 ABCD	10,90 ABC	141,69 BCDE
	0-150	19,17 BC	16,92 AB	88,26 AB	10,90 ABC	144,63 ABCD
	0-180	18,37 BC	15,19 BCD	85,09 ABCD	10,89 ABC	149,50 ABC
	0-colheita	20,83 A	18,66 A	89,58 A	10,95 ABC	155,36 A
Convivência	0-15	20,78 A	18,56 A	89,34 A	11,24 A	154,03 AB
	0-30	19,89 AB	17,50 AB	88,01 AB	10,54 ABC	148,92 ABC
	0-45	19,22 BC	17,07 AB	88,81 A	11,06 AB	144,33 ABCD
	0-60	19,13 BC	16,58 AB	86,68 AB	10,91 ABC	141,93 BCDE
	0-90	18,44 CD	16,13 ABC	87,47 AB	10,35 BC	140,02 CDE
	0-120	18,55 CD	15,52 BCD	83,71 BCDEF	10,69 ABC	133,95 DEF
	0-150	17,56 DE	14,69 BCDE	83,26 BCDEF	10,48 ABC	129,98 EF
	0-180	16,68 E	14,84 BCD	78,68 F	10,39 BC	115,16 GH
	0-colheita	16,57 E	13,12 DE	76,59 F	10,20 C	110,87 GH
F		48,69**	11,26**	12,30**	5,65**	40,31**
DMS		1,31	2,96	5,06	0,77	13,22
CV(%)		2,33	6,18	1,94	2,37	3,17

Observando a Figura 6, nota-se a superioridade do ATR nos tratamentos com menor convivência. Quando a cana-de-açúcar conviveu 180 dias após a brotação com a mucuna-preta houve redução de 29,30% no ATR quando comparada com a testemunha sem a presença da mucuna-preta. Essa perda no ATR não seria aceitável economicamente, visto que, atualmente, o sistema de pagamento utiliza como base a qualidade da cana-de-açúcar expressa pela concentração total de ATR (sacarose, glicose e frutose) no processo industrial (SACHS, 2007).

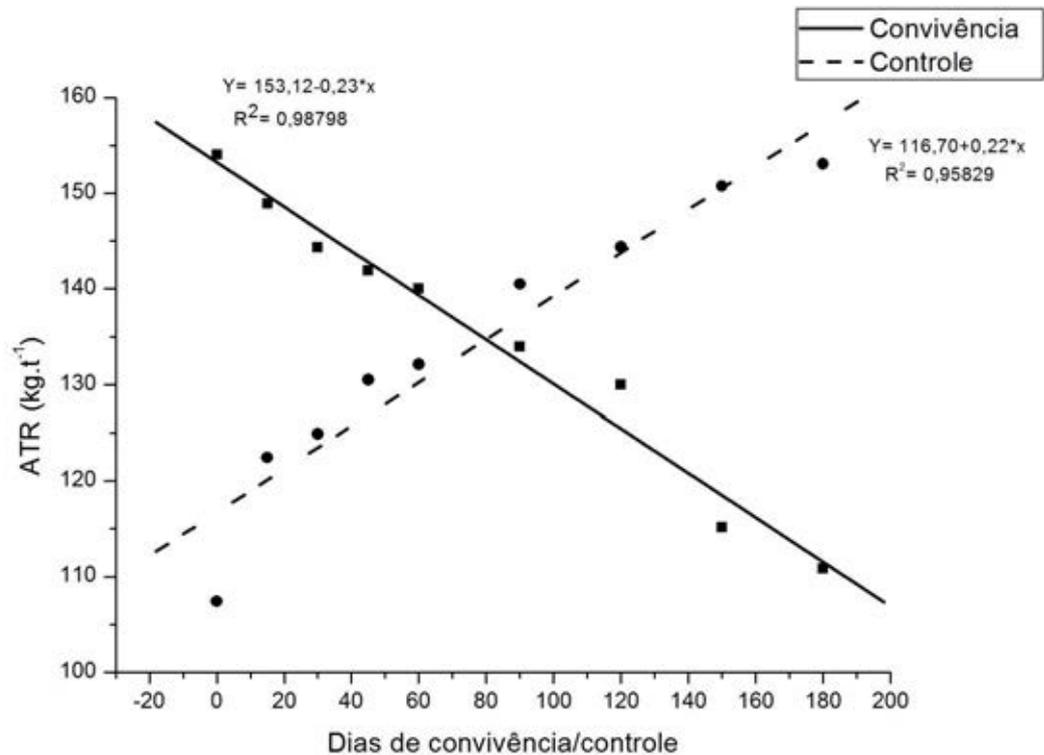


Figura 6. Quantidade de açúcar total recuperável (ATR) presente no caldo da cana-de-açúcar em resposta aos períodos crescentes de convivência e controle com a mucuna-preta. Vista Alegre do Alto, 2013.

