

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS

DÉBORA TERESA DA ROCHA GOMES FERREIRA

**ASPECTOS DA BIOLOGIA E MANEJO DE TRÊS ESPÉCIES DANINHAS DO
GÊNERO *EUPHORBIA* NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

RIO LARGO
2015

DÉBORA TERESA DA ROCHA GOMES FERREIRA

**ASPECTOS DA BIOLOGIA E MANEJO DE TRÊS ESPÉCIES DANINHAS DO
GÊNERO *EUPHORBIA* NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas da Universidade Federal de Alagoas, como parte da exigência para obtenção do título de doutor em proteção de plantas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira

Co-Orientador: Prof. Dr. Renan Cantalice de Souza

RIO LARGO
2015

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Maria Helena Mendes Lessa

- F383a Ferreira, Débora Teresa da Rocha Gomes.
Aspectos da biologia e manejo de três espécies daninhas do gênero
Euphorbia na cultura da cana-de-açúcar / Débora Teresa da Rocha Ferreira. –
Rio Largo, 2015.
74 f. : il.
- Orientadora: Vilma Marques Ferreira.
Coorientador: Renan Cantalice de Souza
Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) – Universidade Federal de
Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2015.
- Inclui bibliografia.
1. Cana-de-açúcar. 2. Concentração da palhada. 3. Controle químico –
Plantas daninhas. 4. Análise de crescimento - *Euphorbia*. 5. Germinação –
Euphorbia. 6. *Saccharum spp.* 7. Qualidade da luz – Germinação. I. Título.

CDU: 631:633.61

Ao meu pai, José Ricardo Acioli Gomes Ferreira, por ser um exemplo de perseverança sempre batalhando e correndo atrás dos seus sonhos...

À minha mãe, Quitéria Maria das Rocha Gomes Ferreira, fonte do saber, fé, dignidade, generosidade, honestidade, amor, responsável pelo meu “EU”... Enfim meu tudo...

Aos meus irmãos, Ari Ricardo da Rocha Gomes Ferreira e Inaldo Ricardo da Rocha Gomes Ferreira, pelo apoio, carinho e amor a mim dedicado...

Ao meu marido Freds Fernando Alves de Almeida, pela sua presença constante... não foi a primeira nem será a última vitória que irei conquistar ao seu lado e com o seu incondicional apoio. Sua calma me acalma. Muito obrigada meu amor...

Às famílias Gomes Ferreira e Teixeira pela torcida...

À minha mãe científica, Prof^a Vilma Marques Ferreira, pessoa amável e carinhosa que me acolheu como filha durante todos esses anos aqui na UFAL... Levarei seu ensinamento e carinho comigo...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida... Sem Ele nada seria possível.

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e à Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias (CECA) pela possibilidade de ingresso no curso de graduação e pela oportunidade da realização do curso de doutorado.

À Professora Vilma Marques Ferreira pela sua orientação não só neste trabalho, mas em toda a minha vida acadêmica. Neste período aprendi muito e hoje a tenho como mãe, minha mãe científica.

Ao Prof. Dr Renan Cantalice de Souza pela co-orientação neste trabalho... Muito aprendi com ele.

À Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudo para a realização do curso.

Aos Profs. Dr José Vieira e Lauricio Endres pelos ensinamentos repassados e colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. João Correia pela disponibilidade em repassar seus conhecimentos durante toda a graduação, mestrado e doutorado.

Ao Dr Jorge Luiz Xavier Lins Cunha por contribuir com este trabalho dedicando seu tempo e repassando seus conhecimentos na banca de qualificação.

Ao Prof Dr Hermes dos Santos Vitorino e Prof Dr Hugo Henrique Costa do Nascimento por contribuírem com este trabalho dedicando seu tempo e repassando seus conhecimentos na banca de defesa.

Aos colegas de laboratório pela ajuda no experimento e, principalmente, pela amizade e momentos de descontração; Uma segunda Família... Em especial a Ivanildo Claudino e Vicente Mota, bolsistas de Iniciação Científica, que tanto fiz trabalhar e explorei.

Aos colegas de Turma de doutorado por enfrentarmos juntos as dificuldades apresentadas no decorrer das disciplinas, sempre com dedicação e alegria. Nesta turma encontrei verdadeiros anjos da guarda... Muitíssimo obrigada minhas “anjas”.

Ao casal que me acolheu com tanto carinho e atenção. O meu muito obrigada à vocês, Igor e Evelânia Lira.

À Secretaria do curso da Pós-Graduação nas pessoas de Geraldo Lima, Marcos Antônio, Maxwell Maclon e Michelle Cristhina.

Gostaria de finalizar meus agradecimentos informalmente reforçando a imensa gratidão que tenho ao casal que me acolheu no CECA, professora Vilma e professor João, e me ensinou... a estudar, a pesquisar, a saber aceitar, a ter calma, a amar. Este casal é um exemplo de

profissionalismo, mas acima de tudo um exemplo de amor, fraternidade e família, fui acolhida como filha por eles... Esses dez anos aqui no CECA passaram muito rápidos por eu ter aqui essa família tão especial. Muito Obrigada Professora Vilma e Professor João...

...Meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A cultura da cana-de-açúcar está passando por um processo de renovação do seu manejo. A colheita tradicional vem sendo substituída pela colheita mecanizada, sem a necessidade de queima. Neste processo o solo fica coberto por até 25 t ha⁻¹ de palhada, formando uma barreira física que altera as condições físicas, químicas e biológicas do solo que transforma a fitossociologia das plantas daninhas. O controle das plantas daninhas nos canaviais é imprescindível, porém para ocorrer de forma eficaz é necessário conhecer os aspectos biológicos das espécies e a eficácia do herbicida. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento germinativo das sementes, os efeitos da concentração de palhada sob o solo, o crescimento e a eficácia dos herbicidas Front[®] (diuron, hexazinone e sulfometuron-metílico) e Combine[®] (tebuthiuron) no controle das plantas daninhas do gênero *Euphorbia* ocorrentes no sistema de cana crua do Estado de Alagoas após períodos sem chuva. Os experimentos foram desenvolvidos no Centro de Ciências Agrárias/UFAL em laboratório e casa-de-vegetação com três espécies daninhas, *Euphorbia heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. As sementes foram colocadas em germinador sob a temperatura 20-30°C, em diferentes condições luminosas, luz branca, vermelha, vermelha extrema e ausência de luz. Onde foram avaliadas a porcentagem e índice velocidade de germinação (IVG) e massa seca. Também, foram avaliadas a porcentagem de emergência, altura e massa seca de plantas sob diferentes níveis de palhada. Os ensaios foram conduzidos sob delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Para análise de crescimento foi utilizado o delineamento experimental DIC, subdividido no tempo (3 espécies x 13 períodos) com cinco repetições. Em cada avaliação foram mensuradas a altura da planta, a área foliar, o número de folhas verdes, a massa seca total e calculadas a taxa de crescimento absoluto, a taxa de crescimento relativo, a razão de área foliar e a razão do peso foliar. Os dados foram submetidos à análise de variância e a regressão não-linear para modelar o crescimento das espécies. Os experimentos controle químico foram conduzidos em casa de vegetação, utilizando o delineamento experimental DIC, em parcelas subdivididas no tempo (quatro períodos sem chuva 0, 15, 30 e 45 dias), com três repetições. Foram utilizados dois herbicidas Front[®] e Combine[®]. A aplicação, dos herbicidas, foi realizada em pré-emergência sobre a palhada. Os dados foram submetidos à análise de variância e ajustados para o modelo de equação linear, *E. hirta* e *E. hyssopifolia*, e quadrática, *E. heterophylla*. *E. heterophylla* apresentou maior germinação quando submetida à luz vermelha seguida das luzes branca e escuro que não diferiu. A luz vermelha proporcionou o maior IVG e maior desenvolvimento quando submetida ao efeito da palhada em relação às outras espécies estudadas, havendo germinação na presença de 25 t ha⁻¹. *E. hirta* e *E. hyssopifolia* apresentaram maiores valores para porcentagem de germinação e IVG na luz branca seguido das luzes vermelha e vermelha extrema, que não diferiram entre si, na ausência de luz observou-se o menor valor de IVG e tiveram sua germinação suprimida na presença de palhada.. Nos 63 dias após a semeadura *E. heterophylla* foi maior em altura sendo ultrapassada pela *E. hyssopifolia* que obteve a maior altura dentre as espécies estudadas após este período. *E. heterophylla* destacou-se tendo maior acúmulo de massa seca e taxa de crescimento absoluto. A espécie *E. hirta* foi 100% controlada pelos dois herbicidas em todos os períodos sem chuva. O Front[®] foi eficaz no controle de *E. hyssopifolia* e o Combine[®] não foi eficaz no controle de *E. heterophylla* e *E. hyssopifolia* após 45 dias sem chuva. As espécies estudadas são insensíveis a luz e a presença de palhada não inibi o desenvolvimento de *E. heterophylla*. O ponto máximo de crescimento das espécies ocorreu aos 77 dias após a semeadura. O herbicida Front[®] é eficaz no controle das três espécies de *Euphorbia* mesmo sendo aplicado sob a palhada e passando o período de 45 dias para ser lixiviado.

Palavras-chave: Concentração de Palhada. Controle Químico. Análise de Crescimento. Germinação. Qualidade de Luz. *Saccharum spp.*

ABSTRACT

The culture of sugarcane is going through a renewal process management. The traditional harvest with burns, has been replaced by mechanized harvest, without the need for firing. In this process the soil is covered with 25 t ha⁻¹ of straw, forming a physical barrier modifying the physical, chemical and biological conditions of soil amending the phytosociology of weeds. The control of weeds in sugarcane fields is indispensable, but to be effective it's necessary to know the biological aspects of the species and the effectiveness of the herbicide. However, the aim of this work was to evaluate germinative behavior of seeds, the effects of concentration of straw in the soil, analyzing the growth and development, evaluate the effectiveness of herbicides® Front and match® in control after periods without rain of weeds of the genus *Euphorbia* occurring raw cane systems State of Alagoas. The experiments were developed at the Center for agricultural sciences/UFAL in lab and vegetation with seeds of three species, *Euphorbia heterophylla*, *Euphorbia hyssopifolia* and *Euphorbia hirta*, collected in producing areas. The seeds were placed in germination type BOD under temperature 20-30° C, under different conditions, light white, red light, red extreme and absence of light. Where were the percentage and germination speed index (IVG) and dry mass. Also, emergency percentage were evaluated, height and dry mass of plants under different levels of post. The two trials were conducted under a completely randomized design, with 4 repetitions. For growth analysis was used the experiment in completely randomized factorial arrangement (species x periods) with five repetitions. In each assessment were measured plant height, leaf area, the number of green leaves and total dry matter. Were also calculated the absolute growth rate, relative growth rate, the ratio of leaf area and leaf weight ratio. The data were subjected to analysis of variance and non-linear regression to model the growth of the species. The chemical control experiments were conducted in a greenhouse, using the completely randomized experimental design, willing on plots subdivided in time (four periods without rain 0, 15, 30 and 45 days), with three repetitions. We used two herbicides® Front and match®, each composed a herbicide experiment. The application of herbicide treatments, was held in pre-emergence on chaff. The data were subjected to analysis of variance and all the data were adjusted for the linear equation model for *E. hirta* and squared for *E. heterophylla* and *E. hyssopifolia*. The species *E. heterophylla* was presented the further development when submitted to the effect of chaff against the other species studied, and greater when submitted to twinning red light then the white lights and dark did not differ statistically. The red light presented the best IVG for this species. *E. hirta* and *E. hyssopifolia* presented greater values for germination percentage and IVG in the white light of red and red lights followed, which did not differ among themselves, in the absence of light was observed the smallest value of IVG. *E. heterophylla* was greater in height until the 63 days after sowing, being surpassed by *E. hyssopifolia* who obtained the largest height of the studied species. *E. heterophylla* was having greater accumulation of dry mass and absolute growth rate. The species *E. hirta* was 100% controlled by the two herbicides in all periods without rain. The Front® was effective in the control of *E. hyssopifolia* and Combine® wasn't effective in the control of *E. heterophylla* and *E. hyssopifolia* after 45 days without rain. The presence of straw doesn't control *E. heterophylla*, with germination in the presence of 25 t ha⁻¹. On the other hand the *E. hyssopifolia* and *E. hirta* have it's suppressed germination in the presence of chaff. *E. heterophylla* showed the highest growth and development among the species studied, followed by *E. hyssopifolia* and *E. hirta*. The maximum point of growth of species occurred at 77 days after sowing. The Front® herbicide is effective on the control of three species of *Euphorbia* even being applied on the straw and after the 45 day period for to be leached.

Keywords : Concentration of Chaff. Chemical Control. Growth analysis. Germination. Light Quality. *Saccharum spp.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 -	Emergência relativa de três de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i>	42
Figura 3.2 -	Altura de plântula relativa de três de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i>	43
Figura 3.3-	Cobertura de solo relativa de três de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i>	44
Figura 3.4 -	Massa seca total relativa de três de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i>	45
Figura 4.1 -	Altura de Planta, Número de Folhas, Área Foliar e Massa Seca Total de três de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> em função dos dias após a semeadura das espécies <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i>	53
Figura 4.2 -	Razão de área foliar, Razão de Massa Foliar, Taxa de Crescimento Absoluto e Taxa de Crescimento Relativo de três de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> em função dos dias após a semeadura das espécies <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i>	57
Figura 5.1 –	Porcentagem relativa de controle de três espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> após a aplicação do herbicida Front® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a 0, 15, 30 e 45 dias de período sem chuvas.....	68
Figura 5.2 –	Massa seca relativa de três espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> após a aplicação do herbicida Front® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a 0, 15, 30 e 45 dias de período sem chuvas.....	69
Figura 5.3 –	Porcentagem relativa de controle de três espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> após a aplicação do herbicida Combine® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a 0, 15, 30 e 45 dias de período sem chuvas.....	70
Figura 5.4 –	Massa seca relativa de três espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> após a aplicação do herbicida Combine® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a 0, 15, 30 e 45 dias de período sem chuvas.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 –	Estatística descritiva para a massa de mil sementes (g) de <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i> , espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i>	38
Tabela 3.2 -	Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação, IVG e massa seca para três espécies de plantas daninhas, <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i> , submetidas a diferentes condições luminosas.....	39
Tabela 3.3 –	Porcentagem de geminação, índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de três espécies de plantas daninhas, <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i> , sob diferentes condições luminosas.....	40
Tabela 3.4 -	Resumo da análise de variância para os resultados de emergência de plântulas relativa, altura de plântula relativa, cobertura de solo relativa e massa seca total relativa de três de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i>	41
Tabela 3.5 –	Parâmetros do modelo logístico e coeficiente de determinação (R^2) obtidos para a modelagem das variáveis emergência de plântulas relativa, altura de plântula relativa, cobertura de solo relativa e massa seca total relativa de três de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies <i>E. heterophylla</i> , <i>E. hyssopifolia</i> e <i>E. hirta</i>	41
Tabela 4.1 -	Análise físico-química do solo utilizado no experimento de crescimento e desenvolvimento de três espécies daninhas do gênero <i>Euphorbia</i>	51
Tabela 4.2 -	Resumo da análise de variância para os resultados das variáveis de crescimento e desenvolvimento em três espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i>	53
Tabela 4.3 -	Parâmetros do modelo e coeficiente de determinação (R^2) obtido para modelagem das variáveis de crescimento de três espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i>	54
Tabela 5.1 -	Análise físico-química do solo utilizado no experimento de crescimento e desenvolvimento de três espécies daninhas do gênero <i>Euphorbia</i>	64
Tabela 5.2 -	Resumo da análise de variância para controle relativo e massa seca em três espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> submetidas ao uso dos herbicidas Front® e Combine® na simulação de diferentes períodos sem chuvas.....	66
Tabela 5.3-	Parâmetros do modelo e coeficiente de determinação (R^2) obtido para modelagem das variáveis de controle e massa seca de três espécies de plantas daninhas do gênero <i>Euphorbia</i> após a aplicação dos herbicidas Front® e Combine® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a diferentes períodos sem chuvas, em dias.....	67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Agroecossistema da cana-de-açúcar.....	15
2.2	Gênero <i>Euphorbia</i>.....	16
2.2.1	<i>Euphorbia heterophylla</i>	16
2.2.2	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	17
2.2.3	<i>Euphorbia hirta</i>	18
2.3	Biologia das plantas daninhas.....	18
2.3.1	Germinação.....	19
2.3.2	Crescimento.....	20
2.4	Controle Químico.....	21
2.4.1	Herbicidas Estudados.....	22
	REFERÊNCIAS.....	25
3	GERMINAÇÃO DE TRÊS <i>EUPHORBIACEAE</i>S INFLUENCIADAS PELA LUZ E NÍVEIS DE PALHADA.....	33
	Resumo.....	33
	Abstract.....	34
3.1	Introdução.....	34
3.2	Material e Métodos.....	35
3.2.1	Peso de mil sementes.....	35
3.2.2	Ensaio de qualidade de luz.....	36
3.2.3	Ensaio com diferentes quantidades de palhada.....	37
3.3	Resultados e Discussão.....	38
3.4	Conclusões.....	45
	Referências.....	46
4	CRESCIMENTO DE TRÊS ESPÉCIES DANINHAS DO GÊNERO <i>EUPHORBIA</i>.....	48
	Resumo.....	48
	Abstract.....	48
4.1	Introdução.....	49
4.2	Material e Métodos.....	50
4.3	Resultados e Discussão.....	52
4.4	Conclusões.....	58
	Referências.....	59
5	CONTROLE DE TRÊS ESPÉCIES DE <i>EUPHORBIA</i> POR HERBICIDAS DE PRÉ-EMERGÊNCIA APLICADOS SOBRE PALHADA DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	62
	Resumo.....	62
	Abstract.....	62
5.1	Introdução.....	63
5.2	Material e Métodos.....	65
5.3	Resultados e Discussão.....	66
5.4	Conclusões.....	71
	Referências.....	72

1 INTRODUÇÃO

A lavoura canavieira tem grande importância econômica e social para o Brasil, sendo este o maior produtor mundial de açúcar. Esta cultura vem se expandida a cada ano e com maior nível tecnológico no manejo, principalmente, no sistema de colheita em que a cana é colhida por máquinas, sem haver a necessidade da queima (cana crua) (TORQUATO et al., 2008; CONAB, 2014).

Essa transformação na colheita ocorre devido à maior preocupação com o meio ambiente, redução na disponibilidade de mão-de-obra e, principalmente a pressão das leis ambientais e trabalhistas. A mecanização é mais evidente no estado de São Paulo devido à aprovação da Lei Estadual 11.241/02 em 19 de Setembro de 2002 que determina o fim da queima nos canaviais, até o ano de 2031 (TORQUATO et al., 2008; FERREIRA et al., 2010; SÃO PAULO, 2015).

Em Alagoas, a proibição da queima em áreas agrícolas, pastoris e florestais é mais recente de 14 de Março de 2013, com a sanção da Lei N° 7.454 (DOE, 2013). Que regulamenta o fim progressivo do uso do fogo nos campos, resultando na mudança do sistema de colheita da cana-de-açúcar. A implantação deste sistema no território alagoano encontra um impasse, a topografia local não é favorável. Apenas 61% da área canavieira apresenta potencial para a colheita mecanizada, apresentando relevo com declividade menor que 12% (TORQUATO et al., 2008).

A ausência do fogo nos canaviais deixa sobre o solo uma camada de 5 a 20 t ha⁻¹ de palhada formando uma barreira física que altera a temperatura, a luminosidade, a umidade, a comunidade de microorganismos e libera prováveis compostos alelopáticos no solo. Isto modifica o comportamento germinativo, estabelecimento e crescimento das plantas daninhas que reduz e altera a fitossociologia destas plantas na área (ARÊVALO; BERTONCINI, 1999; CAVENAGHI et al. 2007; NEGRISOLI et al., 2007).

Outro fator que altera a fitossociologia das plantas daninhas neste sistema é a composição do banco de sementes. Composto pelo somatório de sementes, vivas e dormentes, produzidas ou introduzidas ao longo do tempo com as recém-produzidas encontradas no solo (ROBERTS, 1981).

A dinâmica da entrada e saída das sementes do banco é influência diretamente pela presença da palhada que resulta na alteração da composição do banco de sementes (KUVA et al., 2008). Sementes produzidas após a adoção deste sistema ficam expostas e sujeitas à predação por animais, a germinação em ambientes desfavoráveis e à perda da sua viabilidade;

E não são incorporadas ao solo, pois não há movimentação do solo durante o manejo da cultura (YENISH et al., 1992; KUYA et al., 2008).