Controle da mucuna-preta em pré-emergência

Com relação aos herbicidas aplicados em pré-emergência da mucuna-preta, observou-se aos 15 DAA que a espécie foi mais sensível ao sulfentrazone, apresentando um controle de 97%, enquanto os herbicidas amicarbazone e tebuthiuron proporcionaram um controle de 31% e 27%, respectivamente (Tabela 6).

Na avaliação aos 30 dias após a aplicação (DAA) nota-se que o amicarbazone proporcionou um controle de 66%, classificado como suficiente e a partir dos 45 DAA, o controle foi superior a 90% atingindo aos 120 DAA 100% de controle, com a morte das plantas. Comportamento semelhante foi observado no tratamento em que se pulverizou tebuthiuron, mas o controle já foi superior a 90% a partir da avaliação aos 60 DAA e aos 120 DAA o controle já era total, 100%, com a morte da mucuna-preta. Segundo Ferreira et al. (2005), a morte das plantas ocorre

por outros motivos além da falta de carboidratos, em decorrência da inibição da reação luminosa da fotossíntese. As plantas suscetíveis morrem mais rapidamente quando expostas à luz depois de pulverizadas do que quando pulverizadas e colocadas no escuro. Além da fotoxidação da clorofila, provocando a clorose foliar, ocorrem rompimentos na membrana citoplasmática celular como consequência da peroxidação de lipídios causada pela ação dos radicais tóxicos (clorofila triplet e oxigênio singlet). Silva et al. (2012) obtiveram um controle de 70% das plantas pulverizadas com amicarbazone (1.400 g. i.a. ha⁻¹) aos 30 DAA.

No tratamento em que se utilizou o herbicida sulfentrazone o controle foi superior a 90% até os 45 DAA e posteriormente foi observada uma recuperação das plantas e aos 120DAA o controle foi de 69%. Silva et al. (2012) verificaram controle de 44% da mucuna aos 30 DAA no tratamento com sulfentrazone (800 g i.a. ha⁻¹) em pré-emergência. Mesmo pertencendo a famílias distintas, o comportamento de desenvolvimento das espécies de *Mucuna* é similar ao das Convolvulaceae, que também possui hábito trepador (SILVA et al., 2012). Azânia et al. (2009) obtiveram controle suficiente até os 120 DAA para *Ipomoea bil*, *I. hederifolia*, *I. quamoclit*, *I. grandifolia* e *Merremia aegyptia* com amicarbazone (1.050 g.i.a. ha⁻¹) e sulfentrazone (600 g i.a. ha⁻¹).

Tabela 6. Porcentagem de controle de mucuna-preta avaliada aos 15, 30, 45, 60, 90 e 120 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas em pré-emergência.

Tratamentos	Porcentagem de Controle					
	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Amicarbazone	31,25 b	66,25 b	90,75 a	96,75 a	97,00 a	100,00 a
Tebuthiuron	27,50 b	55,00 b	71,25 a	96,00 a	99,00 a	100,00 a
Sulfentrazone	96,75 a	90,00 a	91,25 a	86,25 a	77,50 b	69,00 b
Testemunha	0,00 c	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 c	0,00 c
F	59,54*	71,96*	42,21*	158,55*	110,31*	552,21*
CV (%)	27,35	17,01	21,01	10,64	12,98	5,71
DMS	22,32	18,86	27,94	15,59	18,63	8,65

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferenciam entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; * - significativo a 5% pelo teste F.

Em relação à massa seca das plantas de mucuna-preta, o tratamento com sulfentrazone em pré-emergência reduziu em 95% esse parâmetro quando comparado com a testemunha (Figura 7). Os tratamentos com amicarbazone e tebuthiuron não resultaram em massa seca da mucuna-preta, pois controlaram 100% das plantas. Silva (2013), mediante a aplicação de sulfentrazone (600 g i.a. ha⁻¹), observou redução total da massa seca de *M. aterrima*. Esse fato pode ser justificado pelo mecanismo de ação deste herbicida que 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, em que é rapidamente convertido em protorfirina-IX, a qual é um pigmento fotodinâmico que, quando e presença de luz e oxigênio molecular, dá origem ao oxigênio 'singlet' (O[•]). Esse radical livre, altamente reativo, provoca a peroxidação dos lipídeos das membranas, levando a célula à morte (CARVALHO & LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

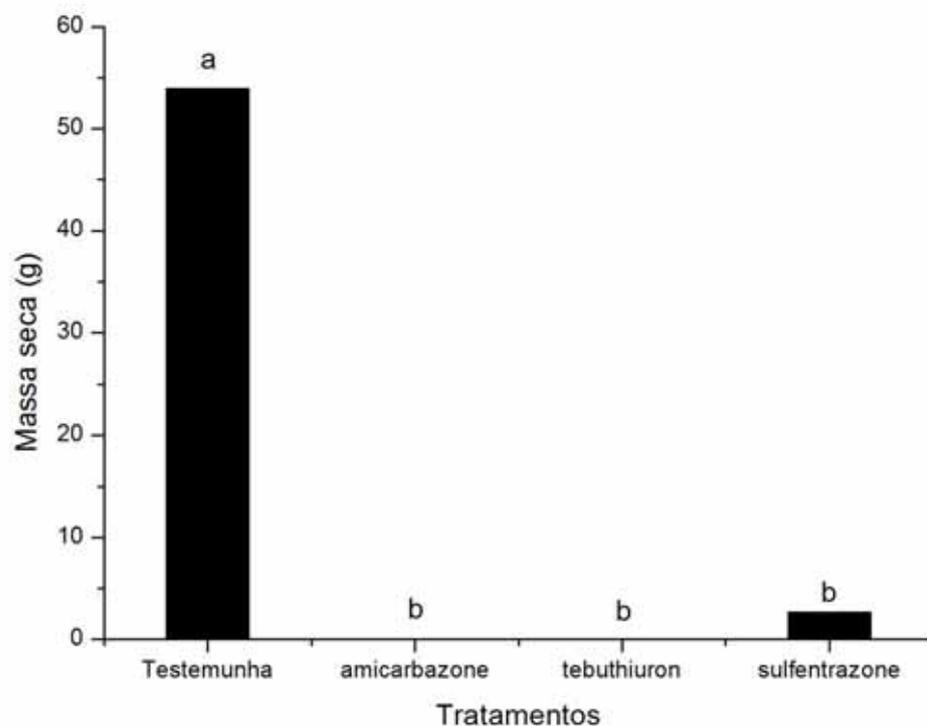


Figura 7. Massa seca de *Mucuna aterrima* aos 130 dias após a aplicação dos herbicidas em pré-emergência.

Controle da mucuna-preta em pós-emergência

Plantas com duas folhas desdobradas (Experimento 1)

Na pós-emergência da mucuna-preta, os produtos amicarbazone e sulfentrazone aplicados em plantas com duas folhas desdobradas (BBCH - 12) proporcionaram os melhores níveis de controle (92%) aos 10 DAA, enquanto a aplicação de 2,4-D e atrazina proporcionou um controle considerado bom (78% e 80%, respectivamente) (Tabela 7). Para Silva et al. (2012) a aplicação de 2,4-D na dose de 1.209 g i.a. ha⁻¹ aos 22 dias após a emergência DAE proporcionou um controle de 90% de *Mucuna aterrima* aos 10 DAA. Nas avaliações realizadas aos 15 DAA, amicarbazone, sulfentrazone e a atrazina apresentaram níveis de controle de 100%, 96% e 99%, respectivamente, e aos 60 DAA os tratamentos onde se utilizou sulfentrazone e atrazina, apresentaram controle de 100%. As plantas que foram submetidas à aplicação de carfentrazone-ethyl e mesotrione, apresentaram controle de 50% (regular) e 25% (nenhum) ao final dos 60 DAA, respectivamente (Tabela 3). Os demais tratamentos proporcionaram um resultado superior a 90% (muito bom). Monquero et al. (2009) relataram que a aplicação de mesotrione (192 g i.a. ha⁻¹) em plantas de *Ipomoea grandifolia* com seis folhas definitivas resultou em 100% de controle.

Tabela 7. Porcentagem de controle de mucuna-preta avaliada aos 10, 15, 30 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas em plantas com duas folhas desdobradas (BBCH - 12),

Tratamentos	Porcentagem de Controle			
	10 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
amicarbazone	92,50 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
tebuthiuron	48,75 bc	75,00 ab	82,50 a	90,00 a
sulfentrazone	91,75 a	96,00 ab	100,00 a	100,00 a
2,4-D	78,75 ab	86,25 ab	88,75 a	90,00 a
atrazina	80,00 a	98,75 ab	98,75 a	100,00 a
carfentrazone	86,25 a	73,75 ab	43,25 b	50,00 b
mesotrione	38,75 c	63,75 a	16,25 b	25,00 c
F	10,15*	3,29**	15,65*	17,14 *
CV (%)	18,19	18,5	22,02	13,73
DMS	30,87	36,06	38,3	2,637

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferenciam entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; **, * - significativo a 1 e 5% pelo teste F.