O banco de sementes apresenta variação quanto ao tamanho e composição botânica de acordo com as condições edafoclimáticas e o sistema utilizado, de modo geral, é composto por muitas espécies porém poucas são dominantes (WILSON, 1988; CARMONA, 1992). A predição da emergência de plantas daninhas do banco de sementes é fundamental na implantação do manejo de controle. Segundo Procópio et al., (2003), Kuya et al., (2008). e Monquero et al. (2011) plantas do gênero *Euphorbia* e *Ipomoea* são persistente no sistema de cana crua devido a algumas características biológicas destas espécies selecionadas.

O conhecimento da biologia é fundamental para que estratégias corretas de manejo sejam adotadas. Dentro do ciclo de vida das plantas, a germinação é uma etapa importante, contribuindo para o potencial de infestação. Assim, o conhecimento de alguns fatores que afetam a germinação é importante para o entendimento do fluxo de emergência do banco de sementes do solo, para implantação de métodos de controle, adoção de práticas culturais e manejo do solo (CANOSSA, 2007).

A luz é um dos fatores mais essenciais para a germinação. A camada de palhada reduz a quantidade e qualidade de luz que chega até as sementes alterando o fluxo germinativo do banco de sementes do solo. Porém, há espécies que germinam na ausência de luz por adaptações das condições adversas do ambiente ou por condições fisiológicas (ARÉVALO e BERTONCINI, 1999). Outros fatores que afetam a germinação e emergência das daninhas estão relacionados com tamanho de semente, vigor, profundidade de enterrio, condição ambiental e espessura da barreira física (CORREIA; DURIGAN, 2004).

Após a germinação e emergência, o crescimento da planta daninha é o fator de grande importância que determina o grau de competição. Por meio do estudo de análise crescimento das plantas daninhas pode-se estabelecer as diferenças funcionais e estruturais entre espécies, podendo determinar seu potencial competitivo, adaptação ecológica de espécies, permitindo avaliar e quantificar as taxas de crescimento, em diferentes condições ambientais e o potencial produtivo (PEREIRA; MACHADO, 1987; BENINCASA, 2003).

A presença das plantas daninhas no campo são destaques na redução da produtividade dos canaviais, pois competem com a cultura principal reduzindo o desenvolvimento, afetam a longevidade dos canaviais e a qualidade industrial, dificultam as operações de colheita e transporte da cana (SHAHID et al., 2006; FERREIRA et al, 2010). Desta forma, o controle da planta daninha é imprescindível na cultura da cana-de-açúcar.

Dentre os métodos de controle, o químico é o mais utilizado, por apresenta maior eficácia, menor custo operacional e menor demanda de mão-de-obra (PROCÓPIO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2007). Segundo Chistoffoleti et al. (2005) existem mais de 40 herbicidas registrados para a cultura, que são aplicados de forma indiscriminada para os diferentes sistemas de cultivo e colheita. No sistema de cana crua, o herbicida é interceptado pela palhada, que o retém e deixa-o exposto à volatilização e fotólise até o momento em que este é carregado ao solo por meio de chuva (LAMOREAUX et al., 1993; LOCKE; BRYSON, 1997; CAVENAGHI et al., 2007). Desta forma, os herbicidas utilizados, no sistema de cana crua, devem apresentar alta solubilidade, baixo coeficiente de distribuição octanol-água (Kow) e baixa pressão de vapor (P) (LOCKE; BRYSON, 1997; CRISTOFFOLETI e OVEJERO, 2009).

Devido a escassez de estudos científicos sobre as espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* no sistema de cana crua, especialmente para o Estado de Alagoas, há a necessidade de avaliar o comportamento germinativo, descrever a biologia das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* ocorrentes nos sistemas de cana crua, bem como avaliar os efeitos da concentração de palhada no solo e aplicação de herbicidas no sistema de cana crua para o controle das mesmas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agroecossistema da cana-de-açúcar

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar com cerca de nove milhões de hectares de área plantada. O agronegócio da cana-de-açúcar ainda encontra-se em expansão, a safra 2014/2015 teve aumento de 193,1 mil hectares em área plantada em relação à safra anterior, produzindo pouco mais que 634 milhões de toneladas de cana-de-açúcar (CONAB, 2015).

Atualmente, as principais áreas canavieiras do Brasil utilizam o sistema de colheita mecanizada, onde a cana-de-açúcar é colhida sem haver a queima, também conhecido como sistema de cana crua. Este sistema ainda está em expansão, tanto nas áreas de renovação quanto nas novas áreas de cultivo (BRAUNBECK; MAGALHÃES, 2010).

A mecanização da colheita nos canaviais brasileiros teve início em 1980 e vem crescendo ao longo dos anos. A princípio, a mecanização ocorreu devido à falta de mão-de-obra e a necessidade das usinas atenderem seus cronogramas, a qual foi ganhando força ao longo do tempo devido ao menor custo e às leis ambientais e trabalhistas (MACEDO, 2005).

Em São Paulo, esta transformação é mais evidente devido à Lei Estadual 11.241/02 que determina o fim da queima nos canaviais, até 2031, mesmo em áreas não mecanizáveis (SÃO PAULO, 2015). No estado de Alagoas, a colheita mecanizada não é efetiva devido ao relevo montanhoso, tendo apenas 61% da área com potencial para esse tipo de manejo (TORQUATO et al., 2008). Porém, este cenário está sendo modificado com a sanção da Lei Nº 7.454, de 14 de Março de 2013 que proíbi a queima em áreas agrícolas, pastoris e florestais do Estado de Alagoas (DOE, 2013).

Neste sistema, as folhas secas e os ponteiros são triturados e lançados à superfície do solo, formando uma cobertura morta denominada palhada, esta camada pode variar de 5 a 20 t ha⁻¹ sobre o solo (CAVENAGHI et al. 2007). Na safra 2014/2015 os canaviais geraram cerca de 140 milhões de toneladas de palhada (CONAB, 2015).

A camada de palhada sobre o solo aumenta e estabiliza a umidade, eleva os teores de matéria orgânica, altera a fertilidade e a temperatura, controla a erosão, interfere na incidência de luz à superfície do solo, aumenta a comunidade de microrganismos, libera compostos alelopáticos no solo (CHRISTOFFOLETI et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2008).

A palhada ainda altera a flora, reduzindo em até 50% a presença das plantas daninhas na área (ARÊVALO; BERTONCINI, 1999; NEGRISOLI et al., 2007). Mas algumas plantas daninhas conseguem germinar e se estabelecer neste sistema, como *Ipomoea triloba*, *I. grandifolia*, *I. hederifolia*, *I. quamoclit* e *Euphorbia heterophylla*, havendo uma seleção natural (VELINI; NEGRISOLI, 2000; CORREIA; DURIGAN, 2004), que altera a

fitossociologia da área. Dentre as espécies citadas, destaca-se a *E. heterophylla*, por ser bastante frequente em todo o Brasil no sistema de cana crua (MARTINS et al., 1999; ROSSI et al., 2006a, b; MONQUERO et al, 2011;). Segundo Monquero et al. (2011) algumas espécies dicotiledôneas são selecionadas no sistema de cana-crua, principalmente plantas dos gêneros *Ipomoea* e *Euphorbia*.

2.2 Gênero *Euphorbia*

A família Euphorbiaceae abrange cerca 6.300 espécies agrupadas em 245 gêneros, distribuída nas regiões tropicais e subtropicais, com poucos representantes extratropicais. No Brasil, estima-se a ocorrência de 1.100 espécies e 72 gêneros (BARROSO et al., 2002; GOVAERTS et al., 2000; LUCENA et al., 2009). Embora, o gênero *Euphorbia*, segundo Bingtao et al. (2008), apresenta 2000 espécies espalhadas no mundo, as quais são utilizadas com fins ornamental, hortícola e medicinal, algumas vêm sendo estudadas como fonte de borracha (látex) e óleo (semente).

Na agricultura, algumas espécies deste gênero são tidas como plantas daninhas que podem causar redução de 4 a 85% na produção da cultura dependendo da densidade de infestação e do período de interferência. Podem ser encontradas em pastagens, pomares, horticultura, áreas urbanas e campos de soja, banana, arroz, feijão, milho e cana-de-açúcar (AARESTRUP et al., 2008; TANVEER et al., 2013). No agroecossistema da cana-de-açúcar há relatos de incidência de *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. Mesmo em áreas cultivadas no sistema de cana crua, a espécie *E. heterophylla* é encontrada e tida como problema na região Centro-Sul (MARTINS et al., 1999; PROCÓPIO et al., 2003; MONQUERO et al, 2011). Kuva et al. (2008) estudando banco de sementes no sistema de cana crua, concluiu que *E. hyssopifolia* e *E. heterophylla* são espécies predominantes na região de Ribeirão Preto-SP.

Para os canaviais alagoanos não há relatos científicos identificando a fitossociologia das plantas daninhas, principalmente no sistema de cana crua. Porém observações e relatos de produtores locais indicam a infestação de espécies do gênero *Euphorbia*, *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, que apresentam danos potenciais à cultura.

2.2.1 *Euphorbia heterophylla* L.

Euphorbia heterophylla é uma espécie nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas. Trata-se de uma planta daninha encontrada em todo o Brasil. Apresenta ciclo anual, sendo possíveis duas a três gerações em um ano, chegando a aproximadamente 60 cm

de altura. É uma espécie muito competitiva por apresentar via fotossintética C4, resultando em rápido crescimento e produção de sementes. Seu caule é simples ou ramificado e suas folhas são alternas, opostas ou verticiladas, concentradas na parte final dos ramos e abaixo da inflorescência. A inflorescência é uma estrutura bissexual chamada ciátio, que se localiza na parte terminal do caule e dos ramos. Cada ciátio abriga 30 a 40 flores masculinas para cada feminina. O sistema de reprodução pode ser tanto por autofecundação como por fecundação cruzada. O fruto apresenta deiscência explosiva, lançando as sementes para longe da planta-mãe. As sementes podem ser globosas, ovóides, cônicas, mais ou menos angulares, com dois cotilédones e testa escura, marmorada ou não, sendo produzidas em grande quantidade (CRONQUIST, 1981; BARROSO, 1984; INGROUILLE, 1992; KISSMANN; GROTH, 1992; CARVALHO et al., 2010).

Em estudos sobre competição entre variedades de cana-de-açúcar e plantas daninhas, Almeida (2012) observou a presença de *E. heterophylla* reduziu o crescimento em altura, diâmetro do colmo, número de folhas, área foliar e massa seca da parte aérea, o índice SPAD, teores de clorofilas *a*, *b* e *total*, carotenoides, o acúmulo de N, P e K na fase inicial da cultura, 69 dias sob competição. Neste trabalho, o autor concluiu que esta espécie daninha limita o recurso hídrico do solo por apresentar elevado coeficiente transpiratório, 125% maior que as variedades da cana-de-açúcar estudadas.

Sendo muito agressiva e com alta habilidade competitiva *E. heterophylla* está presente em canaviais e tem se mostrado persistente, mesmo com a presença de 15 e 20 t ha⁻¹ de palhada na superfície do solo (MARTINS et al., 1999; CORREIA; DURIGAN, 2004; MONQUERO et al., 2007).

2.2.2 *Euphorbia hyssopifolia* L.

Encontrada em regiões tropicais e sub tropicais da África e das Américas. É uma planta de ciclo anual de porte ereto, com cerca de 60 cm de altura. Seu caule pode ser simples ou pouco ramoso na base e com entrenós de aproximadamente 6 cm. As folhas são dispostas em oposição uma da outra, apresentando pecíolos curto cerca de 1-1,5 mm. A lâmina foliar tem formato lanceolado até oblonga, sendo assimétrica pela base e em serrilha. Suas gemas são protegidas por estípulas triangulares de até 1 mm de comprimento. As inflorescências são tipo ciátios encontradas no fim de cada ramificações do caule. As flores femininas apresentam involúcro obcônico, com cerca de 0,7-0,9 mm de diâmetro, lóbulos agudos; Glândulas orbiculares até largo-elípticas transversamente, os apêndices brancos. Cada ciátio contém

cerca de 15 flores masculinas. As sementes são pequenas e apresentam leve enrugamento no tegumento (SMITH; DOWNS; KLEIN, 1988).

E. hyssopifolia produz um látex tóxico à saúde de seres humanos e animais, o contato direto nos olhos pode causar cegueira. A ingestão tem efeito diurético e ação laxante, também é usado na eliminação de verrugas. Ainda apresenta efeito medicinal para a inflamação das vias respiratórias e brônquio dilatador no tratamento de pessoas com crise asmática. Contém substâncias inibidoras de germinação e do crescimento das plântulas e também de bactérias, tais como flavonoídes, taninos, alcaloídes (ABO, 1994; ADEDAPO et al., 2004; IGWENYI et al., 2011; ALISI; ABANOBI, 2012; HUANG et al., 2012).

2.2.3 *Euphorbia hirta* L.

E. hirta é uma erva anual ramificada, com porte médio de 70 cm de altura. Seu caule apresenta cor avermelhada ou arroxeada e pêlos curtos e produção de látex. Suas folhas são opostas e simples; suas estípulas óbvias são lineares. As lâminas foliares são lanceoladas-oblongas, elípticas ou ovado-lanceoladas; com suas margens dentadas, verde escuro e frequentemente arroxeadas abaixo. A inflorescência tipo ciátio, com flores unissexuais; O fruto, de forma aguda apresenta três lóbulos e três sementes. As sementes são oblongas, prismáticas de quatro lados, um pouco enrugada, com cor marrom-rosada. A floração, geralmente, ocorre ao longo do ano (HUANG et al., 2012).

O extrato de *E. hirta* tem atividade anti-diarreica, analgésica, antitérmica e anti-inflamatória, efeito antibacteriano contra *Shigellia* sp, e controla a flora microbiana intestinal. Também está sendo estudado seu efeito diurético em cobaias (HORE et al., 2006; SUDHAKAR et al., 2006; OGBULIE et al., 2007; ALISI; ABANOBI, 2012). O extrato contém alguns compostos químicos pertencentes aos grupos dos flavonoides, tanino, polifenol, terpenoide e esteroide (PATIL et al., 2009; HUANG et al., 2012) que apresentam possíveis efeitos alopatócos a germinação e crescimento de plantas.

2.3 **Biologia das plantas daninhas**

É de fundamental importância o conhecimento da biologia de plantas daninhas. Este conhecimento básico dá suporte para que estratégias corretas de manejo sejam adotadas, principalmente para o manejo integrado. O estudo da biologia das plantas daninhas descreve sobre a dormência, a germinação das sementes, a morfologia, a fisiologia do crescimento, a capacidade competitiva e reprodutiva. Tais informações podem determinar o grau e período de interferência da planta daninha com a cultura e seus diferentes estágios dando subsidio

para o controle de forma eficaz (BHOWMIK, 1997; RAVINDRA et al. 2008). A implantação de programas de manejo integrado de plantas daninhas torna-se limitada devido à carência de conhecimentos, que são básicos sobre a biologia e a ecologia dessas plantas (OLIVER, 1997).

2.3.1 Germinação

Germinação de semente é o processo no qual o eixo embrionário retoma suas atividades metabólicas e/ seu crescimento, paralisado pelo desligamento da semente da planta mãe, quando há condições adequadas no ambiente, principalmente quanto à água, oxigênio, temperatura e, em alguns casos, luz, havendo a ruptura do tegumento e emissão da raiz primária que origina uma nova planta (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; CARDOSO, 2009). Segundo Vidal et al. (2007) os fatores ambientais umidade, temperatura e a luz são determinantes para a germinação.

A germinação das sementes também pode ser influenciada pelas condições climáticas em que planta mãe está inserida durante o período de formação das sementes, tais como luminosidade, temperatura, disponibilidade hídrica e ação de fitormônios (TAKAHOSHI, 1995). Estes fatores podem desenvolver o fenômeno de dormência na semente (CARDOSO, 2009).

Dormência é o fenômeno no qual a semente, mesmo sendo viáveis e tendo condições ambientais favoráveis, não germina (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983). Causada por um ou mais bloqueios situados na própria semente que pode ser superado por interferência de um processo conhecido como pós-maturação ou quebra de dormência, para que esta fique apta a germinar (CARDOSO, 2009).

A semente tem a dormência como um mecanismo de defesa contra as variações ambientais, que dificultam sua atividade metabólica normal para a germinação (MARCOS FILHO, 2005). Este fenômeno é um recurso eficaz para a preservação da continuidade da espécie, por constituir um mecanismo de resistência às condições desfavoráveis do ambiente (BEWLEY, 1997), sendo de fundamental importância para as plantas daninhas que dependem diretamente da germinação para infestar e competir com as espécies cultivadas (ROBERTS, 1999).

A luz é um fator de grande importância para a germinação das sementes fotossensíveis que possuem dormência (COPELAND; McDONALD, 2001). A quebra da dormência ocorre pela ativação, por meio da luz, do sistema de fitocromos das sementes que está relacionado com funcionamento das membranas celulares; ocasionando uma alteração no fluxo de

inúmeras substâncias nas células e de permeabilidade das membranas (HILHORST e KARSSSEN, 1988).

A indução da germinação e/ou dormência acontece pela ação da luz na região do vermelho (660 nm) e vermelho distante (730 nm) sobre o fitocromo que promove a alteração da sua forma isomérica permitindo o balanço entre a forma ativa (Fv) e inativa (Fve), respectivamente. Quando a taxa Fv/Fve é elevada, ocorre maior estímulo à germinação (KENDRICK; FRANKLAND, 1983). As sementes podem ser classificadas quanto a sua resposta à luz em fotoblásticas positivas, quando há maior germinação na presença de luz e fotoblásticas negativas, com maior germinação no escuro, ou sementes insensíveis à luz, cuja germinação independe da condição de luz (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Outra classificação das sementes é em relação às formas do fitocromo controlarem a germinação sendo de resposta de fluência baixa, resposta de irradiância alta e resposta de fluência muito baixa (TAKAKI, 2001).

As sementes das plantas daninhas, geralmente, encontram-se no solo abaixo do dossel das culturas e, às vezes, enterradas em profundidades onde a radiação solar é filtrada pelas folhas e solo, permitindo menor passagem da radiação vermelho em relação ao vermelho distante (MARQUES et al., 2012).

Na cultura da cana-de-açúcar, a palhada deixada sobre o solo na colheita mecanizada impede a passagem quantitativa e qualitativa da radiação solar que definir o comprimento de onda que chega até o banco de sementes (PITELLI; DURIGAN, 2001; MARQUES et al., 2012). Este comprimento funciona como mecanismo ecológico para indicar as condições de sombreamento ou a profundidade no solo em que se encontram, promovendo ou inibindo a germinação (PONS, 1991). As sementes apresentam respostas individuais quanto ao efeito da luz, havendo variação no comportamento germinativo de uma mesma espécie ou até mesma planta (MARCOS FILHO, 2005).

Para as plantas daninhas, a germinação é um processo determinante para sua infestação e competição com a cultura. Portanto, para a implantação do manejo integrado é fundamental conhecer os fatores que influenciam este processo (SILVA et al., 2009) desde a formação da semente até a emergência e estabelecimento da plântula.

2.3.2 Crescimento

O estudo de crescimento das plantas fornece informações importantes sobre os diferentes estádios fenológicos e os padrões de crescimento permitindo avaliar o seu

comportamento durante o ciclo, no estudo mais específico sobre planta daninhas, avalia a interferência delas sobre as outras plantas (LUCCHESI, 1984; BIANCO et al., 1995).

A análise de crescimento é o método simples e preciso para compreender a contribuição dos processos fisiológicos para o crescimento vegetal, descrevendo as condições morfofisiológicas. Esse tipo de avaliação descreve a cinética de produção de biomassa das plantas, sua distribuição e eficiência ao longo do desenvolvimento (BENINCASA, 2003).

A mensuração sequencial do acúmulo de massa seca das partes da planta, frutos, caule, folhas e outros, é o fundamento da análise de crescimento (FONTES et al., 2005). No entanto, vários outros índices fisiológicos são utilizados nessa análise, como índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) (BENINCASA, 2003). Os índices determinados na análise de crescimento indicam a capacidade dos órgãos fotossintetizantes das plantas em sintetizar e distribuir a matéria orgânica nos diversos órgãos dependentes que utilizam ou armazenam, sendo os locais que ocorrem o crescimento e a diferenciação dos órgãos (LARCHER, 1995; BENINCASA, 2003).

Este estudo para a ciência das plantas daninhas fornece informações sobre os diferentes estádios fenológicos e seus padrões de crescimento, permitindo avaliar seu comportamento perante os fatores ecológicos, sua ação sobre o ambiente e, principalmente a sua interferência sobre outras plantas, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas de manejo integrado de plantas daninhas (LUCCHESI, 1984; BIANCO et al., 1995).