As plantas tratadas com amicarbazone, sulfentrazone e atrazina não apresentaram massa seca, pois houve 100% de controle das plantas de mucuna-preta. Os herbicidas tebuthiuron e 2,4-D causaram redução na massa seca de 95% e o herbicida mesotrione de 70%. A menor redução foi proporcionada pelo herbicida carfentrazone-ethyl (48%) (Figura 8).

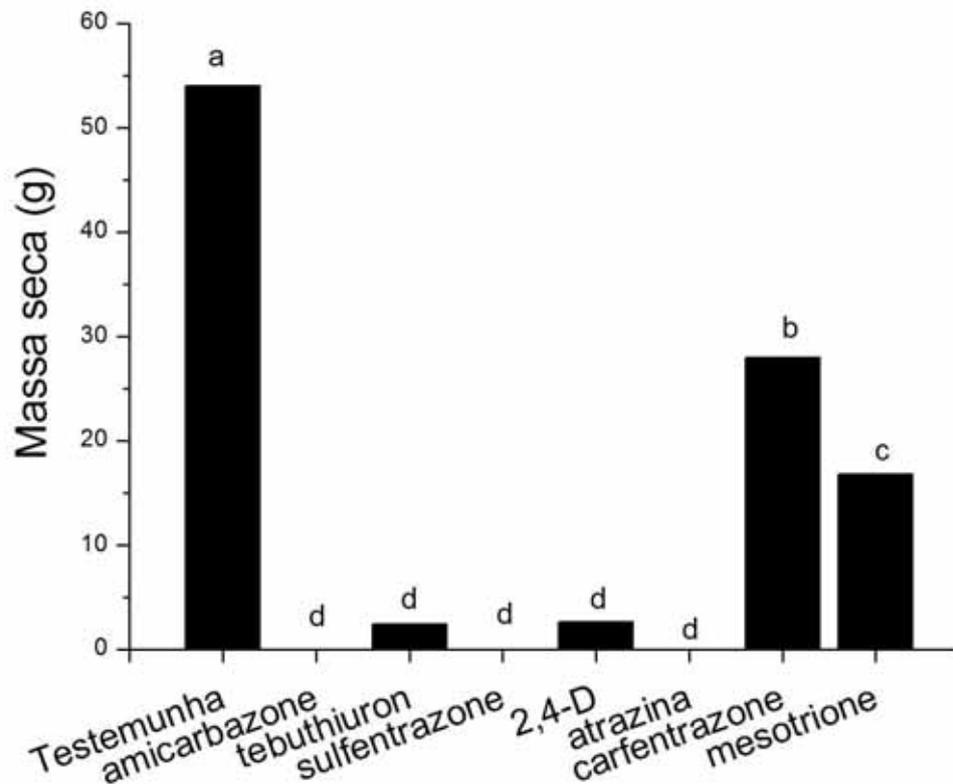


Figura 8. Massa seca de *Mucuna aterrima* aos 120 dias após a aplicação dos herbicidas em plantas com duas folhas desdobradas (BBCH - 12).

Plantas com sete gemas laterais visíveis (Experimento 2)

O amicarbazone e 2,4-D pulverizados em plantas com sete gemas laterais visíveis (BBCH - 27) proporcionaram controle excelente (100% e 93%, respectivamente) aos 10 DAA (Tabela 8). As plantas pulverizadas com tebuthiuron e atrazina apresentaram um controle muito bom (84 e 86%, respectivamente). Já os tratamentos com carfentrazone-ethyl e mesotrione não proporcionaram nenhum controle aos 10 DAA. Observou-se que as plantas pulverizadas com sulfentrazone recuperaram-se, pois a intoxicação decresceu de 67% (10 DAA) para 5% (60 DAA). Aos 60 DAA, os herbicidas amicarbazone, tebuthiuron e a atrazina proporcionaram 100% do controle das plantas de mucuna-preta. O 2,4-D e o mesotrione obtiveram

controle superior a 90% e o carfentrazone controlou 53% dessa espécie de planta daninha aos 60 dias após a aplicação (DAA).

Tabela 8. Porcentagem de controle de mucuna-preta avaliada aos 10, 15, 30 e 60 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas em plantas com sete gemas laterais visíveis (BBCH - 27).