2.4 Controle Químico

O principal método de controle das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar é o químico, neste controle é usado aplicação de herbicida em pré e pós-emergência. Este tipo de controle é uma prática bastante difundida em todo o País e que representa alto custo de produção dos canaviais (FREITAS et al., 2004; MONQUERO et al., 2007).

No sistema de cana crua, a palhada forma uma barreira física que pode prejudicar a eficiência do contato do herbicida com a planta-alvo (MONQUERO et al., 2009a; FERREIRA et al., 2010). Atualmente, muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de estudar a eficácia de herbicidas aplicados sobre a palhada, os quais indicam que cada produto responde de forma diferenciada no controle das plantas daninhas e que a precipitação é indispensável para que o produto chegue ao solo por meio da lixiviação e assim possa ser absorvido pelas plantas daninhas (AZANIA et al., 2006; SIMONI et al., 2006;

NEGRISOLI et al., 2007 a,b; CAVENAGHI et al., 2007; MONQUERO et al., 2007, 2009b,; SILVA; MONQUERO, 2013).

Os herbicidas aplicados sobre a palhada devem apresentar características específicas, como alta solubilidade, baixo coeficiente de distribuição octanol-água (Kow) e baixa pressão de vapor (P), pois estão vulneráveis à volatilização ou fotólise, até ser lixiviado (LOCKE e BRYSON, 1997; CRISTOFFOLETI; OVEJERO, 2009). O transporte dos herbicidas depende da capacidade da palhada de cobrir o solo e retê-los, das características físico-químicas dos herbicidas e do período sem chuva após a aplicação (LAMOREAUX et al., 1993).

No mercado, há mais de 40 herbicidas registrados para a cultura da cana-de-açúcar. Estes estão divididos por mecanismo de ação: inibidores da acetolactato sintetase (ALS), inibidores do fotossistema II (FSII), inibidores da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) e inibidores de pigmentos. Todos estes vêm sendo utilizados de forma indiscriminada para os diferentes sistemas de cultivo e colheita (CHISTOFFOLETI et al., 2005; PROCÓPIO et al., 2003).

O setor canavieiro dá preferência ao uso de herbicidas sistêmicos que apresentem alta persistência no solo (meia vida maior que 100 dias), amplo espectro de ação no controle de espécies daninhas e eficácia. Em vista disso, os herbicidas Front[®] e Combine 500 SC[®] são bem aceitos e utilizados em larga escala nos sistemas produtivos.

2.4.1 Herbicidas Estudados

Front[®]

Front[®] é um herbicida formado por três ingredientes ativos, conhecido por mistura. Composto pelas moléculas de diuron, hexazinone e sulfometuron-metílico, pertencentes ao grupo dos derivados da uréia, triazinonas e sulfoniluréias, respectivamente. Aplicado na fase de pré-emergência e com translocação sistêmica é registrado para a cultura da cana-de-açúcar no controle de algumas plantas daninhas, monocotiledôneas e dicotiledôneas, tendo registro para *E. hyssopifolia* (OLIVEIRA JR et al., 2001).

O diuron é um herbicida do grupo das uréias substituída, cujo mecanismo de ação é na inibição do Fotossistema II, causando interrupção da fotossíntese. Esta molécula atua interrompendo o fluxo de elétrons entre os fotossistemas, ligando-se à proteína D1 presente no centro de reação do fotossistema II, no sítio onde se acopla a plastoquinona "Qb". A absorção ocorre predominantemente pelas raízes. Seu comportamento está relacionado com as características dos solos, onde a sorção é diretamente ligada aos teores de matéria orgânica (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005; ROCHA et al., 2013).

O hexazinone, um herbicida do grupo das triazinas que apresenta o mesmo mecanismo de ação da molécula anterior, o diuron. É utilizado no controle seletivo de algumas espécies anuais e bianuais de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Sua solubilidade em água é de 33000 ppm a 25 °C. Há necessidade de chuvas ou irrigações posteriores para sua ativação. É intensamente absorvido pelo sistema radicular, sendo translocado para a parte aérea. Sua ação é sistêmica, apresentando pouca mobilidade quando a absorção se dá por via foliar (DuPont, 2014).

O sulfometuron-metílico é um herbicida do grupo dos inibidores de ALS – acetolactato sintase, com mecanismo de ação a inibição da síntese dos aminoácidos alifáticos de cadeia lateral: valina, leucina e isoleucina. Trata-se de um herbicida sistêmico, também utilizado como maturador para a cultura da cana-de-açúcar. A sua sorção está correlacionada negativamente com o pH do solo e positivamente com o conteúdo de matéria orgânica deste (OLIVEIRA et al., 2005; HARTWING et al., 2008).

Em resumo, as moléculas deste herbicida individualmente apresentam importantes características comerciais que são elas: Diuron é uma molécula herbicida não ionizável, com coeficiente de dissociação pKa não aplicável, considerado um herbicida pouco móvel e de baixa solubilidade em água, 42 ppm a 25 °C. Hexazinone é um herbicida móvel e altamente solúvel em água, com o coeficiente de dissociação pKa de 2,2, considerado uma base fraca. Sulfometuron-metílico é considerado moderadamente móvel e solúvel em água tem pKa de 5,2 e um ácido fraco. Devido a estas características individuais, tal mistura é eficaz no controle de plantas daninhas, principalmente no período sem chuva sendo considerado herbicida de seca, aplicado em áreas com deficiência hídrica (ALVES, 2010; UNIVERSITY OF HERTFORDSHIRE, 2014).

Combine 500 SC[®]

Comercialmente conhecido por Combine, o herbicida apresenta como ingrediente ativo tebuthiuron. Descrito quimicamente como (1-(5-tert-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)- 1,3-dimethylureia), pertencente ao grupo dos derivados da uréia, sendo registrado no Brasil (MAPA) para cultura da cana-de-açúcar no controle seletivo de plantas daninhas com espectro de ação nas monocotiledôneas ou dicotiledôneas. Dentre as espécies registradas, *E. heterophylla* é uma delas. Aplicado em pré e pós-emergência, atua no centro de reação do fotossistema II ligando-se a um sítio específico da quinona Qb, na proteína D1, o que bloqueia o transporte de elétrons da quinona Qa para a Qb. Apresenta alto poder residual com meia-vida de 360 dias, elevada solubilidade em água: de 2.500 mg L⁻¹ a 25 °C, Koc de 80 mL

g^{-1} , pressão de vapor de 2×10^{-6} a 20°C e a constante de dissociação (pK_a) de 1,2 o que favorece sua movimentação no solo (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

Este é recomendado para aplicação na cultura da cana-de-açúcar em épocas secas e na presença de palha devido à capacidade de ser lixiviado e atingir o solo (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2005; NEGRISOLI et al., 2007).

REFERÊNCIAS

- ALAGOAS. Lei nº 7.454, de 14 de março de 2013. Define procedimentos, proibições, estabelece regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas quando do emprego do fogo em práticas agrícolas, pastoris e florestais, e dá outras providências correlatas. **Diário Oficial Alagoas**, Maceió, AL, ano c, n. 50, 19 mar 2013. Seção I, p. 2-4.
- ABO, K. A. Characterization of ingenol; an inflammatory diterpene from some Nigerian *Euphorbia* and *Eleaphorbia* species. **Afri. J. Med. Sci.**, v. 23, p. 161-163. 1994.
- ADEDAPO, A. A.; ABATAN, O.; OLURUNSOHO, O.O. Toxic effects of some plants in the genus *Euphorbia* on hematological and biochemical parameters of rats. **Vertinary Arniv.**, v. 74, p. 53-62. 2004.
- ARESTRUP, J.R; KARAM, D; FERNANDES, G.W. Chromosome number and cytogenetics of *Euphorbia heterophylla* L. **Genet. Mol. Res.** v. 7, n. 1, p. 217-222. 2008.
- ALISI, C.S; ABANOBI, S. E. Antimicrobial Properties of *Euphorbia hyssopifolia* and *Euphorbia hirta* against Pathogens Complicit in Wound, Typhoid and Urinary Tract Infections **International Journal of Tropical Disease & Health**, v. 2, n. 2, p. 72-86. 2012.
- ALMEIDA, F. F.A. Competição entre cana-de-açúcar e plantas daninhas na fase inicial de crescimento vegetativo. **Dissertação**. (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. 63p. 2012.
- ALVES, S.N.R. Efeito residual de herbicida aplicados em pré-emergência em diferentes condições de restrição hídrica nos solo na cultura da cana-de-açúcar. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 126p. 2010.
- ARÉVALO, R. A.; BERTONCINI, E. I. Manejo químico de plantas daninhas nos resíduos de colheita de cana crua. **STAB**, v. 17, n. 4, p. 36-38, 1999.
- AZANIA, C. A. M. et al. Desenvolvimento da tiririca (*Cyperus rotundus*) influenciado pela presença ou ausência da palha de cana-de-açúcar e herbicida. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 29-35, 2006.
- BALBINOT JR., A.A.; FLECK, N.G.; BARBOSA NETO, J.F.; RIZZARDI, M.A. Características de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.21, n.2, p.165-174, 2003.
- BARROSO, G.M.; PEIXOTO, A. L.; COSTA. C. G.; ICHASO, C.L.F.; GUIMARÃES, E.F.; LIMA, H.C. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. 2 ed. v.1. UFV, 2002. 309p.
- BARROSO, G.M.. **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Universidade Federal de Viçosa, vol. 2, 1984, 377p.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2. ed. FUNEP, 2003. 41p.

- BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **Plant Cell**, v. 9, n. 7, p. 1055-1066, 1997.
- 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**, v. 20, n. 1, p. 5-9, 1995.
- BINGTAO L. I., Q; HUAXING, M. JIN-SHUANG, Z; HUA, G; MICHAEL, G. HANS-JOACHIM, E; STEFAN DRESSLER, P; HOFFMANN, L.J; GILLESPIE, M; VORONTSO MCPHERSON, G.D.. **Flora of China**. <http://www.efloras.org>. 2008.
- BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES P. S. G. Avaliação tecnológica da mecanização da cana-de-açúcar. In: Cortez, L. A. B. (Org.). **Bioetanol de Bioenergia Cana-de-Açúcar**, P&D para Produtividade e Sustentabilidade. São Paulo. 2010. 451-464 p.
- BHOWMIK, C.P. Weed biology: importance to weed management. **Weed Science**. v. 45, p. 349–356. 1997.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de banco de semente de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v. 10, n. 1, p. 5-13, 1992.
- CANOSSA, R.S. Requisitos para germinação e emergência de apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla) e alternativas de controle químico. Maringá, 2007, 57p. **Dissertação** (Mestrado em Proteção de Plantas). Universidade Estadual de Maringá.
- CARDOSO, V.J.M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecol. Bras.**, v.13, n. 4, p. 619-630. 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2000.
- CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; GUZZO, C. D. Interference of *Euphorbia heterophylla* in the growth and macronutrient accumulation of soybean. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 33-39, 2010.
- CAVENAGHI, A.L.; ROSSI, C.V.S.; NEGRISOLI E.; COSTA, E.A.D.; VELINI, E.D.; TOLEDO, R.E.B. Dinâmica do herbicida amicarbazone (dinamic) aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 831-837, 2007.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LOPEZ OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CRAVALHO, S. J.P.. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: Novas moléculas herbicidas. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2., 2005, Piracicaba. **Palestras...** Piracicaba, SP: ESALQ/POTAFOS, 2005.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. DE CARVALHO, S.J.P. LÓPEZ-OVEJERO, R.F. HIDALGO, E.DA SILVA, J.E. Conservation of natural resources in Brazilian agriculture: implications on weed biology and management. **Crop Protec.**, v. 26, n. 3, p.383-389, 2007.
- CHRISTOFFOLETI, P.J; LÓPEZ-OVEJERO, R.F. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo da cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2009, 72p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira : cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2013** - Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira : cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2015** - Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : 2015.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 4.ed. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2001. 467p.

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

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University Press. 1981. 1262p.

DUPONT. Disponível em: <http://www.dupont.com.br/produtos-e-servicos/protecao-cultivos/plantacao-de-cana-de-acucar/produtos/herbicida-manejo-de-plantas-daninhas.html>. Acessado em dez de 2014.

FERREIRA, E.A.; PROCÓPIO, S.O.; GALON, L.; FRANCA, A.C.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A.; ASPIAZU, I.; SILVA, A.F., TIRONI, S.P.; ROCHA, P.R.R. Manejo de plantas daninhas em cana crua. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; SILVA, D.J.H. da. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.94-99, 2005.

FREITAS, S.P., OLIVEIRA, A.R., FREITAS, S.J., SOARES, L.M.S. Controle químico de *Rottboelia exaltata* em cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, p. 461-466, 2004.

GOVAERTS, R., FRODIN, D.G.; RADCLIFFESMITH, A. World Checklist and Bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae). **Royal Botanical Gardens**, Kew: 2: p.420, 2000.

GUIMARÃES, E. R.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R.; FERRO, M. I. T.; RAVANELI, G. C.; SILVA, J. A. Free proline accumulation in sugarcane under water restriction and spittlebug infestation. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 6, p. 628-633, 2008.

HARTWING, I.; BERTAN, I.; GALON, L.; NOLDIN, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, E.A. Tolerância de trigo (*Triticum aestivum*) e aveia (*Avena* sp.) a herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 2, p. 361-368, 2008.

HILHORST HW, KARSSSEN CM. Dual Effect of Light on the Gibberellin- and Nitrate-Stimulated Seed Germination of *Sisymbrium officinale* and *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiol.** v. 86, n. 2, p. 591–597. 1988.

HORE, S.K., AHUJA, V., MEHTA, G., KUMAR, P., PANDEY, S.K., AHMAD, A.H. Effect of aqueous *Euphorbia hirta* leaf extract on gastrointestinal motility. **Fitoterapia**, v. 77, n.1, p35- 38. 2006.

HUANG, L; CHEN, S; YANG, M. *Euphorbia hirta* (Feiyangcao): A review on its ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology. **Journal of Medicinal Plants Research** v. 6, n. 39, p. 5176-5185. 2012

IGWENYI, I.O., NWACHUKWU, N., MBA, O.O., OFFOR, C.E., AJA, P.N., UGWU, O.O. Hepatotoxicity effects of aqueous extract of *euphorbia hyssopifolia* on selected tissues of albino rats. **Techn. Bioeng.**, v. 2, p. 7-10. 2011.

INGROUILLE, M. **Diversity and evolution of land plants**. London, Chapman & Hall, 1992. 340p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1992. 789 p.

KENDRICK, R.E.; FRANKLAND, B. **Phytochrome and Plant Growth**, 2ed. London, Edward Arnold, 1983. 73p.

KUVA, M.A.; PITELLI, R.A.; ALVES, P.L.C.A.; SALGADO, T.P.; PAVANI, M.C.M.D. Banco de sementes de plantas daninhas e sua correlação com a flora estabelecida no agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v.26, p.735- 744, 2008.

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

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

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.

KENDRICK, R.E. & FRANKLAND, B. **Phytochrome and Plant Growth**, 2ed. London, Edward Arnold, 1983. 73p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. p. 531.

LOCKE, M.A.; BRYSON, C.T. Herbicide-soil interaction in reduced tillage and plant residue management systems. **Weed Science**, v.45, n.2, p.307-320, 1997.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise quantitativa do crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**. Piracicaba. 1985. V. XLII. p.401-428.

LUCENA, M. F. A.; AMORIM, B. S.; ALVES, M. Sinopse das espécies de Euphorbiaceae s. L. do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró: v. 22, n. 4, p. 214-224. 2009.

- MACEDO, I. de C. (Org.) **A energia da cana-de-açúcar**: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertecchia - UNICA, 2005. 237 p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARQUES, R. P.; MARTINS D.; COSTA, S. Í. DE A.; VITORINO, H. DOS S. Densidades de palha e condições de luminosidade na germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla*. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 867-872. 2012.
- MARTINS, D., VELINI, E.D., MARTINS, C.C., SOUZA, L. S. Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 17, p. 151-161, 1999.
- MONQUERO, P.A., AMARAL, L.R. , SILVA, A.C., SILVA, P.V.; BINHA, D.P. Eficácia de herbicidas em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar no controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 613-619, 2007.
- MONQUERO, P.A.; SILVA, P.V.; BINHA, D.P.; AMARAL, L.R.; INACIO, E.M.; SILVA, A.C. 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, 2009a
- MONQUERO, P.A.; BINHA, D.P.; INÁCIO, E.M.; SILVA, P.V.; AMARAL, L.R.; SILVA, A.C.. Eficácia de herbicidas aplicados em diferentes épocas sobre *B. pilosa* e *I. quamoclit* em área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, v.27, n.3, p.563-570, 2009b.
- MONQUERO, P.A.; SILVA, P.V.; HIRATA, A.C.S.; MARTINS, F.R.A. Monitoramento do banco de sementes de plantas daninhas em áreas com cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 107-119, 2011.
- NEGRISOLI, E.; ROSSI, C. V. S.; VELINI, E. D.; CAVENAGHI, A. L.; COSTA, E. A. D.; TOLEDO, R. E. B. Controle de planta daninha pelo amicarbazone aplicado na presença de palha da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 603-611, 2007
- OGBULIE, J.N., OGUEKE, C.C., OKOLI, I. C. ANYANWU, B.N. Antibacterial activities and toxicological potentials of crude ethanolic extractsof *Euphorbia hirta*. *Afri. J. Biotech.* 6(13). 2007.
- OLIVEIRA, M. W. FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. In: **Informe :Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 239, p. 30-43, 2007.
- OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**: Mecanismo de ação de herbicidas. Guaíba-RS: Agropecuária, 2001. 362p.
- 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, 1996. **Weed Sci.**, v. 45, n. 3, p. 328, 1997.

PATIL SB, NAIKWADE NS, MAGDUM CS, Review on phytochemistry and pharmacological aspects of *Euphorbia hirta* Linn., **JPRHC**, v. 1, n. 1, p. 113-133, 2009.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33p (Boletim técnico, n. 114).

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

PONS, T.L. Induction of dark dormancy in seeds: its importance for the seed bank in the soil. **Functional Ecology**, Oxford, v.5, n.5, p.669-675, 1991.

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

RAVINDRA, G.M.; SRIDHARA, S.; GIRIJESH, G.K.; NANJAPPA, H.V. Weed biology and growth analysis of *Celosia argentea* L., a weed associated with groundnut and finger millet crops in southern India. **Communications in Biometry and Crop Science** 3 (2), 80–87. 2008.

ROBERTS, H. A. **Seed banks in the soil**. Cambridge Academic Press, 1981.55 p.

ROBERTS, E. H. A search for pattern and form. **Seed Sci. Res.**, v. 9, n. 1, p. 181-208, 1999.

ROCHA, P.R.R. , FARIA, A.T. , BORGES, L.G.F.C., SILVA, L.O.C., SILVA, A.A., FERREIRA, E.A. Sorção e dessorção do diuron em quatro latossolos brasileiros. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 1, p. 231-238, 2013.

RODRIGUES, B.N. & F.S. ALMEIDA. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: IAPAR, 2005. 591p.

ROSSI, C. V. S. et al. Efeito da presença de palha de cana crua a germinação de plantas daninhas em época seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD; UNB; Embrapa Cerrados, 2006a. p. 326.

ROSSI, C. V. S. et al. Efeito da presença de palha de cana crua sobre a germinação de plantas daninhas em época úmida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília: SBCPD; UNB; Embrapa Cerrados, 2006b. p. 346.

SALEHIAN, H. AND ESHAGHI, O. Growth Analysis Some Weed Species. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, 4, 730-734. 2012.

SALVADOR, F.L., VICTORIA FILHO, R., ALVES, A.S.R., SIMONI, F.; SAN MARTIN, H.A.M. Efeito da luz e da quebra de dormência na germinação de sementes de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 2, p. 303-308, 2007.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Disponível em <<http://www.al.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 de Jan de 2015.

SHAHID, M.; AHMAD, B.; KHATTAK, R. A.; HASSAN, G.; KHAN, H. Response of wheat and its weeds to different alleopathic plant water extracts. **Pakistan Journal of. Weed Science Research**, v. 12, n. 1-2, p. 61-68, 2006.

SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.22-28, 2009.

SILVA, P.V; MONQUERO, P. A. Influência da palha no controle químico de plantas daninhas no sistema de cana crua. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.94-103, jan./abr. 2013.

SIMONI, F.; VICTORIA FILHO, R.; SAN MARTIN, H.A.M.; SALVADOR, F.L.; AALVES, A.S.R.; BREMER NETO, H. Eficácia de imazapic e sulfentrazone sobre *Cyperus rotundus* em diferentes condições de chuva e palha de cana-de- açúcar. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.769-778, 2006.

SMITH, L.; DOWNS, R.; KLEIN, R. **Euphorbiaceae**. Flora Ilustrada Catarinense. 1988. 408p.

SUDHAKAR, M., RAO, CH. V., RAO, P.M., RAJU, D.B., VENKATESWARLU, Y. Antimicrobial activity of *Caesalpinia pulcherrima*, *Euphorbia hirta* and *Asystasia gangeticum*. **Fitoterapia**, v. 77, n. 5, p. 378-380. 2006.

TAKAHOSHI, N. Physiology of dormancy. In: MATSUO, T. et al. **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1995. v. 2. p. 45-65.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seed based on forms of phytochrome insted of photoblastism. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 1, p. 103-107, 2001.

TANVEER A, KHALIQ A, JAVAID MM, CHAUDHRY MN, AWAN I. Implications of weeds of genus *Euphorbia* for crop production: a review. **Planta Daninha**. v. 31, n. 3, p. 723-731. 2013.

TORQUATO, S. A.; FRONZAGLIA, T.; MARTINS, R. Colheita mecanizada e adequação da tecnologia nas regiões produtoras de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Anais...** Brasília, DF: ABIPTI, 2008. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/855892>.

UNIVERSITY OF HERDFORTSHIRE. **Pesticide Properties Database**. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/index2.htm>>. Acesso em: 4 dez. 2014.

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

VIDAL, R.A.; KALSING, A.; GOULART, I.C.G.R.; LAMEGO, F.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Impacto da temperatura, irradiância e profundidade das sementes na emergência e germinação de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* resistentes ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 309-315, 2007.

WILSON, R. G. Biology of weed seeds in the soil. In: ALTIERE, M.A.; LIEBMAN, M. (Eds). **Weed management in agroecosystems: Ecological approaches**. Boca Raton: CRP Press, 1988. p. 25-39.

YENISH, J. P.; DOLL, J. D.; BUHLER, D. D. Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. **Weed Sci.**, v. 40, n. 3, p. 429-433, 1992.

3 GERMINAÇÃO DE TRÊS *EUPHORBIACEAE*S INFLUENCIADAS PELA LUZ E NÍVEIS DE PALHADA

Resumo - A colheita mecanizada da cana-de-açúcar vem ganhando espaço no setor sucroenergético. A mudança para esse sistema é acompanhada de várias alterações no manejo da cultura devido a permanência da palhada sobre o solo. A barreira física imposta pela palhada pode alterar a qualidade e quantidade de radiação que chega ao solo fazendo com que plantas daninhas que não eram relatadas como problemas passem a ter grande importância. O objetivo deste trabalho foi avaliar a alteração da qualidade da luz sobre a germinação de sementes e a relação entre diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar sobre emergência de três espécies de plantas daninhas. Sementes de *Euphorbia heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* foram colocadas para germinar em germinadores tipo BOD sob a temperatura 20-30 °C, nas diferentes condições luminosas: luz branca, vermelha, vermelha extrema e ausência de luz. Os ensaios foram conduzidos sob delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e cada unidade experimental foi composta por 25 sementes. Foram avaliadas a porcentagem e índice velocidade de germinação (IVG) e massa seca. Também foram avaliadas a porcentagem de emergência, altura e massa seca de plantas sob diferentes níveis de palhada. A *E. heterophylla* foi a que apresentou maior valor em todas as variáveis, necessitando de duas vezes mais quantidade de palhada do que *E. hyssopifolia* e quatro vezes mais que a espécie *E. hirta*, exceto para a variável altura plântula relativa. A espécie *E. heterophylla* apresentou maior germinação sob a luz vermelha seguida das luzes branca e escuro que não diferiu. A luz vermelha proporcionou o melhor IVG para esta espécie. A *E. hirta* apresentou o mesmo padrão de *E. hyssopifolia* para porcentagem de germinação e IVG, onde os maiores valores das variáveis ocorreram com a luz branca seguido das luzes vermelha e vermelha extrema, que não diferiu entre si, e a ausência de luz com o menor valor. A presença da palhada não controla a *E. heterophylla*, havendo germinação na presença de 25 t ha⁻¹. Por outro lado a *E. hyssopifolia* e *E. hirta* tem sua germinação suprimida na presença de palhada.

Palavras-chave: Cobertura morta. *Euphorbia heterophylla*. *Euphorbia hyssopifolia*. *Euphorbia hirta*. Germinação.

Abstract - The mechanized harvesting of sugarcane has gained importance in the sugarcane industry. The transition to this system is accompanied by several changes in crop management due to the permanence of straw on the soil. The physical barrier imposed by the straw can change the quality and quantity of radiation reaching the ground causing weeds that were not reported as problems to begin to have great importance. The aim of this study was to evaluate the change of light quality on the germination of seeds and the relation between different levels of sugarcane straw on the emergence of three weed species. Seeds of *Euphorbia heterophylla*, *E. hirta* and *E. hyssopifolia* were germinated in germination plant type BOD under the temperature of 20-30 °C, in different light conditions: white, red, far-red, and absence of light. The tests were conducted under fully randomized design with 4 replications of 25 seeds. Percentage and germination speed index (GSI) and dry matter were evaluated. Emergence percentage, height and dry weight of plants under different levels of straw were also evaluated. The species *E. heterophylla* showed the highest value in all variables, requiring twice the amount of straw than *E. hyssopifolia* and four times more than the species *E. hirta*, except for the seedling relative height variable. The species *E. heterophylla* showed higher germination under red light followed by white light and dark that did not differ statistically. The red light showed the best GSI for this species. *E. hirta* showed the same pattern of *E. hyssopifolia* for germination percentage and GSI, in which the highest values of the variables occurred with white light followed by far-red and red lights, which did not differ among themselves, and the absence of light had the lowest value. The presence of straw does not control *E. heterophylla*, with germination in the presence of 25 t ha⁻¹. On the other hand, *E. hyssopifolia* and *E. hirta* have their germination suppressed in the presence of straw.

Keywords : Mulch. *Euphorbia heterophylla*. *Euphorbia hyssopifolia*. *Euphorbia hirta*.

3.1 Introdução

A colheita manual da cana-de-açúcar, associada à queima, vem sendo substituída pela colheita mecanizada, sem necessidade de queima (sistema cana crua). Este novo sistema vem se estabelecendo no setor devido à legislação ambiental e trabalhista e à redução nos custos, cerca de 30 a 40% menor que o convencional (VELLINI; NEGRISOLI, 2000; TOFOLI et al., 2009). Nos estados do Nordeste, em especial Alagoas, que detem a maior produção da região, a modernização vem ocorrendo aos poucos devido ao relevo local, o que possibilita que

somente 61% da área canavieira alagoana tenha potencial para a colheita mecanizada (TORQUATO et al., 2008).

A ausência da queima na colheita da cana-de-açúcar resulta na presença de 5 a 20 t ha⁻¹ de palhada sobre o solo, sendo a quantidade produzida dependente de características intrínsecas ao ambiente de produção e à variedade, tais como: facilidade de despalha do colmo, hábito de crescimento da touceira, uniformidade em altura e tamanho do ponteiro, produtividade e desenvolvimento da cana (MANECHINI, 1997; CAVENAGHI et al., 2007).

A palhada produzida atua como cobertura morta agindo como uma barreira física que filtra a radiação solar, alterando a quantidade e a qualidade da luz que chega ao banco de sementes (NEGRISOLI et al., 2007). Esta barreira altera radiação solar que chega até as sementes das plantas daninhas alterando o fluxo germinativo do banco de sementes e a fitossociologia da área. A germinação é promovida, principalmente, pela luz vermelha, enquanto que a luz vermelho extremo tem efeito inibitório à germinação da maioria das espécies, sendo esta luz que chega ao solo coberto por palhada (MARQUES et al., 2012).

As sementes de algumas plantas daninhas conseguem germinar e suas plântulas emergem e se estabelecem na presença da palhada, a exemplo de *Ipomoea triloba* e *Euphorbia heterophylla*, (VELINI; NEGRISOLI, 2000; GRAVENA et al., 2004), proporcionando deste modo uma seleção natural, capaz de torná-las problemas nos canaviais, ao longo do tempo. *E. heterophylla* já é tida como problema no sistema de cana crua, para a região Sudeste (MARTINS et al., 1999). No estado de Alagoas, ainda não se tem registro de trabalhos de levantamento florístico neste novo sistema, porém se tem relatos de incidência desta espécie e de mais outras duas do mesmo gênero, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, em áreas cultivadas (PROCÓPIO et al., 2003).

Com base no exposto, o trabalho teve objetivo avaliar o efeito da qualidade da luz sobre a germinação das sementes e a deposição de palhada sobre a emergência e estabelecimento de plântulas de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia*.

3.2 Material e Métodos

O trabalho foi realizado com dois diferentes experimentos instalados e conduzidos paralelamente no laboratório de análise sementes e na casa de vegetação, ambos pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias “CECA” da Universidade Federal de Alagoas “UFAL”, localizado no município de Rio Largo (09° 28’ S, 35° 49’ W e 127 m de altitude), Estado de Alagoas.

As sementes das *Euphorbias* foram colhidas de campos experimentais pertencentes ao CECA. Após a colheita, estas foram identificadas, seca ao ar livre, limpas, embaladas em sacos de papel e mantidas à temperatura ambiente até o início dos trabalhos.

3.2.1 Massa de mil sementes

Para caracterizar o peso de 1000 sementes de *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, 10 amostras de cada espécie, contendo 100 sementes cada, foram pesadas em balança analítica e os resultados obtidos através da formula PMS (Brasil, 2009).

$$PMS = \frac{\text{Peso da amostra} \times 1000}{N^{\circ} \text{ total de sementes}}$$

A partir dos dados obtidos foram determinadas as medidas de tendência central e dispersão (estatística descritiva), tais como média, menor e maior valor (amplitude), moda, desvio padrão e coeficiente de assimetria.

3.2.2 Ensaio de qualidade de luz

As sementes de *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* recém-colhidas passaram pelo processo de assepsia com hipoclorito de sódio 1% por 3 minutos logo após lavadas duas vezes com água destilada, este processo foi realizado sob luz de segurança, a luz verde. Em seguida, as sementes foram postas para germinar sob diferentes condições luminosas (luz branca, luz vermelha, luz vermelho extremo e escuro). O ensaio foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, com quatro repetições de 50 sementes, cada. As sementes foram colocadas em *gerbox*, medindo 11 x 11 x 3,5 cm. Para obtenção da luz branca, as caixas transparentes não receberam qualquer tipo de revestimento, para a luz vermelha, estas foram revestidas com quatro camadas de papel celofane vermelho e para a luz vermelho-extremo, duas camadas de papel celofane vermelho e duas de azul sobrepostas (YAMASHITA et al., 2011). Para o escuro, foram utilizadas caixas preto-opacas. O substrato foi constituído de folhas de papel germitest umedecidas com água destilada, em volume correspondente a aproximadamente 2,5 vezes o seu peso (BRASIL, 2009). As caixas contendo as sementes foram acondicionadas em germinadores tipo B.O.D., à temperatura alternada de 20-30°C, sob luz constante indicada para as espécies (BRASIL, 2009). O substrato foi umedecido diariamente para compensar a absorção de água pelas sementes, plântulas e as perdas por evaporação. A avaliação e registro da germinação foram realizados em ambiente escuro sob luz verde, exceto para o tratamento de luz branca. Esse procedimento foi realizado diariamente, sendo consideradas germinadas as sementes que originaram plântulas normais (critério tecnológico de germinação). Os dados foram utilizados para

calcular a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG) (BRASIL, 2009). Ao final do período de observação (16 dias), foi quantificada a massa seca das plântulas germinadas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados de germinação foram transformados em $\text{arc sen}\sqrt{x}/100$.

3.2.3 Ensaio com diferentes quantidades de palhada

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, onde cada unidade experimental foi composta por uma bandeja plástica com 0,103 m² de área, contendo 6 kg de solo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6 (espécies x quantidades de palhada), com três repetições. As três espécies daninhas utilizadas foram *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, sob seis níveis de palhada: 0, 5, 10, 15, 20 e 25 t ha⁻¹. A palhada utilizada foi coletada em área de cultivo comercial de cana-de-açúcar da variedade RB92579, logo após o corte, com posterior secagem ao ar.

Foram semeadas quantidades de sementes necessárias para a germinação de, no mínimo, 25 plântulas, baseando-se em testes preliminares da capacidade germinativa das espécies. Estas foram distribuídas sobre o substrato, nas bandejas, e, posteriormente cobertas por uma camada uniforme de palhada na quantidade referente ao tratamento pré-estabelecido.

O solo foi irrigado diariamente, mantendo-o com disponibilidade de água para a germinação e desenvolvimento das plantas. A coleta das plantas nas parcelas ocorreu aos 42 DAS (Dias Após a Semeadura), onde foram avaliadas as seguintes variáveis: emergência de plântula, altura de plântula, cobertura de solo e massa seca total. Para cobertura de solo foram tiradas fotografias das parcelas (bandejas), que posteriormente foram tratadas e analisadas no software QUANT (VALE et al., 2003). Nas imagens tratadas os tons de verde pertencentes à parte aérea das plantas foram convertidos apenas a uma cor verde e as impurezas, palhada e borda da bandeja, convertidas à cor vermelha. Após este tratamento realizou-se a determinação da porcentagem da área verde em relação à área total. Para todas as variáveis, os valores obtidos para a testemunha (0 t ha⁻¹) foram considerados como 100% e os dos demais tratamentos, uma proporção deste.

Os dados foram submetidos à análise de variância e todos os dados foram ajustados para o modelo de regressão não-linear do tipo logístico de 3 parâmetros, adaptado de Streibig (1988);

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

em que: y é a variável resposta de interesse, x é a quantidade de palhada em $t\ ha^{-1}$ e “a”, “b”, e “c” são parâmetros estimados da equação, onde: “a” é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo da variável; “b” corresponde a quantidade de palhada necessária para a ocorrência de 50% de resposta da variável e “c” é a declividade da curva ao redor de “b” (CARVALHO et al., 2008).

3.3 Resultados e Discussão

As sementes de *E. heterophylla* apresentaram massa média de mil sementes de 5,78 g, tendo como valor máximo 6,06 g e valor mínimo 5,51 g não apresentando repetição de nenhum dos valores (moda), sendo a espécie com maior semente dentre as estudadas. As sementes de *E. hyssopifolia* com massa de mil sementes de 0,41 g, valor máximo 0,44 g, valor mínimo de 0,38 g e moda 0,41 g. A *E. hirta* foi a que apresentou menor semente, tendo massa de mil sementes 0,07 g, valor máximo 0,08 g, mínimo de 0,06 g e moda de 0,08 g (Tabela 3.1). Estas espécies apresentaram três tamanhos distintos de sementes, podendo ser divididas em grandes a *E. heterophylla*, em médias *E. hyssopifolia* que tem massa 14 vezes menor que a *E. heterophylla* e em pequenas a *E. hirta* cinco vezes menor que a *E. hyssopifolia*.

A massa de uma semente está diretamente relacionada com a quantidade de nutrientes que este órgão consegue armazenar em seu endosperma. Estes nutrientes são absorvidos e armazenados durante todo o desenvolvimento das sementes até o momento que esta é desligada da planta mãe, a quantidade de nutriente armazenado no endosperma influencia na formação do embrião com alta qualidade fisiológica e alto vigor (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Tabela 3.1 – Estatística descritiva para a massa de mil sementes (g) de *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia*

Medidas de Tendência	<i>E. heterophylla</i>	<i>E. hyssopifolia</i>	<i>E. hirta</i>
Média	5,787	0,412	0,071
Menor valor (min)	5,510	0,389	0,061
Maior valor (max)	6,060	0,442	0,085
Moda	-	0,419	0,069
Desvio médio	0,124	0,014	0,005
Coeficiente de assimetria	-0,214	0,239	0,910
CV (%)	2,7049	3,8544	9,0185

Fonte: Autora, 2015.

Os fatores espécie e condição de luminosidade bem como a interação entre os mesmos apresentaram efeito significativo ($p < 0,001$) sobre a porcentagem de germinação, o IVG e a massa seca de plântulas (Tabela 3.2). A espécie *E. heterophylla* apresentou maior porcentagem de germinação sob luz vermelha, a qual diferiu apenas da luz vermelho extremo. As sementes de *E. hyssopifolia* obtiveram maiores porcentagem de germinação na presença de luz, independente do comprimento desta, não diferindo entre si. Por outro lado, as sementes de *E. hirta* apresentaram maior porcentagem de germinação sob luz branca, a qual diferiu dos demais tratamentos, sendo que sob ausência de luz houve a menor porcentagem de germinação para esta espécie (Tabela 3.3).

Tabela 3.2 - Resumo da análise de variância para porcentagem de germinação, IVG e massa seca para três espécies de plantas daninhas, *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, submetidas a diferentes condições luminosas

Fonte de Variação	GL	QM		
		Germinação (%)	IVG	Massa Seca (mg)
Espécies (E)	2	635,333**	368,166**	78,413**
Luz (L)	3	557,235**	1047,721**	0,758**
E x L	6	163,354**	216,728**	0,721**
Resíduo	24	105,120	13,221	0,066

Fonte: Autora, 2015.

Mesmo respondendo às condições luminosas, as sementes das três espécies de *Euphorbia* apresentaram bom percentual germinativo com mínimo de 42%, sendo o seu processo germinativo controlado pelo fitocromo A através da resposta de fluência muito baixa e classificada de sementes insensíveis à luz (TAKAKI, 2001).

O mesmo comportamento foi visto nos estudos de Monqueiro et al. (2007) e Marques et al. (2012) que pesquisando a espécie *E. heterophylla* considerou-a indiferente à luz pela sua germinação e desenvolvimento em áreas com ou sem palhada, tendo sua germinação suprimida somente com a presença de 20 t ha⁻¹ de palhada.

A luz vermelha conferiu o mais alto IVG para *E. heterophylla* esta espécie. As sementes de *E. hyssopifolia* obtiveram maior IVG na presença de luz, independente do comprimento desta. O maior IVG encontrado foi nas sementes de *E. hirta*, sob luz branca. Segundo Kendrick e Kronenberg (1994) isto ocorre devido ao pequeno tamanho da semente, pois sementes com pouca reserva energética, geralmente, apresentam maior velocidade de germinação em busca de luz, de forma que a plântula possa começar seu processo

fotossintético suprimindo a falta de reserva. A ausência de luz reduziu o índice de velocidade de germinação em todas as espécies estudadas.

Tabela 3.3 – Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e massa seca de três espécies de plantas daninhas, *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, sob diferentes condições luminosas

Espécies	Condições de Luminosidade							
	Luz Branca		Luz Vermelha		Luz Vermelho Extremo		Escuro	
Germinação (%)								
<i>Euphorbia heterophylla</i>	59,33	Abc	61,33	Ac	48,67	Bc	50,67	ABab
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	80,00	ABb	84,67	Aa	88,00	Aa	54,67	Ba
<i>Euphorbia hirta</i>	92,00	Aa	72,33	Bb	72,00	Bb	42,67	Cb
CV (%)	5,79							
IVG								
<i>Euphorbia heterophylla</i>	40,92	Abc	46,38	Ab	34,38	Bb	33,73	Ba
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	52,76	Ab	58,26	Aa	56,92	Aa	30,55	Ba
<i>Euphorbia hirta</i>	61,28	Aa	46,26	Bb	40,33	Bb	20,09	Cb
CV (%)	8,36							
Massa Seca (mg)								
<i>Euphorbia heterophylla</i>	5,044	Ba	4,112	Ca	3,789	Ca	5,649	Aa
<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	0,402	Ab	0,270	Ab	0,266	Ab	0,311	Ab
<i>Euphorbia hirta</i>	0,090	Ab	0,155	Ab	0,161	Ab	0,134	Ab
CV (%)	12,60							

Letras maiúsculas iguais na linha e letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelos teste de Tukey($p < 0,05$).

Fonte: Autora, 2015.

Os dados de massa seca por plântula não apresentaram diferença entre os tratamentos de luz para *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, por outro lado *E. heterophylla* teve comportamento diferenciado, no escuro com maior quantidade de massa acumulada (5,64 mg) seguido pelo tratamento de luz branca, com 5,04 mg, por fim as luzes vermelha e vermelho extremo que não houve diferença entre si (Tabela 3.3).