Tratamentos	Porcentagem de Controle			
	10 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA
amicarbazone	100,00 a	100,00 a	100,00 a	100,00 a
tebuthiuron	84,50 b	38,75 c	97,00 ab	100,00 a
sulfentrazone	67,50 c	18,75 c	48,75 d	5,00 c
2,4-D	93,00 ab	73,75 b	67,50 c	97,25 a
atrazina	86,26 ab	92,50 ab	83,75 b	100,00 a
carfentrazone	1,25 d	30,00 c	18,75 e	53,75 b
mesotrione	6,25 d	30,00 c	15,00 e	95,00 a
F	167,64*	55,04*	115,61*	330,93*
CV (%)	10,22	16,32	10,63	5,11
DMS	14,73	20,57	15,04	9,24

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferenciam entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; * - significativo a 5% pelo teste F.

As plantas tratadas com amicarbazone, tebuthiuron e atrazina não apresentaram massa seca, pois estes produtos controlaram 100% das plantas de mucuna-preta. A maior redução da massa seca foi obtida pelo herbicida mesotrione (93%), seguido do carfentrazone-ethyl (70%) e sulfentrazone (50%) (Figura 9).

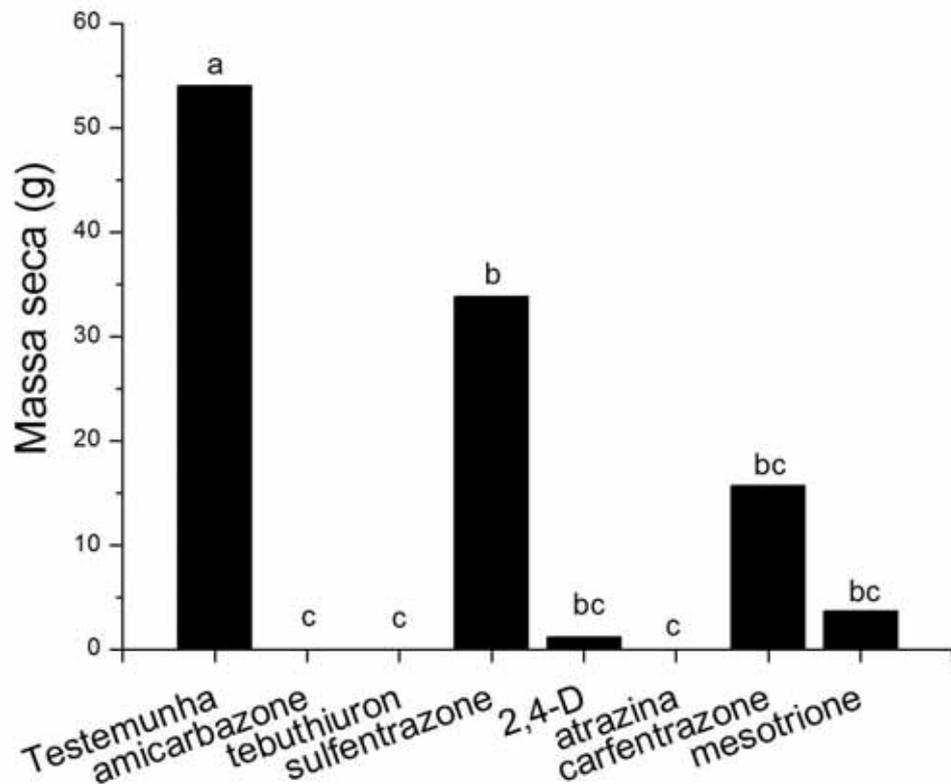


Figura 9. Massa seca de *Mucuna atterima* aos 90 dias após a aplicação dos herbicidas em plantas com sete gemas laterais visíveis (BBCH - 27).

Plantas com 50% do comprimento máximo alcançado (Experimento 3)

Dos herbicidas pulverizados em plantas com 50% do comprimento máximo alcançado (BBCH – 35), apenas o tratamento a base de 2,4-D resultou em um controle suficiente (64%); os demais tratamentos não proporcionaram nenhum controle aos 10 DAA. Oliveira Neto et al. (2011) verificaram excelente controle (94,8%) de *M. atterima* na fase vegetativa submetida a dose de 670 g i.a. ha⁻¹ de 2,4-D.

O amicarbazone proporcionou controle de 97% e o 2,4-D de 94% aos 15 DAA. Esses produtos se destacaram como os tratamentos de maior precocidade na dessecação dessa espécie (Tabela 9). Silva (2013) verificou que aos 21 DAA os herbicidas amicarbazone (1400 g i.a. ha⁻¹), mesotrione (120 g i.a. ha⁻¹) e

sulfentrazone (600 g i.a. ha⁻¹) controlaram de maneira eficaz *M. aterrima*, obtendo níveis de controle superiores a 80%.