Houve efeito significativo de espécies, níveis de palhada e interação entre estes fatores ($p < 0,001$) para todas as variáveis avaliadas no ensaio de palhada (Tabela 3.4). Para maior compreensão sobre o comportamento das espécies foi apresentado o desdobramento da interação das espécies com níveis de palhada, acompanhando as regressões não-lineares (Figuras 3.1-3.4). Os parâmetros do modelo utilizados para descrever a emergência relativa,

altura de plântula relativa, cobertura de solo relativa e massa seca total relativa são apresentados na Tabela 3.5.

Tabela 3.4 - Resumo da análise de variância para os resultados de emergência de plântulas relativa, altura de plântula relativa, cobertura de solo relativa e massa seca total relativa de três de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*

Fonte de Variação	GL	QM			
		Emergência Relativa (%)	Altura de Plântula Relativa (%)	Cobertura de Solo Relativa (%)	Massa Seca Total Relativa (%)
Espécies (E)	2	44,37**	37,05**	32,766**	34,607**
Palhada (P)	5	26,05**	22,60**	29,557**	28,076**
E x P	10	3,57**	6,36**	1,754**	1,739**
Resíduo	36	0,09	0,538	0,174	0,121
CV (%)		8,79	20,25	14,86	12,31

Fonte: Autora, 2015.

Tabela 3.5 – Parâmetros do modelo logístico e coeficiente de determinação (R^2) obtidos para a modelagem das variáveis emergência de plântulas relativa, altura de plântula relativa, cobertura de solo relativa e massa seca total relativa de três de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*

Variáveis	Espécies	Parâmetros			R^2	F
		a	b	c		
Emergência Relativa (%)	<i>Euphorbia heterophylla</i>	95,12 **	19,01 **	4,26 *	0,95	50,52
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	99,63 **	8,58 **	5,39 **	1,00	8400,84
	<i>Euphorbia hirta</i>	100,00 **	3,91 **	4,28 **	1,00	100131,17
Altura de Plântula Relativa (%)	<i>Euphorbia heterophylla</i>	102,89 **	15,33 *	1,47 *	0,90	22,59
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	99,94 **	1,83	0,74	0,93	32,22
	<i>Euphorbia hirta</i>	99,34 **	8,21 **	6,23 **	1,00	2647,62
Cobertura de Solo Relativa (%)	<i>Euphorbia heterophylla</i>	101,86 **	8,68 **	2,97 **	0,99	215,30
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	100,00 **	4,00 **	2,99 **	1,00	12079,53
	<i>Euphorbia hirta</i>	100,00 **	1,64 **	2,89 **	1,00	264393,25
Massa Seca Total Relativa (%)	<i>Euphorbia heterophylla</i>	100,96 **	8,51 **	2,40 **	0,98	135,18
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	100,00 **	3,25 **	2,59 **	1,00	6163,45
	<i>Euphorbia hirta</i>	100,00 **	1,79 **	3,09 **	1,00	408027,75

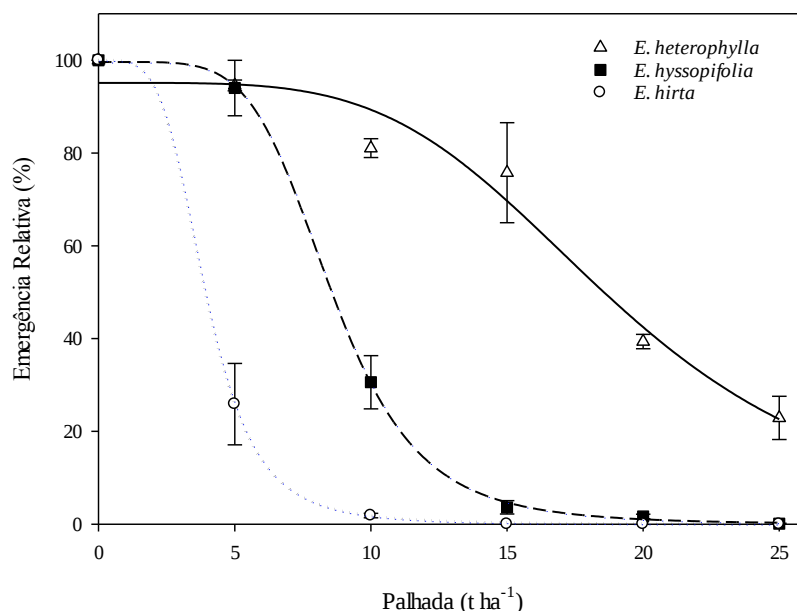
** significativo ($p < 0,001$) e * significativo ($p < 0,05$)

Fonte: Autora, 2015.

Os coeficientes de determinação das equações que explicam o comportamento de cada espécie sob efeito da palhada, apresentaram amplitude do ponto máximo ao ponto mínimo, parâmetro *a*, valores superiores a 95. Para o parâmetro *b*, que determina a quantidade de palhada necessária para reduzir 50% da variável, *E. heterophylla* foi a que apresentou maior valor em todas as variáveis, indicando que necessita de duas vezes mais palhada do que *E. hyssopifolia* e quatro vezes mais que *E. hirta*, exceto para a variável altura de plântula relativa que não seguiu o padrão das outras variáveis.

O aumento no nível de palhada sobre o solo interferiu negativamente na emergência das três espécies (Figura 3.1). *E. hyssopifolia* e *E. hirta* foram as espécies mais prejudicadas com a presença da palhada não apresentando emergência de plântulas no nível de 25 t ha⁻¹ e a partir de 15 t ha⁻¹, respectivamente. *E. heterophylla* foi a única espécie que apresentou emergência de plântulas no tratamento de 25 t ha⁻¹ de palhada.

Figura 3.1 - Emergência relativa de três de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*



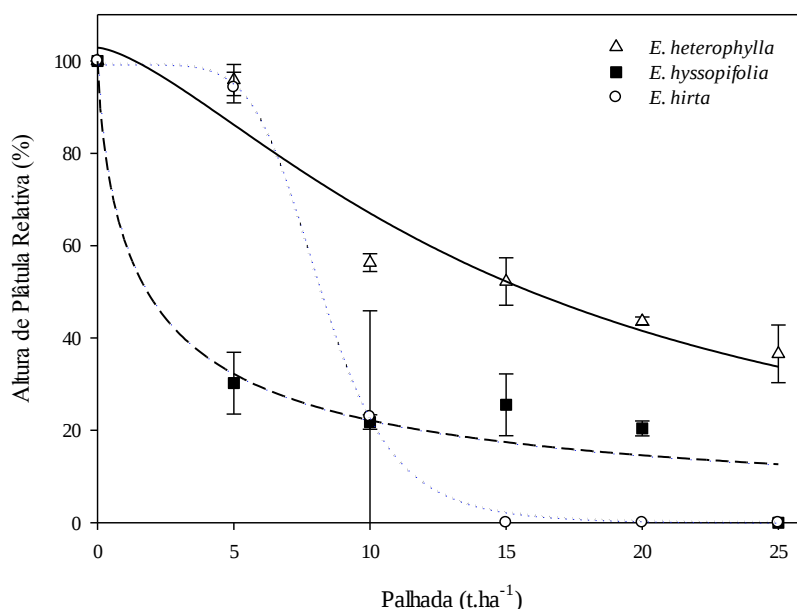
Fonte: Autora, 2015.

A cobertura morta pode regular a germinação e a taxa de sobrevivência das plântulas de algumas espécies de plantas daninhas devido ao seu efeito físico e químico. A barreira de palhada reduz a sobrevivência de plântulas de espécies daninhas com pequena quantidade de reservas nas sementes devido à dificuldade imposta pela barreira para o desenvolvimento,

impedindo que estas ultrapassem-na e morram antes de começar o seu processo fotossintético (PITELLI; DURIGAN, 2001; CORREIA; DURIGAN, 2004). O que provavelmente aconteceu com as sementes de *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, o mesmo não ocorreu com a *E. heterophylla* que tem semente 14 vezes mais pesada que a *E. hyssopifolia* e já é considerada planta daninha frequente no sistema de cana crua por alguns autores como Medeiros e Christoffoleti (2001) e Martins et al. (1999). Segundo Monqueiro et al. (2011) a presença da palhada é altamente eficaz no controle de plantas daninhas, monocotiledôneas e dicotiledôneas, provenientes de sementes pequenas.

A altura relativa das plântulas foi diretamente influenciada pelo nível de palhada nas três espécies de *Euphorbia* estudadas. Quanto maior o volume de palhada menor o comprimento das plântulas. Porém as espécies *E. heterophylla* e *E. hyssopifolia* não apresentaram diferença significativa entre a testemunha e o nível de 5 t ha⁻¹ (Figura 3.2).

Figura 3.2 - Altura de plântula relativa de três de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*

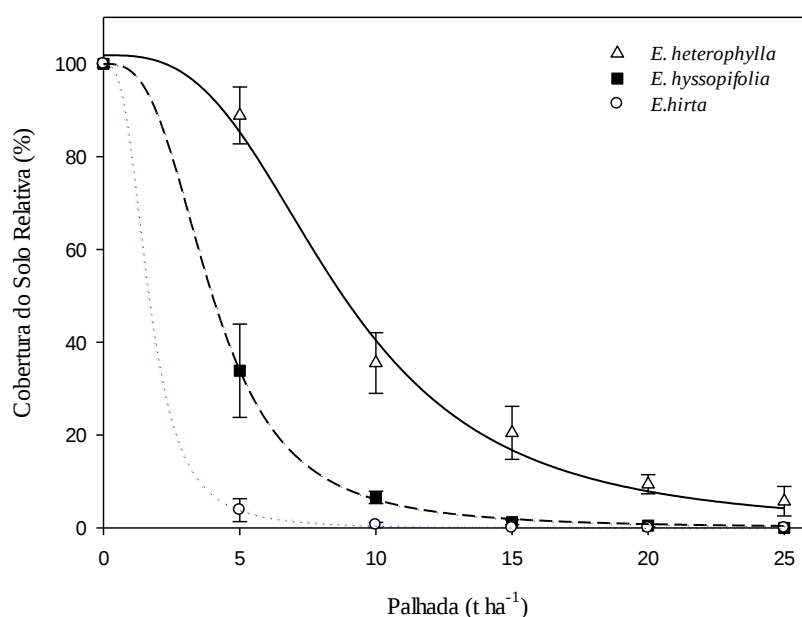


Fonte: Autora, 2015.

As três espécies apresentaram o mesmo comportamento para a variável cobertura de solo relativa (Figura 3.3), tendo valores próximos para os parâmetros “a” e “c” da equação de regressão. Houve diferença apenas para o valor de “b”, o qual foi de 8,68 para *E.*

heterophylla, 4,00 para *E. hyssopifolia* e 1,64 para *E. hirta*. O valor de *b* determina a quantidade de palhada necessária para reduzir em 50% a cobertura do solo. Os valores encontrados indicam que *E. heterophylla* necessita de duas vezes mais palhada do que *E. hyssopifolia* e cinco vezes mais do que *E. hirta* para reduzir em 50% a cobertura do solo (Tabela 3.3).

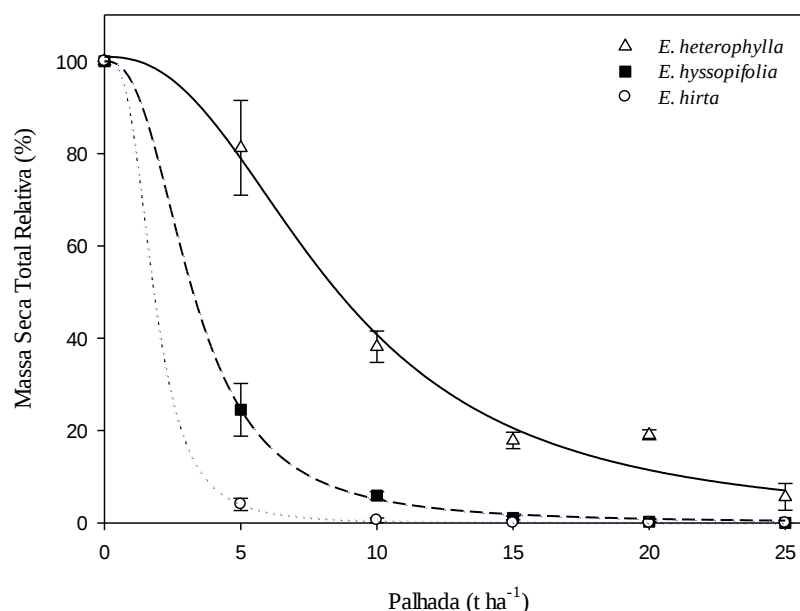
Figura 3.3 - Cobertura de solo relativa de três de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*



Fonte: Autora, 2015.

As espécies daninhas estudadas apresentaram o mesmo comportamento para a massa seca total, havendo redução com o aumento no nível de palhada (Figura 3.4). *E. heterophylla* foi a espécie que apresentou menor redução na produção de massa seca com a presença da palhada em relação às outras espécies estudadas que apresentaram maiores reduções com o aumento do nível de palhada. Isto foi confirmado pela equação logística não-linear que apresenta maior valor para “*b*” na espécie *E. heterophylla*, necessitando de duas e quatro vezes mais palhada para reduzir 50% da massa seca total que as espécies *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, respectivamente (Tabela 3.4).

Figura 3.4 - Massa seca total relativa de três plantas daninhas do gênero *Euphorbia* sob diferentes níveis de palhada de cana-de-açúcar 42 dias após a semeadura das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*



Fonte: Autora, 2015.

Em estudos realizados por Correia e Durigan (2004), Medeiros e Christoffoleti (2001), e por Martins et al. (1999) foram observadas reduções na incidência de infestação com a presença da palhada para algumas espécies de plantas daninhas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*, *Digitaria horizontalis*, *Panicum maximum* e *Sida spinosa*). Por outro lado, algumas espécies como *Bidens pilosa*, *E. heterophylla*, *Ipomoea quamoclit* e *Ipomoea grandifolia* não apresentaram redução significativa na infestação e continuaram presentes neste sistema de colheita. Porém, as plântulas que emergiram com a presença de palhada de cana-de-açúcar sobre o solo apresentaram redução no seu desenvolvimento.

3.4 Conclusões

As sementes das três *Euphorbia* estudadas são indiferentes à luz tendo sua germinação controlada pelo fitocromo A com resposta de fluência muito baixa, não são impedidas de germinar sob a palhada da cana-de-açúcar.

A presença da palhada de cana-de-açúcar inibi a emergência das plântulas de *E. hirta* e *E. hyssopifolia*, nas densidades de 10 e 5 t ha⁻¹, respectivamente. *E. heterophylla* tolera a presença de até 20 t ha⁻¹ palhada

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*, **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 317-326, 2008.

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

CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 22, no.1, p.11-17. 2004.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J. P. R. G.; SPINDOLA, W.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 419-427, 2004.

KENDRICK, R.E; KRONENBERG, G.H.M.; **Photomorphogenesis in Plants**. 2nd ed. Dordrecht: Academic Publishers. p. 828, 1994.

MANECHINI, C. Manejo agronômico da cana crua. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA COPERSUCAR., **Anais...** Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, p. 309-327, 1997.

MARQUES, R. P.; MARTINS D.; COSTA, S. Í. DE A.; VITORINO, H. DOS S. Densidades de palha e condições de luminosidade na germinação de sementes de *Euphorbia heterophylla*. **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 867-872. 2012.

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

MEDEIROS, D.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeito da palha de cana-de-açúcar em áreas de colheita mecanizada sem queima sobre a infestação de plantas daninhas e eficácia de

herbicidas. In: PRADO, R.; JORRÍN, J. V. **Uso de herbicidas en la agricultura del siglo XXI**. Córdoba: Universidad de Córdoba, p. 599-605, 2001.

MONQUERO, P.A., AMARAL, L.R., SILVA, A.C., SILVA, P.V., BINHA, D.P. Eficácia de herbicidas em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar no controle de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 613-619, 2007.

MONQUERO, P.A.; SILVA, P.V.; HIRATA, A.C.S.; MARTINS, F.R.A. Monitoramento do banco de sementes de plantas daninhas em áreas com cana-de-açúcar colhida mecanicamente. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 107-119, 2011.

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

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, p. 203-210. 2001.

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

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Res.** 28:479-484. 1988.

TOFOLI, G.R.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CAVENAGHI, A.L.; MARTINS, D. Dinâmica do tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.27, n.4, p.815-821, 2009.

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.13, p.103-107, 2001.

TORQUATO, S. A.; FRONZAGLIA, T.; MARTINS, R. Colheita mecanizada e adequação da tecnologia nas regiões produtoras de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2008, Campina Grande. **Anais...** Brasília, DF: ABIPTI, 2008. Disponível em <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/855892>.

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

VALE, F.X.R., FERNANDES FILHO, E.I. & LIBERATO, J.R. QUANT. A software plant disease severity assessment. 8th International Congress of Plant Pathology, **Anais...** Christchurch New Zealand, 2003. p.105.

YAMASHITA, O.M; GUIMARAES, S.C; CAVENAGHI, A.L. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da qualidade de luz. **Planta Daninha**, v. 29, n.4, pp. 737-743, 2011.

4 CRESCIMENTO DE TRÊS ESPÉCIES DANINHAS DO GÊNERO

EUPHORBIA

Resumo – No agroecossistema da cana-de-açúcar espécies deste gênero *Euphorbia* são relatadas como plantas daninhas nos campos de produção do estado de Alagoas podendo causar até 85% de redução na produção. O conhecimento da biologia e crescimento das plantas daninhas é fundamental para que estratégias corretas de manejo e controle sejam adotadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia* ocorrente em canaviais Alagoanos. O estudo foi realizado em casa-de-vegetação, no período de junho a setembro de 2013. Utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial com cinco repetições. Os fatores foram três espécies de *Euphorbia* (*E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*) e 13 períodos de avaliação: 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 e 98 dias após a semeadura (DAS). As unidades experimentais foram compostas por vasos com capacidade de 3,6 L, preenchidos com solo adubado com N-P-K 10-10-10 (500 kg ha⁻¹). Em cada avaliação foram mensuradas a altura da planta, a área foliar, o número de folhas verdes e a massa seca total. Os dados foram submetidos à análise de variância. Com os valores médios das variáveis massa seca da parte aérea, massa seca total e área foliar foram calculadas a taxa de crescimento absoluto, a taxa de crescimento relativo, a razão de área foliar e a razão peso foliar. Todos os dados foram submetidos à regressão não-linear para modelar o crescimento das espécies. *E. heterophylla* foi maior em altura até os 63 DAS, a partir deste ponto *E. hyssopifolia* ultrapassou obtendo maior altura dentre as espécies estudadas. *E. heterophylla* destacou-se tendo maior acúmulo de massa seca e taxa de crescimento absoluto e maior crescimento e desenvolvimento dentre as espécies estudadas, seguida da *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. O ponto máximo de crescimento das espécies ocorreu aos 77 DAS.

Palavras-chaves: Análise de crescimento. Massa seca. *E. heterophylla*. *E. hyssopifolia*. *E. hirta*.

Abstract - In the agro-ecosystem of sugarcane species of this genus *Euphorbia* are reported as weeds in Alagoas State production fields may cause up to 85% reduction in production. The knowledge of the biology and growth of weeds is essential for correct strategies of management and control are adopted. The aim of this study was to evaluate the growth of

three species of the genus *Euphorbia* weeds occurring in plantations. The study was conducted in house-to-vegetation, in the period from June to September 2013. Using completely randomized experimental design in factorial arrangement with five repetitions. The factors were three species of *Euphorbia* (*E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* and *E. hirta*) and evaluation periods 13: 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 and 98 days after sowing (DAS). The experimental units were pots with capacity of 3.6 L, filled with composted soil. In each assessment were measured plant height, leaf area, the number of green leaves and total dry matter. The data were subjected to analysis of variance. With the average values of the variables from the shoot dry mass, total dry mass and leaf area were calculated the absolute growth rate, relative growth rate, leaf area ratio, and leaf weight ratio. All data were subjected to nonlinear regression to model the growth of the species. *E. heterophylla* was greater in height up to 63 days after seeding, from this point *E. hyssopifolia* overtook obtaining greater height among the studied species. *E. heterophylla* was having greater accumulation of dry mass and absolute growth rate. *E. heterophylla* showed the highest growth and development among the species studied, followed by *E. hyssopifolia* and *e. hirta*. The maximum point of growth of species occurred at 77 DAS.

Keywords: Growth Analysis. Dry mass. . *E. heterophylla*. *E. hyssopifolia*. *E. hirta*.

4.1 Introdução

No agroecossistema da cana-de-açúcar três espécies do gênero *Euphorbia* são relatadas como plantas daninhas presentes nos canaviais Alagoanos: *Euphorbia heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta* (PROCÓPIO et al., 2003; KUVA et al., 2007; FERREIRA et al., 2010).