O único produto que proporcionou controle de 100% das plantas de mucuna-preta aos 30 DAA foi o amicarbazone, o segundo melhor controle foi observado nas plantas pulverizadas com 2,4-D (90%). Não foi observado aos 30 dias após a aplicação (DAA) nenhum controle nos tratamentos onde se utilizou tebuthiuron, sulfentrazone e carfentrazone-ethyl, e a atrazina proporcionou controle de 69%.

Tabela 9. Porcentagem de controle de mucuna-preta avaliada aos 10, 15 e 30 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas em plantas com 50% do comprimento máximo alcançado (BBCH - 35).

Porcentagem de Controle			
Tratamentos	10 DAA	15 DAA	30 DAA
amicarbazone	16,25 c	97,50 a	100,00 a
tebuthiuron	20,00 bc	20,00 bc	20,00 c
sulfentrazone	30,00 b	28,75 bc	21,25 c
2,4-D	63,75 a	93,75 a	90,50 a
atrazina	13,75 c	32,50 b	69,50 b
carfentrazone	25,00 bc	35,00 b	32,50 c
mesotrione	20,00 bc	15,00 a	93,75 a
F	44,11*	96,75*	135,10*
CV (%)	19,09	15,26	10,03
DMS	11,83	16,16	14,08

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferenciam entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey; * - significativo a 5% pelo teste F.

A pulverização com o herbicida amicarbazone foi o melhor tratamento, pois não proporcionou acúmulo de massa seca pela mucuna-preta, isto é, o controle desta planta foi de 100% - morte da planta. O herbicida mesotrione apresentou uma resposta maior na redução da massa seca da planta daninha quando comparado com a testemunha, como pode se observar na Figura 10. O produto 2,4-D reduziu a massa seca da mucuna-preta em 85% e a atrazina 73%. Já os tratamentos com tebuthiuron, sulfentrazone e carfentrazone-ethyl proporcionaram redução da massa seca de forma uniforme, em média de 50%.

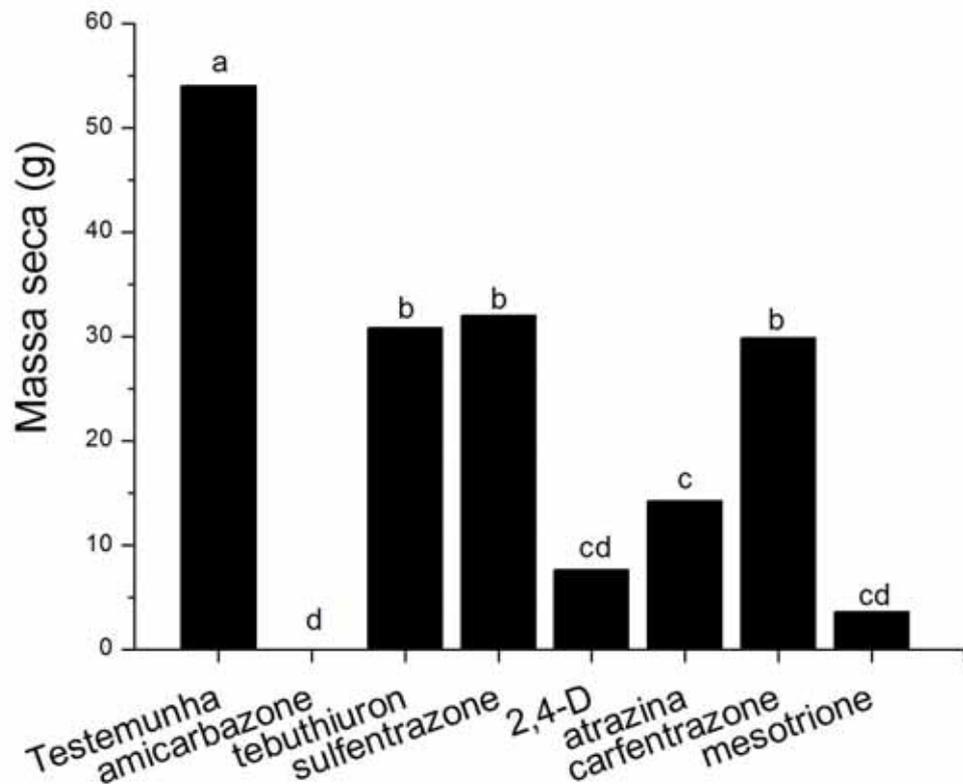


Figura 10. Massa seca de *Mucuna atterima* aos 30 dias após a aplicação dos herbicidas em plantas com 50% do comprimento máximo alcançado (BBCH – 35).