O gênero *Euphorbia* é o maior da família Euphorbiaceae com cerca de 2000 espécies que apresentam variação quanto ao porte (erva, arbusto e árvore) e mecanismo fotossintético (C3, C4 e CAM) (DOWNTOWN, 1971; SHI; JIA, 1997; THAKUR; PALIT, 2011). As plantas deste gênero são consideradas medicinais por apresentarem látex com atividades fitoterápicas, como também são daninhas por terem efeitos negativos na produção agrícola, podendo causar até 85% de perda na produtividade devido à atividade alelopática e competitiva (ÖZBİLGİN; SAL TAN CITOĞLU, 2012; TANVEER et al., 2013).

Dentre as três espécies encontradas nos canaviais de Alagoas, *E. heterophylla* é a mais estudada devido aos danos causados em várias culturas como soja, milho, pastagem, banana, arroz, amendoim, feijão e cana-de-açúcar e por apresentar genótipos resistente a herbicida

(AARESTRUP et al., 2008). Segundo Kissmann (1999) a presença desta espécie no cultivo da soja pode causar até 80% de perda de produção. *E. hyssopifolia* e *E. hirta* estão presentes na agricultura, porém não há estudos que determinem o nível de dano causado por estas.

No cultivo da cana-de-açúcar, as três espécies são encontradas e controladas pelos produtores para não haja perda de produtividade. Porém pouco se conhece cientificamente sobre os danos causados e seu comportamento em campo, principalmente, para as espécies *E. hyssopifolia* e *E. hirta*.

O conhecimento da biologia de plantas daninhas é fundamental para que estratégias corretas de manejo sejam adotadas. O estudo biológico destas plantas abrange aspectos como morfologia, dormência e germinação das sementes, fisiologia do crescimento, capacidade competitiva e reprodutiva, resultando no conhecimento dos diferentes estágios de susceptibilidade para o controle de forma eficaz e sem agredir o meio ambiente (BHOWMIK, 1997; RAVINDRA et al. 2008).

A análise de crescimento das plantas daninhas estabelece as diferenças funcionais e estruturais entre espécies, podendo determinar seu potencial competitivo. Além disso, pode ser usada para observar a adaptação ecológica de espécies, permitindo avaliar e quantificar as taxas de crescimento, em diferentes condições ambientais e o potencial produtivo destas (PEREIRA; MACHADO, 1987; BENINCASA, 2003; CARVALHO et al. 2005). Determinada por diferentes medições e cálculos, a massa seca e área foliar foram identificadas como fatores importantes para a análise do crescimento vegetativo (SALEHIAN; ESHAGHI, 2012).

É necessário conhecer a biologia das plantas daninhas para haver um manejo efetivo em campo. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento de três espécies daninhas, *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, ocorrente em canaviais.

4.2 Material e Métodos

O estudo foi realizado no período de junho a setembro de 2013, em casa-de-vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias – UFAL, no município de Rio Largo, localizado a 09° 28' S, 35° 49' W e 127 m de altitude. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial subdividido no tempo, com cinco repetições. Os fatores foram três espécies de *Euphorbia* (*E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*) e 13 períodos de avaliação: 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84, 91 e 98 dias após a semeadura (DAS).

As unidades experimentais foram constituídas por vasos com capacidade de 3,6 L e preenchidos com solo adubado. A adubação foi proporcional à aplicação de 500 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 10-10-10 (NPK). As propriedades físico-químicas do solo utilizado no experimento estão apresentadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Análise físico-química do solo utilizado no experimento de crescimento e desenvolvimento de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia*

Composição Granulométrica¹ (%)			pH	M.O.	P	V (%)
Areia	Silte	Argila	(CaCl ₂)	(dag kg ⁻¹)	(mg dm ⁻³)	
65	2	33	5,2	2,63	15,4	28
Cátions Trocáveis (cmol_c dm⁻³)						
K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	H+Al	CTC	
82	1,4	0,6	2,21	5,61	7,82	

(1) Franco Argilo Arenosa; (2) SB - soma de bases; CTC - capacidade de troca catiônica; V - saturação por bases.

As sementes das espécies foram colhidas de campos experimentais no Centro de Ciências Agrárias (CECA/UFAL). Após a colheita, estas foram identificadas, limpas, embaladas em sacos de papel e mantidas à temperatura ambiente até o início do trabalho. As sementes de cada uma das espécies foram semeadas em vasos separadamente, em quantidades necessárias para a germinação de cinco plântulas. Posteriormente foi realizado o desbaste, deixando duas plantas por vaso.

O solo foi irrigado diariamente com objetivo de mantê-lo úmido, evitando o estresse hídrico nas plantas. Os vasos foram mantidos sem a infestação de outras plantas daninhas através do arranque manual.

Nas avaliações, as plantas foram amostradas pelo método destrutivo. Avaliando a altura da planta, número de folhas, área foliar (AF) com auxílio do LICOR LI-3100 (LI-COR, inc., Lincoln, Nebraska, EUA), massa seca total (MST) onde todas as partes das plantas (folha, caule + pecíolo, raiz e órgão reprodutivo) foram levadas a estufa com circulação de ar forçada a 70 °C por 72 horas.

Com as médias das variáveis foram determinadas para cada intervalo de avaliação a taxa de crescimento absoluto - TCA (g dia⁻¹), que fornece uma estimativa da velocidade média de crescimento da planta ao longo do ciclo de desenvolvimento, e a taxa de crescimento relativo – TCR (g g⁻¹ dia⁻¹), que expressa o crescimento em gramas de massa seca por unidade de material presente em um período de observação (BENINCASA, 2003; CARVALHO et al., 2008). Estas duas variáveis foram calculadas no período de crescimento até o 84° DAS. A razão de área foliar - RAF (cm² g⁻¹) que é a quantidade de área foliar

necessária para produzir um grama de massa seca e a razão de massa foliar - RMF que representa a fração de massa seca produzida que permanece na folha foram determinadas para cada época de avaliação (BENINCASA, 2003; SILVA et al., 2005).

Todos os dados foram submetidos à regressão não-linear do tipo logístico ou log-normal para modelar o crescimento das espécies.

Os dados de altura, número de folha, AF e MST foram submetidos à análise de variância e ajustado a modelos de regressão não-linear. Os dados de altura, número de folhas, AF, MST, RAF e AFE foram ajustados para o modelo de regressão não-linear do tipo logístico, adaptado de Streibig (1988) (eq. 1):

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

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, onde a é a amplitude existente entre o ponto máximo e o ponto mínimo encontrados nos resultados da variável; b é corresponde ao número de dias necessários para a ocorrência de 50% de resposta da variável e c é a declividade da curva (CARVALHO et al., 2008).

Os dados de RMF, TCA e TCR foram ajustados por regressão não-linear do tipo log-normal, com três parâmetros (adaptado de FERREIRA JUNIOR, 2010; LIMPET et al., 2001) (eq. 2):

$$y = a \exp\left[-0,5 \left(\frac{\ln(x/b)}{c}\right)^2\right]$$

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, b é o valor de x no qual y é máximo e c indica o grau de decaimento da variável y).

4.3 Resultados e Discussões

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância que apresentaram significância ($p < 0,001$) para espécies e para a interação entre os fatores, períodos e espécies (Tabela 4.2). Para maior compreensão sobre o comportamento das espécies foi apresentado o desdobramento da interação das espécies com o período, por meio de equações de regressões não-lineares.

Todas as variáveis estudadas apresentaram interações significativas entre os períodos e as espécies. Isto ocorreu devido os vegetais apresentam desenvolvimento e crescimento ao longo do tempo, dias, por meio da sua atividade fotossintética e as espécies tem crescimento

diferenciado quanto ao seu porte (BENINCASA, 2003; GRAZZEIRO et al., 2006; CAIRO et al., 2008).

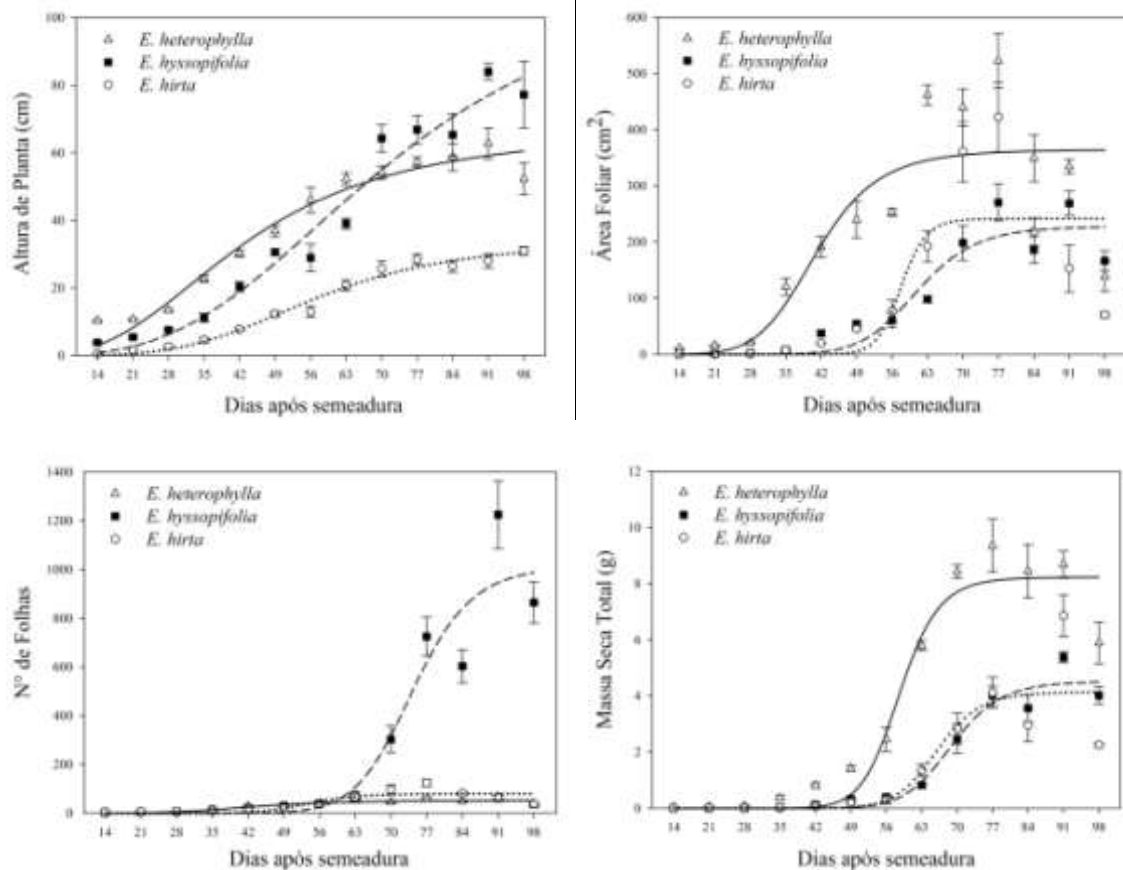
Tabela 4.2 - Resumo da análise de variância para os resultados das variáveis de crescimento e desenvolvimento em três espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia*

Fonte de Variação	GL	QM			
		Altura (cm)	Número de Folhas (und)	Área Foliar (cm ²)	Massa Seca Total (g)
Período (P)	12	59,67	428,22	583,03	13,77
Erro a	52	0,13	5,23	4,10	0,03
Espécies (E)	2	114,90**	1282,23**	622,28**	11,78**
P x E	24	1,75**	191,75**	37,35**	0,40**
Erro b	104	0,24	4,97	5,44	0,07
CV a (%)		7,25	27,99	19,22	15,90
CV b (%)		9,75	27,29	22,14	22,58

** significativo ($p < 0,001$) e * significativo ($p < 0,05$)

Fonte: Autora, 2015.

Figura 4.1 - Altura de Planta, Número de Folhas, Área Foliar e Massa Seca Total de três de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* em função dos dias após a semeadura das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*



Fonte: Autora, 2015.

Tabela 4.3 - Parâmetros do modelo e coeficiente de determinação (R^2) obtido para modelagem das variáveis de crescimento de três espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia*

Variáveis	Espécies	Parâmetros			R^2	F
		a	b	C		
Altura (cm) ^{/1}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	67,137 **	43,318 **	-2,706 **	0,954	126,448
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	115,189 **	72,104 **	-3,015 **	0,960	144,713
	<i>Euphorbia hirta</i>	34,042 **	57,188 **	-4,020 **	0,978	271,843
Número de Folhas ^{/1}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	53,440 **	42,831 **	-5,043	0,813	27,059
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	1016,667 **	74,393 **	-12,887 *	0,905	57,878
	<i>Euphorbia hirta</i>	80,117 **	53,841 **	-11,582	0,669	13,157
Área Foliar (cm ²) ^{/1}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	364,723 **	41,204 **	-6,817	0,652	12,257
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	228,121 **	61,168 **	-10,668	0,863	38,730
	<i>Euphorbia hirta</i>	241,513 **	57,822 **	-23,460	0,561	8,654
Massa Seca Total (g) ^{/1}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	8,234 **	58,696 **	-15,212 *	0,934	86,010
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	4,519 **	69,021 **	-14,419 **	0,952	120,916
	<i>Euphorbia hirta</i>	4,146 **	66,103 **	-15,700	0,724	16,781
Razão de Área Foliar ^{/1}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	284,162 **	53,845 **	5,334 **	0,931	81,404
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	227,184 **	65,468 **	5,763 *	0,821	28,564
	<i>Euphorbia hirta</i>	205,635 **	75,347 **	9,934	0,583	9,387
Razão de Massa Foliar ^{/2}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	15,888 **	39,234 **	0,770 **	0,908	60,116
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	18,288 **	57,242 **	0,832 **	0,814	27,249
	<i>Euphorbia hirta</i>	27,051 **	51,164 **	0,593 **	0,879	44,681
Taxa de Crescimento Absoluto (g dia ⁻¹) ^{/2}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	31,998 **	65,868 **	0,104 **	0,928	59,178
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	19,887 **	73,279 **	0,080 **	0,981	180,589
	<i>Euphorbia hirta</i>	16,402 **	70,680 **	0,102 **	0,932	62,981
Taxa de Crescimento Relativo (g g ⁻¹ dia ⁻¹) ^{/2}	<i>Euphorbia heterophylla</i>	5,667 **	45,014 **	0,429 **	0,378	3,508
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>	6,973 **	50,463 **	0,453 *	0,181	1,993
	<i>Euphorbia hirta</i>	6,695 *	58,588	0,573	-0,191	0,277

^{/1} Modelo: $y = a/(1+(x/b)^c)$; ^{/2} $y = a \exp(-0,5(\ln(x/b)/c)^2)$; **significativo ($p < 0,001$) e *significativo ($p < 0,05$)

Fonte: Autora, 2015.

Com relação à altura, as espécies apresentaram comportamento diferenciado do início ao final do experimento. *E. heterophylla* apresentou uma altura superior até os 63 DAS, época em que estabilizou seu crescimento. A partir deste ponto *E. hyssopifolia* ultrapassou

apresentando maior altura dentre as espécies estudadas, com máximo de 84 cm aos 91 DAS (Figura 4.1). O menor crescimento em altura foi observado para *E. hirta* com amplitude de 34 cm (parâmetro *a* da equação - Tabela 4.3) atingindo seu maior crescimento aos 70 DAS.

Segundo Grazeiro et al. (2006) as três espécies de *Euphorbia* estudadas são de ciclos anuais e herbáceas, com crescimento diferenciado em porte alto, médio e baixo, *E. heterophylla* tem sua altura em torno de 0,2-2m; *E. hyssopifolia*, com porte de aproximadamente 0,3-0,8 m de altura; e *E. hirta*, podendo chegar a 0,4 m. Porém, os resultados obtidos neste trabalho mostram comportamento diferenciado, *E. hyssopifolia* foi superior, em altura, a *E. heterophylla* com valores próximos a 0,8 e 0,6 m respectivamente.

Estudando o crescimento de biótipos de *E. heterophylla* resistentes e suscetíveis aos herbicidas inibidores de ALS (acetolactato sintase), Brighenti et al. (2001), em Londrina-PR, observaram que a altura máxima das plantas de biótipos suscetíveis ocorreu aos 145 DAS atingindo 138 cm, tendo um ciclo de vida da espécie superior, mais que o dobro, ao encontrado no presente trabalho. A diferença no crescimento e desenvolvimento da mesma espécie em locais distintos pode ser explicada pelos fatores abióticos, como a temperatura e fotoperíodo, que influenciam diretamente no florescimento das plantas – fase reprodutiva (TREZZI et al., 2009). Na região Nordeste do Brasil as plantas tendem a completar seu ciclo em menor período de tempo devido aos fatores climáticos genuínos que induz o florescimento.

As plantas de *E. hyssopifolia* apresentaram maior número de folhas do que as demais espécies. *E. heterophylla* foi a espécie que primeiro atingiu 50% do seu número total de folhas, aos 42 DAS. Essa espécie foi a que apresentou menor número total de folhas. De modo geral, as espécies *E. heterophylla* e *E. hirta* apresentaram comportamentos semelhantes para número de folhas com valores crescentes até os 77 DAS, decrescendo após este período (Figura 4.1).

E. heterophylla apresentou maior AF dentre as três espécies estudadas. Por outro lado, *E. hyssopifolia* foi a que apresentou menor valor para essa variável, mesmo apresentando maior número de folhas (Figura 4.1). A AF está diretamente ligada ao tamanho das folhas, *E. hyssopifolia* apresenta folhas muito pequenas em relação as outras duas espécies. Todas as espécies apresentaram decréscimo da AF no fim do ciclo devido à senescência foliar e início da fase reprodutiva que ocorreu aos 77 DAS.

Estudo com biótipos de *E. heterophylla* suscetível e resistente a herbicidas (PROTOX- protoporfirinogênio oxidase e ALS- acetolactato sintase), em Pato Branco-PR, demonstrou que o biótipo suscetível teve AF crescente até 56 DAS com 340 cm², aproximadamente

(TREZZI, 2009). Com a mesma linha de estudo, com biótipos suscetível e resistente a herbicida (inibidor da ALS), Brighenti (2001), em Londrina-PR, verificou que as plantas do biótipo suscetível apresentaram ponto máximo de AF aos 98 DAS com 1315 cm². Estas divergências nos resultados obtidos pelos autores podem ter ocorridos devido a variações ambientais, clima e/ou temperatura.

A MST não diferiu entre as espécies até, aproximadamente, o 30° DAS. A partir daí *E. heterophylla* destacou-se das outras espécies, tendo maior acúmulo de massa seca aos 77 dias com média de 9,3 g (Figura 4.1). *E. hyssopifolia* e *E. hirta* apresentaram comportamento semelhante segundo os parâmetros de modelagem da equação, tendo amplitude (parâmetro “a”) de 4,5 e 4,1; e acúmulo de 50% da massa seca (parâmetro “b”), aos 69 e 66 DAS, respectivamente (Tabela 4.3).

A produção de MST das espécies apresentou o mesmo comportamento da AF e número de folhas, com valor máximo aos 77 DAS para *E. heterophylla* e *E. hirta* e 91 dias para *E. hyssopifolia*. Este comportamento é justificado pela influência direta da AF no crescimento da planta, pois a superfície foliar captação da radiação fotossinteticamente ativa e a converge na produção de biomassa (LIZASO et al., 2003).

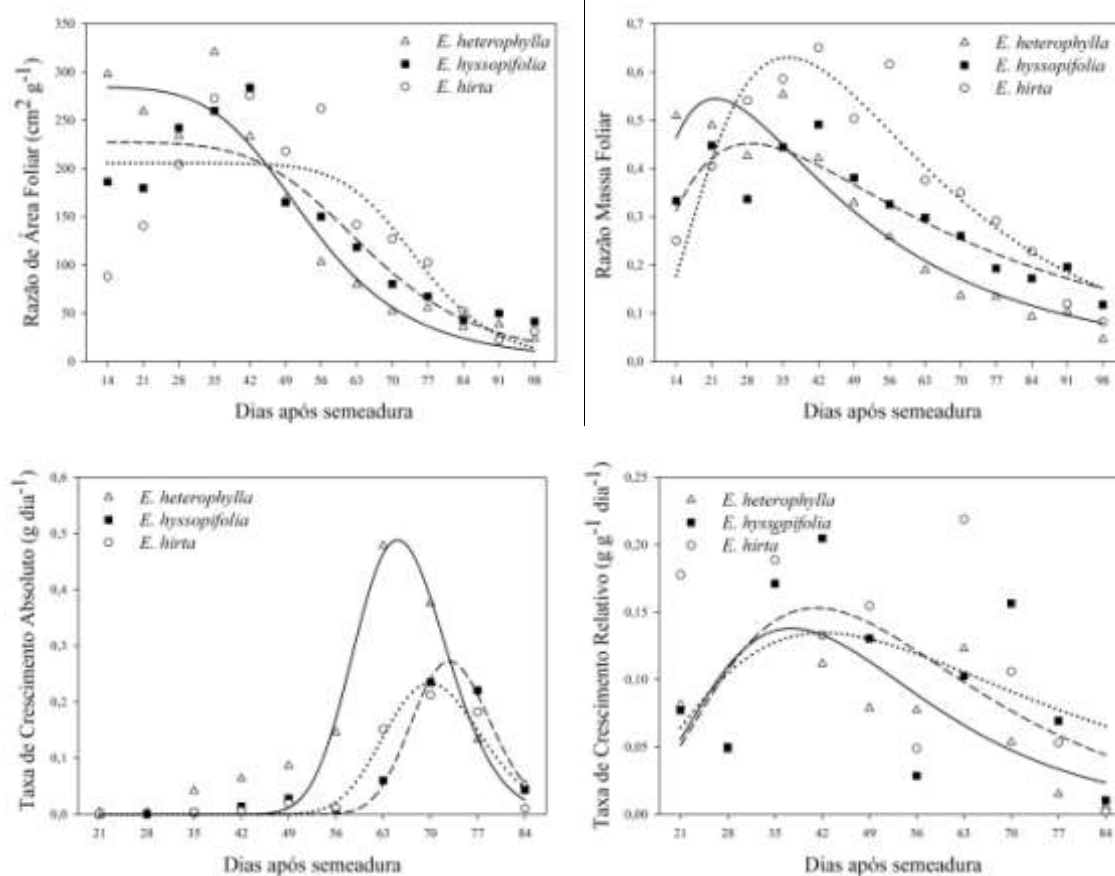
As espécies apresentaram declínio na curva de RAF ao longo dos períodos de avaliação (Figura 4.2). Os resultados apresentaram valores crescentes até os 43 DAS, havendo decréscimo após esse período. *E. heterophylla* foi a espécie que teve menor RAF nos últimos 50 dias de experimento. Esta variável permite determinar a taxa de translocação e partição de fotoassimilados para as folhas em relação a toda planta, também representa a AF necessária para produzir um g de massa seca. Pode-se dizer que a espécie com menor RAF é mais eficiente na conversão de energia luminosa em carboidratos, *E. heterophylla* foi mais eficiente na produção de carboidratos no final do ciclo que indica boa produção de frutos e sementes (CAIRO et al., 2008; SCOTT; BATCHELOR, 1979;).

A curva decrescente desta variável ao longo do ciclo da planta indica que com o passar do tempo a quantidade de fotoassimilados destinados à folha é reduzida, e que há um aumento na abscisão foliar, produção de tecidos não-fotossintéticos (tecidos de sustentação e reprodutivos) e auto-sombreamento; Em síntese há redução da área foliar útil (BENINCASA, 2003; LOPES, 2010).

A curva de RMF indica que a variável apresentou inicialmente, comportamento ascendente, em que o peso da folha foi maior do que o peso total da planta, representando assim a fase vegetativa. Após esse período que durou aproximadamente 45 dias, houve comportamento decrescente que indica a fase reprodutiva da planta, em que os

fotoassimilados produzidos nas folhas foram exportados para outros órgãos (BENINCASA, 2003; CAIRO et al., 2008). *E. heterophylla* foi a espécie que apresentou o ponto máximo de RMF mais rapidamente, sendo observado no segundo período de avaliação. Após este período houve decréscimo na variável até o final do experimento. A espécie *E. hirta* foi a que apresentou maior exportação de fotoassimilados das folhas para outros órgãos, representado pela amplitude (parâmetro “a”, Tabela 4.3).

Figura 4.2 - Razão de área foliar, Razão de Massa Foliar, Taxa de Crescimento Absoluto e Taxa de Crescimento Relativo de três plantas daninhas do gênero *Euphorbia* em função dos dias após a semeadura das espécies *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*



Fonte: Autora, 2015.

TCA e TCR foram calculadas até o 84º dia, após este período não houve crescimento. A TCA (Figura 4.2) apresentou bom ajuste para a equação tipo log-normal com coeficiente de determinação (R^2) acima de 92% (Tabela 4.3). Aos 63 DAS, *E. heterophylla* apresentou maior taxa de crescimento, de aproximadamente $0,5 \text{ g dia}^{-1}$, seguida da *E. hyssopifolia* ($0,25 \text{ g dia}^{-1}$ aos 73 dias) e *E. hirta* ($0,22 \text{ g dia}^{-1}$ aos 70 dias). Para a TCR, as espécies estudadas

apresentaram seu máximo crescimento em torno dos 40 DAS com decréscimo a partir deste ponto (Figura 4.2), esse comportamento pode ser explicado pelo aumento da atividade respiratória e auto-sombreamento com o avançar da idade da planta (TEÓFILO et al., 2009).

A taxa de crescimento é uma característica importante para descrever as estratégias ecológicas das plantas. As plantas daninhas, em geral, apresentam altas taxas de crescimento relativo nos primeiros 50 dias com objetivo de absorver nutrientes e se desenvolver em ambientes sem limitações (RAVINDRA et al., 2008; JAMES et al., 2011; SALEHIAN; ESHAGHI, 2012;).

A cana-de-açúcar tem desenvolvimento inicial lento que pode durar até 120 dias após o plantio ou corte, este período envolve as fases de brotação, estabelecimento e perfilhamento da cultura (DIOLA; SANTOS, 2010). Segundo Meirelles et al. (2009) a cultura pode conviver com a comunidade infestante até 18 dias após a brotação, período anterior à interferência (PAI), e que é necessário controlar as plantas daninhas até 137 dias após a brotação, sendo esse período denominado de período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI), que corresponde ao período no qual as práticas de controle devem ser efetivas, foi de 18 a 137 dias.

Neste período de crescimento da cana de açúcar as plantas daninhas estudadas conseguiram completar seu ciclo e apresentar maior crescimento em altura, número de folhas, área foliar, taxa de crescimento na fase inicial do ciclo vegetativo indicando uma competição efetiva de recursos entre a cultura e as plantas daninhas, podendo causar grandes reduções na produção de colmos. Pois as plantas daninhas apresentam maior habilidade competitiva (CARVALHO et al., 2008; BOGALE et al., 2011).

O manejo das plantas daninhas deve ocorrer com base nos conhecimentos de crescimento das espécies evitando problemas de competição de recursos (CAMPOS et al., 2012). Para as espécies do gênero *Euphorbia*, estudadas, o manejo deve ocorrer nos primeiros 30 dias, evitando o período de maior crescimento destas.

4.4 Conclusões

As espécies estudadas apresentam ponto de máximo crescimento aos 77 DAS e ciclo de 98 dias. *E. heterophylla* e *E. hyssopifolia* apresentam maior crescimento, resultando em maior habilidade competitiva, tendo potencial para causar grandes problemas as culturas. *E. hirta* apresenta porte baixo podendo ser controlada pelas culturas por meio do sombreamento.

Referências

- AARESTRUP, J.R.; KARAM, D.; CORRÊA, E.J.A.; FERNANDES, G.W. Análise da viabilidade de sementes de *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 515-519, 2008.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas, noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 41, 2003.
- BHOWMIK, C.P. Weed biology: importance to weed management. **Weed Science**. 45, 349–356. 1997.
- BOGALE, A.; NEFO, K.; SEBOKA, H. Selection of some morphological traits of Bread wheat that enhance the competitiveness against wild oat (*Avena fatua* L.). **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 7, n. 2, p. 128-135, 2011.
- CAMPOS, L.H.F.; MELLO, M.S.C.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Crescimento inicial de *Merremia cissoides*, *Neonotonia wightii* e *Stizolobium aterrimum*. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 497-504, 2012.
- CARVALHO, S.J.P.; PERREIRA SILVA, R. F.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento, desenvolvimento e produção de sementes da planta daninha capim-branco (*Chloris polydactyla*). **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 603-609, 2005.
- CANOSSA, R.S. Requisitos para germinação e emergência de apaga-fogo (*Alternanthera tenella* Colla) e alternativas de controle químico. Maringá, 2007, 57p. **Dissertação** (Mestrado em Proteção de Plantas). Universidade Estadual de Maringá.
- CARVALHO, S. J. P.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento e desenvolvimento de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*, **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 317-326, 2008.
- DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. **Cana-de-açúcar: bioenergia, açúcar e álcool: tecnologias e perspectivas**. Viçosa: Editora UFV. p. 25-49, 2010.
- DOWNTOWN, W. J. S. Adaptive and evolutionary aspects of C4 photosynthesis. In: HATCH, M. D.; OSMOND, C. B.; SLATYER, R. O. (Ed.). **Photosynthesis and photorespiration**. New York: John Wiley & Sons, p. 3-17, 1971.
- FERREIRA, E.A.; PROCÓPIO, S.O.; GALON, L.; FRANCA, A.C.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.A. Manejo de plantas daninhas em cana crua. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.
- GAZZIERO, D. L. P.; BRIGHENTI, A. M.; LOLLATO, R. P.; PITELLI, R. A.; VOLL, E.; OLIVEIRA, E.; MORIYAMA, R. T. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. Embrapa Soja. 1 ed, 2006.

JAMES, J. J.; DRENOVSKY, R. E.; MONACO, T. A.; RINELLA, M. J. Managing soil nitrogen to restore annual grass-infested plant communities: effective strategy or incomplete framework? **Ecological Applications**, v. 51, n. 5, p. 341-352, 2001.

LIZASO, J. I.; BATCHELOR, W. D.; WESTGATE, M. E. A leaf area model to simulate cultivar-specific expansion and senescence of maize leaves. **Field Crops Research**, v. 80, n. 1, p. 1-17, 2003.

LOPES, W. de A. R. Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo, 2010, 92 f., **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2010.

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

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**, v.25, n. 3, p. 501-511, 2007.

ÖZBİLGİN, S.; SAL TAN CITOĞLU, G. Review uses of some *Euphorbia* species in traditional medicine in turkey and their biological activities. **Turk J. Pharm. Sci**, v. 9, n. 2, p. 241-256, 2012.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônômico, (Boletim técnico, n. 114), p. 33, 1987.

POURREZA, J.; SOLTANI, A.; NADERI, A.; AYNEHBAND, A. Modeling leaf production and senescence in wheat. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v. 6, n. 5, p. 498-507, 2009.

RAVINDRA, G. M.; SRIDHARA, S.; GIRIJESH, G. K.; NANJAPPA, H. V. Weed biology and growth analysis of *Celosia argentea* L., a weed associated with ground nut and finger millet crops in southern India. **Communications in Biometry and Crop Sci.** v. 2, p. 80-87, 2008.

SALEHIAN, H.; ESHAGHI, O. Growth analysis some weed species. **Intl J Agri Crop Sci.** v. 4, n. 11, p. 730-734, 2012.

SILVA, A.C.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A. Análise de crescimento de *Brachiaria brizantha* submetida a doses reduzidas de fluazifop-p-butyl. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 85-91, 2005.

TANVEER, A.; KHALIQ, A.; JAVAID, M.M.; CHAUDHRY M.N.; AWAN, I. Implications of weeds of genus euphorbia for crop production: a review. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 723-731, 2013.

TEÓFILO, T. M. da S.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; LOPES, W. A. R.; VIEIRA, S. S. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 186-174, 2009.

THAKUR, H. A.; PATIL D. A. Taxonomic and Phylogenetic Assessment of the Euphorbiaceae: A Review. **Journal of Experimental Sciences**, v. 2, n. 3, p. 37-46, 2011.

5 CONTROLE DE TRÊS ESPÉCIES DE *EUPHORBIA* POR HERBICIDAS DE PRÉ-EMERGÊNCIA APLICADOS SOBRE PALHADA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo – A permanência da palhada sobre o solo altera a fitossociologia as plantas daninhas na área canavieira e o controle pode ser afetado pela dificuldade de transposição dos herbicidas da palhada para o solo, sendo de fundamental importância o seu transporte por meio da água das chuvas o mais rápido possível. O presente trabalho teve como objetivo conhecer a eficácia dos herbicidas, Front® e Combine®, aplicados sobre palhada, em diferentes período sem chuva, no controle de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação sob delineamento inteiramente casualizado, disposto em parcelas subdivididas no tempo (quatro períodos sem chuva: 0, 15, 30 e 45 dias), com três repetições. As três espécies daninhas estudadas foram *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. Foram utilizados dois herbicidas Front® e Combine®, sendo que cada herbicida foi avaliado em um experimento independente. As sementes foram distribuídas sobre o substrato e cobertas por uma camada de 10 t ha⁻¹ palhada. A aplicação, dos tratamentos herbicidas, foi realizada em pré-emergência sobre a palhada. Em seguida, respeitando o período sem chuva, os vasos receberam uma lâmina de irrigação de 20 mm de água. Aos 43 dias, as plantas foram contadas e cortadas no colo da planta para determinação da massa seca. Para todas as variáveis avaliadas, os valores obtidos para a testemunha (livre de herbicida) foram considerados como 100% e os dos demais tratamentos, uma proporção deste. Os dados foram submetidos à análise de variância e todos os dados foram ajustados para o modelo de equação linear para *E. hirta* e *E. hyssopifolia*, quadrática para *E. heterophylla*. A espécie *E. hirta* foi 100% controlada pelos dois herbicidas em todos os períodos sem chuva. O Front® foi eficaz no controle de *E. hyssopifolia* e o Combine® não foi eficaz no controle de *E. heterophylla* e *E. hyssopifolia* após 45 dias sem chuva. O herbicida Front® é eficaz no controle das três espécies de *Euphorbia* mesmo sendo aplicado sobre a palhada e passando o período de 45 dias para ser lixiviado.

Palavras-chaves: Controle químico. Cana crua. *Euphorbia heterophylla*. *Euphorbia hyssopifolia*. *Euphorbia hirta*.

Abstract – The permanence of straw on the ground changes the phytosociology weeds in the sugarcane area and the control may be affected by the difficulty of translating the herbicides of the straw into the soil, are of fundamental importance for transport by water as soon as the rains possible. The present research aimed to know the effectiveness of herbicides, Front® and Combine®, applied on the straw, in different period without rain, on the control of weed species of genus *Euphorbia*. The experiments were conducted under greenhouse conditions under the completely randomized design, disposed on split plots in time (four periods without rain: 0, 15, 30 and 45 days), with three repetitions. The three weed species studied were *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* and *E. hirta*. Were utilized two herbicides Front® and Combine®, so that each herbicide was evaluated in an independent experiment. The seeds were distributed on the substrate and covered with a layer of 10 t ha⁻¹ straw. The application of treatments with herbicide was held in pre-emergence over straw. Then, respecting the period without rain, the potted plants received a 20 mm of irrigation water. After 43 days, the plants were counted and cut low to the ground for determining the dry mass. For all evaluated variables, the values obtained for the witness (without herbicide) were considered as 100%

and the other treatments, a proportion this value. The data were submitted to analysis of variance and all the data were adjusted for the linear equation model for *E. hirta* and *E. hyssopifolia*, quadratic equation for *E. heterophylla*. The specie *E. hirta* was 100% controlled by the two herbicides in all periods without rain. The Front[®] was effective in the control of *E. hyssopifolia* and Combine[®] wasn't effective in the control of *E. heterophylla* and *E. hyssopifolia* after 45 days without rain. The Front[®] herbicide is effective on the control of three species of Euphorbia even being applied on the straw and after the 45 day period for to be leached.

Keywords: Chemical Control. Raw sugarcane. *Euphorbia heterophylla*. *Euphorbia hyssopifolia*. *Euphorbia hirta*.

5.1 Introdução

O manejo de colheita da cana-de-açúcar está em processo de transição em todo o Brasil. Em Alagoas, a aprovação da Lei N° 7.454, de 14 de março de 2013, publicada no DOE em 19 de março do mesmo ano, proíbe a queimada em áreas agrícolas, pastoris e florestais no estado. Esta lei regulamenta a mudança progressiva do sistema de colheita da cana-de-açúcar, sem, entretanto, definir o prazo. A colheita manual da cana-de-açúcar está sendo substituída pela colheita mecanizada onde não há a necessidade de queima da palhada, conhecida por sistema de cana crua (SILVA; MONQUERO, 2013). Sem a queima, folhas, ponteiros e pedaços de colmos são triturados e lançados sobre o solo formando uma camada de cobertura morta, chamada de palhada (MONQUERO et al., 2009), que pode ultrapassar à 20 t ha⁻¹ (CORREIA; DURIGAN, 2004).

A camada de palhada forma uma barreira física que pode causar modificações na física, química e biologia do solo, resultando em mudanças na fitossociologia das plantas daninhas (MONQUERO et al., 2009). No agroecossistema da cana crua há confirmação da presença de varias espécies da família Euphorbiaceae, dentre elas estão as *E. heterophylla* e *E. hyssopifolia* (KUVA et al., 2007), sendo necessário o controle para evitar reduções na produtividade dos canaviais.

O controle de plantas daninhas nos canaviais ocorre por meio do uso de herbicida. Porém, a palhada torna-se problema devido à barreira que impede o contato do produto com a planta-alvo e deixando-o vulnerável à volatilização e/ou fotólise, até o momento que este é lixiviado para o solo (LOCKE; BRYSON, 1997). Sendo a chuva responsável por esse transporte e seus primeiros 20 mm apresentam a máxima capacidade de transporte do herbicida (TOLEDO et al., 2009; FERREIRA et al., 2010; ROSSI et al., 2013, PRADO et al., 2013). O transporte de herbicidas da palhada para o solo depende da capacidade da palhada de

cobrir o solo e de reter o herbicida, das características físico-químicas do herbicida, condições ambientais, e do período em que a área permanece sem chuva após a aplicação (SILVA; MONQUERO, 2013).

Cavenaghi et al. (2007) estudando a dinâmica do herbicida amicarbazone, Tofoli et al. (2009) do tebuthiuron e Rossi et al. (2013) do metribuzin concluíram que a quantidade de 5 t ha⁻¹ de palhada já é capaz de interceptar praticamente todo o produto aplicado, sendo necessário a ocorrência de precipitação pluvial, preferencialmente, logo após a aplicação, para que ocorra o transporte do produto da palhada até o solo.

Os herbicidas utilizados neste sistema devem apresentar características específicas, tais como alta solubilidade, baixo coeficiente de distribuição octanol-água (Kow), baixa pressão de vapor (P) e baixa fotólise (CRISTOFFOLETI; OVEJERO, 2009), porém pouco se sabe sobre o comportamento dos herbicidas sobre a palhada e sua eficácia no controle das plantas daninhas neste novo sistema. O trabalho teve como objetivo conhecer a dinâmica dos herbicidas Front[®] e Combine[®] aplicados sobre palhada e expostos ao ambiente por diferentes períodos sem chuva no controle de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia*.

5.2 Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências Agrárias (CECA/UFAL). Em que cada unidade experimental foi composta por um vaso plástico de um litro de capacidade preenchido com solo de textura média (Tabela 5.1). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, disposto em parcelas subdivididas no tempo (quatro períodos sem chuva 0, 15, 30 e 45 dias), com três repetições. As três espécies daninhas utilizadas foram *E. heterophylla*, *E. hyssopifolia* e *E. hirta*. Foram utilizados dois herbicidas Front[®] (diurom + hexazinona + sulfometurom-metílico, 603 g kg⁻¹ + 170 g kg⁻¹ + 14,5 g kg⁻¹) e Combine[®] (tebuthiuron, 500 g L⁻¹), cada herbicida compôs um experimento.

Tabela 5.1 - Análise físico- química do solo utilizado no experimento de crescimento e desenvolvimento de três espécies daninhas do gênero *Euphorbia*

Composição Granulométrica ¹ (%)			pH	M.O.	P (mg dm ⁻³)	V (%)
Areia	Silte	Argila	(CaCl ₂)	(dag kg ⁻¹)		
65	2	33	5,2	2,63	15,4	28
Cátions Trocáveis (cmol _c dm ⁻³)						
K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	H+Al	CTC	
82	1,4	0,6	2,21	5,61	7,82	

(1) Franco Argilo Arenosa; (2) SB - soma de bases; CTC - capacidade de troca catiônica; V - saturação por bases.

As sementes foram coletadas em áreas produtoras, em seguida beneficiadas e submetidas à testes preliminares de germinação. Nos vasos, as sementes foram distribuídas sobre o substrato, em quantidades necessárias para a germinação de 25 plantas, e posteriormente cobertas por uma camada uniforme de palhada referente a 10 t ha⁻¹. A palhada utilizada foi coletada em área de cultivo comercial de cana-de-açúcar logo após o corte da variedade RB92579 e seca ao ar livre.