CONCLUSÕES

- Nas condições em que foi desenvolvida esta pesquisa, o período crítico de prevenção à interferência de mucuna-preta na cana-soca, cultivar RB 855536, abrangeu 138 dias do ciclo da cultura, dos 50 aos 188 dias após a brotação.

- No controle de *M. atterima* em pré-emergência os herbicidas amicarbazone e tebuthiuron proporcionaram o melhor resultado

- Em pós-emergência, esse resultado foi proporcionado pelos herbicidas amicarbazone, tebuthiuron, sulfentrazone, 2,4-D e atrazina em plantas com duas folhas desdobradas (BBCH - 12); amicarbazone, tebuthiuron, 2,4-D e atrazina em plantas com sete gemas laterais visíveis (BBCH - 27) e amicarbazone, mesotrione e 2,4-D em plantas com 50% do comprimento máximo alcançado (BBCH – 35).

LITERATURA CITADA

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS – ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. ALAM, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

AZÂNIA, C. A. M.; AZÂNIA, A. A. P. M.; FURTADO, D. E. Biologia e manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M.(Ed) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p 173 - 191.

AZANIA, C.A.M et al. Manejo químico de Convolvulaceae e Euphorbiaceae em cana-de-açúcar em período de estiagem. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.841-848, 2009.

AZANIA, C.A.M.; HIRATA, A.C.S.; AZANIA, A.A.P.M. Biologia e manejo químico de corda-de-viola em cana-de-açúcar. Boletim Técnico IAC, 209. Instituto Agrônômico (IAC), Campinas, 2011.

AZZI, G.M. Competição de ervas daninhas no período inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v.76, p.30-32, 1970.

BLEIHOLDER, H; KIRFEK, H; LANGELUDDEKE, P; STAUSS, R. Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninha. **Pesq. Agropec. Brasil.**, Brasília, 26(9): 1423 – 1429, set. 1991.

BRIGHENTI, A.M; OLIVEIRA, M.F. Biologia de Plantas Daninhas (Eds), 2011.

CARVALHO, M. N., NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. Edição. Jaboticabal: Funep, 2000. p. 152.

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.

COLETI, J.T.; CAVALCANTI JUNIOR, N.; NEME, L.H.; DE PAULA, J.; ALBINO, F.E. Brachiaria pode provocar sérios danos nos canaviais. Informativo Coopercitrus, Bebedouro, n.132, p. 34-35, 1997.

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Cana-de-açúcar. Safra 2013/2014. Quarto Levantamento, abril 2014**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_10_09_00_57_boletim_cana_portugues_-_4o_lev_-_13.pdf>. Acesso em: 17/julhol/ 2014.

CORREIA, N.M. Eficácia do mesotrione aplicado isolado e em mistura para o controle de corda-de-viola e de mucuna-preta em cana-soca. **Álcoolbras**, n.133, p.46-51, 2011.

DEUBER, R.; FORSTER, R. **Competição mato x cebola**. Campinas: IAC, 1975. 21p. (Boletim Técnico 22).

DIAS, D.C.F.S. Dormência em sementes: mecanismo de sobrevivência das espécies. **Seed News**, Pelotas, v.9, n.4, p.24-28, 2005.

FAVERO, C.; JUCKSCH, J.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.36, n.11, p. 1355-1362, 2001.

FERREIRA, F.A; SILVA, A.A; FERREIRA, L.R. Mecanismo de ação de Herbicidas. V Congresso Brasileiro de Algodão, 2005.

HALL, M.R.; SWANTON, C.J.; ANDERSON, G.J. The critical period of weed control in grain corn. **Weed Sci.**, v.40, p.441-447, 1992.

IAC. Instituto Agrônomo. **Leguminosas adubos verdes em áreas de renovação de canavial no Estado de São Paulo**. N° 124, dezembro de 2008.

KAVALIAUSKAIT, D.; BOBINAS, C. Determination of weed competition critical period in red beet. **Agron. Res.**, v.4, p.217-220, 2006.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: CERES, 1979. 262 p.

KNEZEVIC, S.Z.; WEISE, S.F.; SWANTON, C.J. Interference of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in corn (*Zea mays*). **Weed Sci.**, v.42, p.568-573, 1994.

KUVA, M.A. **Efeitos de períodos de convivência e controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) no estado de São Paulo**. 1999. 74f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; CHRISTOFFOLETI, P.J. ALVES, P.L.C.A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca. *Planta Daninha*, v.18, n.2, p. 249-250, 2000.

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

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

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

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

MACHADO, J.; ROSSI, G. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: Paranhos, Sérgio Bicudo. **Cana-de-açúcar: Cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987.p.165-186.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** – Brasília, 2010. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 02 fev. 2012.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** – Campinas, 2007. Disponível em: <http://www.prefiraorganicos.com.br/media/49859/cartilha_agricultores_aduboverde2.pdf>. Acesso em 02 fev. 2012.

MARTINS, R.M. **Determinação do período anterior à interferência de plantas daninhas em cana-soca**. 2006. 58f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

MASCARENHAS, H. A. A.; WUTKE, E. B.; TANAKA, R. T.; CARLINI-GARCIA, L. A.; BOLONHEZI, D. Leguminosas adubos verdes em áreas de renovação de canavial no Estado de São Paulo. **Informações Agrônomicas**, n. 124, 28 p. 2008.

MEIRELLES, G.L.S.; ALVES, P.L.C.A.; NEPOMUCENO, M.P. Determinação dos períodos de convivência da cana-soca com plantas daninhas. **Planta Daninha**. V27, n.1, p. 67-73, 2009.

MONQUEIRO, P.A.; COSTA, V.D.; KROLIKOWSKI, V. Saflufenacil no controle de *Luffa aegyptiana*, *Merremia cissoides*, *Mucuna aterrima* e *Ricinus communis*. Ver. Brasileira de Herbicida, v.10, n.3, p. 176-182, 2011.

MONQUERO, P. A. et al. Eficácia de herbicidas aplicados em diferentes épocas e espécies daninhas em área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 309-317, 2009.

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, A. R. Levantamento fitossociológico e controle de capim-camalote (*Rottboellia exaltata* L.) na cultura da cana-de-açúcar. 2005. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2005.

OLIVEIRA NETO, A. M. et al. Manejo químico de adubos verdes para sucessão da cana-de-açúcar em sistema de cultivo mínimo. **R. Bras. Herbic.**, v. 10, n. 2, p. 86-94, 2011.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15., 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SBHED, 1984. p.37-37.

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

PITELLI, R.A.; PITELLI, R.L.C.M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.29-56.

PMGCA – Programa de Melhoramento Genético de cana-de-açúcar do CCA/Ufscar. Variedades RB. Primeira Edição – Novembro 2008. Disponível em:<pmgca.dbv.cca.ufscar.br/DAC/variedadeRB-2008.pdf>. Acesso dia 31/03/2014.

PROCÓPIO, S.O.; SILVA, A.A.; BARGAS, L.; FERREIRA, F.A. **Manual de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar**. Viçosa, Mg, 2003. 1150p.

PUPO, N.I.H. **Manual de Pastagens e Forrageiras**. Campinas: IAC, 1979.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. Biomassa de cana-de-açúcar: Colheita, energia e ambiente. Piracicaba, Edição dos autores, 302 p, 2004.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. (ed.). Guia de herbicidas. Londrina, PR: Edição dos autores, 6 Edição, 697 p, 2011.

SACHS, R.C.C. Remuneração da tonelada de cana-de-açúcar no estado de São Paulo. *Informações Econômicas*, SP, v.37, n.2, fevereiro 2007.

SCHEIDE, A. **Estudo da evolução fitossociológica de uma comunidade infestante e do efeito da extensão do período de convivência sobre a produção da cultura da cebola transplantada**. 1992. 84f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1992.

SCOTT, R.K.; WILCOCKSON, S.J.; MOISEY, F.R. The effects of time of weed removal on growth and yield of sugar beet. **J. Agric. Sci.**, v.93, p.693-709, 1979.

SILVA, P.V. **Controle químico e a influência da palha de cana-de-açúcar e da profundidade de semeadura na emergência de plantas daninhas**. 2013. 46f. Dissertação (Mestre em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2013.

SILVA, G.B.F et al. Tolerância de espécies de mucuna a herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 589-597, 2012.

SILVA, I.A.B.; KUVA, M.A.; ALVES, P.L.C.A.; SALGADO, T.P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. **Planta Daninha**, v.27, n.2, p.265-272, 2009.

TEDESCO, V. Utilização de Mucuna-preta como alternativa ao uso do fogo. Ascom-RO, 2009. **Disponível em:** <http://www.ecodebate.com.br> **Acesso em:** 15/03/2012.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. ÚNICA. 2010/2011: A safra de cana que “não foi possível” em 2009/2010. Notícias em 31 de março de 2010. Disponível em: <http://www.unica.com.br>, Acesso em 12 de março de 2012.

UNICA. **União da Indústria de Cana-de-açúcar** – Produção de cana-de-açúcar do Brasil safra 2007/2008. São Paulo, 1 p. 2009. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>>. Acesso em 02 de março 2012.

VAN ACKER, R.C.; SWANTON, C.J.; WEISE, S.F. The critical period of weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Weed Sci.**, v.41, p.194-200, 1993.