A aplicação dos herbicidas foi realizada em pré-emergência sobre a palhada utilizando-se um pulverizador costal pressurizado a CO₂ e equipado com barras contendo duas pontas de pulverização de jato plano XR 11002 à 200 KPa, para proporcionar volume de calda correspondente a 200 l ha⁻¹. A primeira lamina de irrigação foi dada respeitando o tratamento período sem chuva. Os vasos receberam a irrigação por meio de pulverizadores manuais uma lâmina de irrigação de 20 mm de água, volume necessário para transportar o herbicida da palhada até o solo. Após a primeira irrigação, os vasos foram irrigados apenas quando necessário por meio de avaliações visuais objetivando manter a umidade do solo e evitar a percolação do herbicida.

A coleta do experimento ocorreu aos 43 dias após a primeira irrigação, correspondente a cada tratamento período sem chuva, onde as plantas vivas foram contadas (para determinar a eficiência de controle) e cortadas rente ao solo para determinação da massa seca. Para todas as variáveis avaliadas, os valores obtidos para a testemunha (livre de herbicida) foram considerados como 100% e os dos demais tratamentos, uma proporção deste.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ajustados para o modelo de equação linear ($y=bx+c$) para as espécies *E. hirta* e *E. hyssopifolia* e quadrática ($y=ax^2+bx+c$) para a espécie *E. heterophylla*.

5.3 Resultados e Discussão

Os fatores espécies e a interação espécies vs período sem chuva apresentaram efeito significativo ($p<0,001$) sobre o controle relativo e massa seca relativa para os dois herbicidas estudados, Front[®] e Combine[®] (Tabela 5.2). Para melhor compreensão sobre o comportamento das espécies foi apresentado o desdobramento da interação dos períodos com as espécies, exibindo gráficos com as regressões linear (*E. hirta* e *E. hyssopifolia*) e não-linear (*E. heterophylla*).

Tabela 5.2 - Resumo da análise de variância para controle relativo e massa seca em três espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* submetidas ao uso dos herbicidas Front® e Combine® na simulação de diferentes períodos sem chuvas

Fonte de Variação	GL	QM			
		Controle Relativo (%)		Massa Seca Relativa(%)	
		Front	Combine	Front	Combine
Período (P)	3	0,256	0,934	48,275	1023,89
Erro a	8	0,018	0,045	0,847	38,102
Espécies (E)	2	0,700**	0,688**	123,292**	1127,829**
Período (P) X Espécies (E*P)	6	0,202**	0,250**	17,180**	296,168**
Erro b	16	0,015	0,046	1,272	42,928
CV a (%)		2,40	3,85	27,75	66,75
CV b (%)		2,20	3,91	34,02	70,86

** significativo ($p < 0,001$) e * significativo ($p < 0,05$)

Fonte: Autora, 2015.

Os coeficientes de determinação das regressões explicam os comportamentos das espécies sob efeito dos herbicidas em cada variável. Para a espécie *E. hirta* a regressão linear descreveu bem o comportamento de todas as variáveis estudadas sob a aplicação de herbicida, apresentando $R^2 = 1,00$. O valor do coeficiente “b” foi igual à zero em todas as variáveis estudadas, este coeficiente da regressão determina a angulação da reta o que significa que independente do período sem chuva e do herbicida aplicado à reta não sofrerá alteração sendo sempre paralela ao eixo de x; o coeficiente “c” representa a constante da regressão que determina o ponto de interseção da reta com o eixo y, tendo valor igual à 100 para a variável controle relativo e zero para massa seca relativa independente do herbicida aplicado (Tabela 5.3).

Os herbicidas Front® e Combine® controlaram eficientemente a *E. hirta*, com controle relativo de 100% dos indivíduos mesmo que os herbicidas tenham aplicados sobre a palhada e sido expostos ao período de 45 dias sem chuva simulada. *E. hirta* apresentou-se muito sensível aos herbicidas estudados. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados no estudo de plantas daninhas para a fitorremediação de tebuthiuron por Pires et al. (2003) que observou sua sensibilidade à aplicação de $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ (metade da dose comercial) apresentando sintomas de fitotoxicidade superior a 80% em relação à testemunha (sem aplicação de herbicida) aos 15 e aos 60 dias após a aplicação a mortalidade foi de 100% das plantas.

Os dados obtidos para *E. heterophylla* apresentaram ajuste para a equação quadrática, com R^2 acima de 80%. O coeficiente “a” determina a posição da concavidade da curva,

quando o valor deste coeficiente é positivo a curva apresenta concavidade voltada para cima e valor crescente após o ponto de inflexão da curva. Para *E. heterophylla* o valor do coeficiente “a” foi negativo em resposta à aplicação do herbicida Front® nas variáveis estudadas, tendo valor decrescente após o ponto de flexão da curva (Tabela 5.3).

Tabela 5.3- Parâmetros do modelo e coeficiente de determinação (R^2) obtido para modelagem das variáveis de controle e massa seca de três espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* após a aplicação dos herbicidas Front® e Combine® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a diferentes períodos sem chuvas, em dias

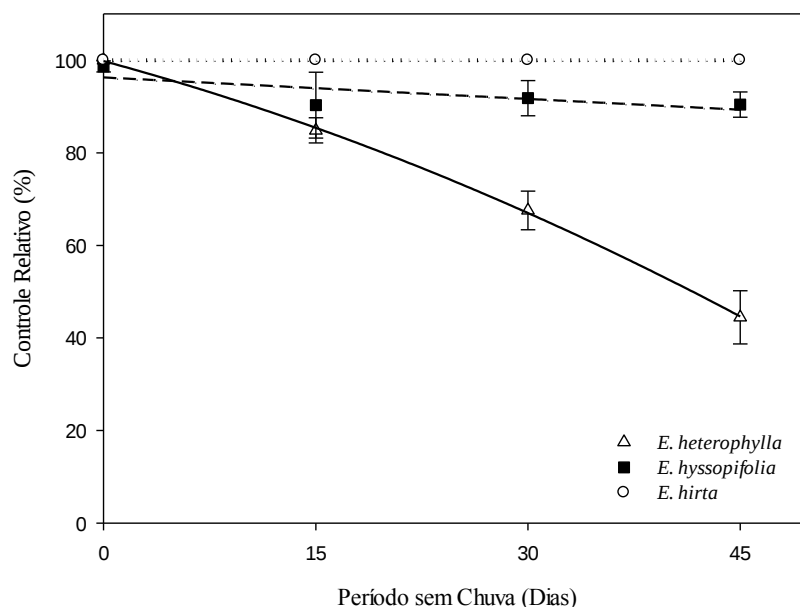
Herbicidas	Variáveis	Espécies	Parâmetros			R^2	F
			A	b	c		
Front®	Controle Relativo	<i>Euphorbia heterophylla</i> ¹	-0,009	-0,828	99,816 **	0,999	1256,669
		<i>Euphorbia hyssopifolia</i> ²	-	-0,155 **	96,287	0,356	2,661
		<i>Euphorbia hirta</i> ²	-	0,000	100,000	1,000	+∞
	Massa Seca Relativa	<i>Euphorbia heterophylla</i> ¹	-0,001	0,108	-0,131	0,857	9,956
		<i>Euphorbia hyssopifolia</i> ²	-	0,118	0,019 *	0,859	19,362
		<i>Euphorbia hirta</i> ²	-	0,000	0,000	1,000	+∞
Combine®	Controle Relativo	<i>Euphorbia heterophylla</i> ¹	-0,058	1,556	97,407	0,800	7,000
		<i>Euphorbia hyssopifolia</i> ²	-	-1,034 *	97,809	0,565	4,891
		<i>Euphorbia hirta</i> ²	-	0,000	100,000	1,000	+∞
	Massa Seca Relativa	<i>Euphorbia heterophylla</i> ¹	0,035	-0,934	1,556	0,800	7,000
		<i>Euphorbia hyssopifolia</i> ²	-	-1,723	0,818	0,593	5,378
		<i>Euphorbia hirta</i> ²	-	0,000	0,000	1,000	+∞

¹ Modelo: $y = ax^2 + bx + c$; ² $y = bx + c$; ** significativo ($p < 0,001$) e * significativo ($p < 0,05$)

Fonte: Autora, 2015.

E. hyssopifolia apresentou valores acima de 90% de controle sob efeito do herbicida Front® mesmo quando o produto passou 45 dias exposto à radiação solar para ser lixiviado por meio de irrigação até chegar ao solo. No mesmo período a *E. heterophylla* apresentou valor menor, 44% de controle relativo, não sendo eficientemente controlada. O controle da *E. heterophylla* só foi eficaz nos tratamentos em que o período sem chuvas simulado foi de no máximo 15 dias. O herbicida apresentou 100% e 84% de controle desta espécie, quando a mesma foi submetida aos tratamentos de 0 e 15 dias sem chuva, respectivamente. (Figura 5.1). Estes resultados confirmam o registro do Front® apenas para a espécie *E. hyssopifolia* (OLIVEIRA JR et al., 2001).

Figura 5.1 – Porcentagem relativa de controle de três espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* após a aplicação do herbicida Front® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a 0, 15, 30 e 45 dias de período sem chuvas



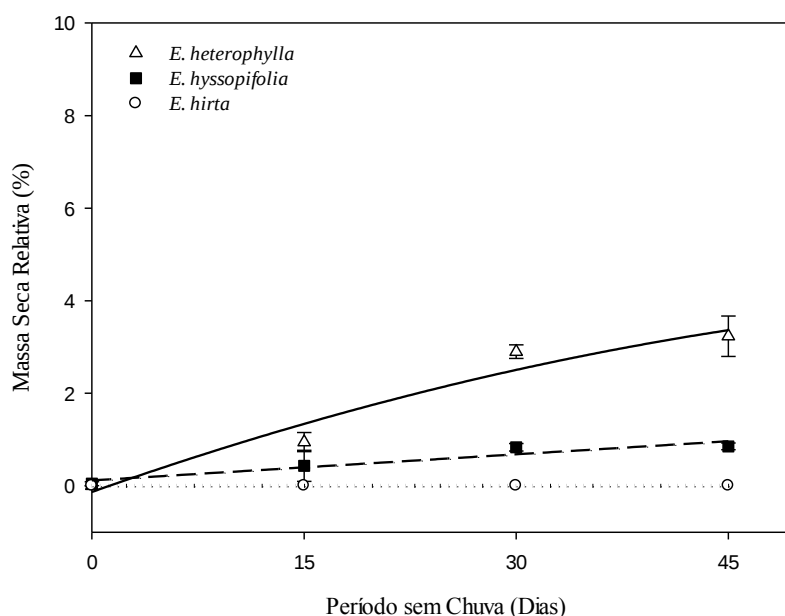
Fonte: Autora, 2015.

A massa seca relativa das espécies estudadas foi reduzida drasticamente com a aplicação do herbicida Front®, cujos valores médios ficaram abaixo de 3,5%. *E. hyssopifolia* produziu menos de 1% de massa seca relativa mesmo quando submetida ao tratamento de 45 dias sem chuva simulada (Figura 5.2).

Para *E. heterophylla* os valores máximos de massa seca relativa foram de 2,89 e 3,23% nos tratamentos de 30 e 45 dias sem chuva simulada, mesmo tendo controle relativo de 67 e 44%, respectivamente.

Mesmo havendo escape no controle da *E. heterophylla*, o herbicida Front® inibiu seu desenvolvimento e acúmulo de massa seca das espécies estudadas, mesmo no período de 45 dias sem a simulação de chuva (Figura 5.1 e 5.2), o que justifica sua utilização na cultura da cana-de-açúcar principalmente no período de restrição hídrica. Esse herbicida é conhecido popularmente por herbicida de seca por apresentar características individuais das três moléculas que conferi à mistura o excelente resultado, o diuron com persistência nos solos, o hexazinone e sulfometuron-methyl com alta solubilidade (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011; GIANCOTTI et al., 2012; TOLEDO et al., 2012).

Figura 5.2 – Massa seca relativa de três espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* após a aplicação do herbicida Front® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a 0, 15, 30 e 45 dias de período sem chuvas

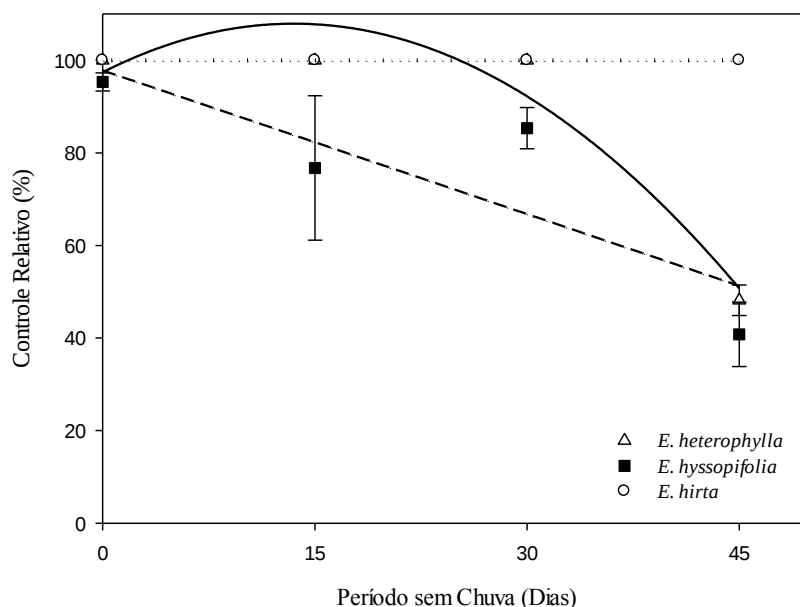


Fonte: Autora, 2015.

Toledo et al. (2012) e Garcia et al. (2012) estudando o herbicida Front® no sistema de cana crua confirmaram a característica de alta solubilidade que o torna facilmente lixiviado da palhada e sua eficácia no controle de algumas plantas daninhas do novo sistema. A presença de palhada na superfície do solo, mesmo sendo pequena ($2,5 \text{ t ha}^{-1}$), intercepta e retém este herbicida, havendo a necessidade de uma lamina hídrica para o transporte do produto até o solo (TOLEDO et al., 2012). Por outro lado, Garcia et al. (2012) demonstraram que mesmo sem chuva, apenas com a capacidade de campo, a mistura de moléculas diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl, Front®, controla 80% da corda-de-viola, *Ipomoea triloba*, na camada superficial do solo de 0 a 10cm.

No mesmo estudo Garcia et al. (2012) confirmou a eficácia do Front®, aplicado sobre 5 t ha^{-1} palhada, apresentando o controle de *Panicum maximum* e *Ipomoea triloba*, após um período 180 dias de restrição hídrica. Gaincontti et al. (2014), também provaram a eficácia deste herbicida no controle químico de *I. hederifolia* e *I. grandifolia* após 90 dias de restrição hídrica e indica que este resultado satisfatório deve-se a possíveis relações de sinergismo entre as moléculas encontradas no produto.

Figura 5.3 – Porcentagem relativa de controle de três espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* após a aplicação do herbicida Combine® sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a 0, 15, 30 e 45 dias de período sem chuvas

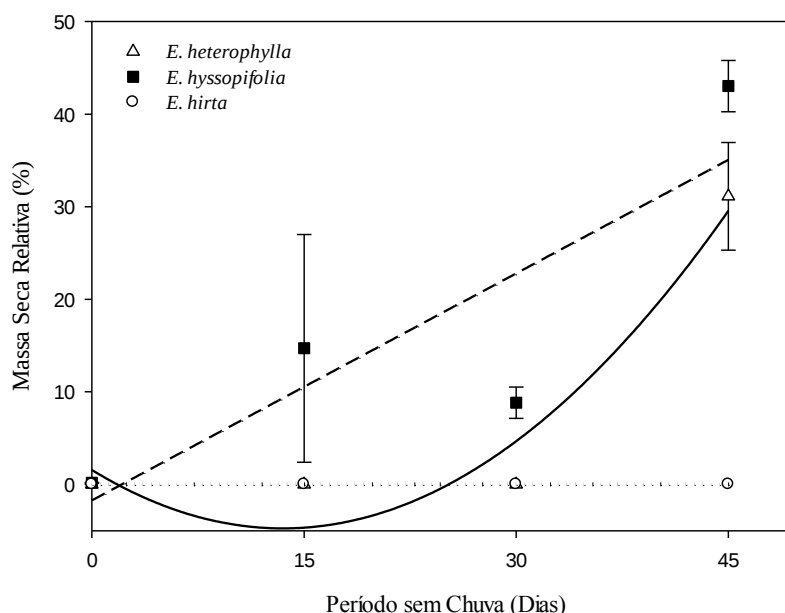


Fonte: Autora, 2015.

O herbicida Combine® foi eficaz no controle das espécies *E. heterophylla* e *E. hyssopifolia* até o tratamento 30 dias sem chuva. Quando houve a simulação de 45 dias sem chuva após a aplicação do herbicida, os controles relativos foram de apenas 48 e 40,78% para *E. heterophylla* e *E. hyssopifolia*, respectivamente. Nas simulações de 0, 15 e 30 dias sem chuva após a aplicação do Combine®, este controlou em 100% a espécie *E. heterophylla*, e mais de 75% *E. hyssopifolia*, o que indica que o período residual ótimo para o controle destas espécies no cultivo de cana crua pelo Combine® é de 30 dias sem chuva (Figura 5.3).

A massa seca relativa de *E. heterophylla*, quando submetida à aplicação do Combine®, foi totalmente inibida nos tratamentos de 0, 15 e 30 dias de período sem chuva simulada, porém quando houve a simulação de 45 dias sem chuva, a massa seca relativa dessa espécie foi de 43,03%. *E. hyssopifolia*, quando submetida ao mesmo tratamento e período, apresentou massa seca relativa de 31,12% em relação à testemunha (Figura 5.4). Isto indica que o herbicida foi volatilizado ou degradado com o passar do tempo exposto ao ambiente, não apresentando ação eficaz no controle destas espécies após 45 dias; estas espécies não apresentaram redução no desenvolvimento observado pelo acúmulo de massa seca das plantas daninhas.

Figura 5.4 – Massa seca relativa de três espécies de plantas daninhas do gênero *Euphorbia* após a aplicação do herbicida Combine[®] sobre palhada de cana-de-açúcar e submetidas a 0, 15, 30 e 45 dias de período sem chuvas



Fonte: Autora, 2015.

Os resultados obtidos no presente trabalho confirmam a baixa eficácia do Combine[®] também observada por Tofoli et al. (2009). Os quais concluíram que quanto maior for o tempo de contato do herbicida com a palhada, menor será sua transposição para o solo, independentemente da quantidade de chuva simulada, reduzindo para cerca de 30% o total de produto lixiviado quando este ficou exposto por 28 dias após a aplicação. O princípio ativo deste herbicida (tebuthiuron) apresenta meia-vida longa, cerca de um ano em solos com alto teor de carbono e pouca chuva (CHANG; STRIZKE, 1977; HELLING, 2005), podendo ter sua meia-vida reduzida a até 20 dias, sob condições específicas de solo (umidade, concentração de matéria orgânica, comunidade microbiana) e clima (temperatura, radiação), (CERDEIRA et al., 2007). No presente estudo, o Combine[®] não foi eficaz no controle após 45 dias sem chuva, indicando que o produto pode ter sido volatilizado e/ou fotodegradado nesse período.

Conclusão

Os herbicidas Front[®] aplicado sobre a palhada da cana-de-açúcar foi eficaz no controle de *E. hyssopifolia* e *E. hirta*, mesmo quando simula-se o período de 45 dias sem ocorrência de

chuvas. O herbicida Combine[®], aplicado na palhada da cana-de-açúcar, não apresenta efeito residual no período de 45 sem chuva simulada, para as espécies *E. heterophylla* e *E. hyssopifolia*.

Referências

- ALAGOAS. Lei nº 7.454, de 14 de março de 2013. Define procedimentos, proibições, estabelece regras de execução e medidas de precaução a serem obedecidas quando do emprego do fogo em práticas agrícolas, pastoris e florestais, e dá outras providências correlatas. **Diário Oficial Alagoas**, Maceió, AL, ano c, n. 50, 19 mar 2013. Seção I, p. 2-4.
- ALVES, S.N.R. Efeito residual de herbicida aplicados em pré-emergência em diferentes condições de restrição hídrica nos solo na cultura da cana-de-açúcar. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 126p. 2010.
- CARBONARI, C.A; VELINI, E.D; CORREA, M.R; NEGRISOLI, E; ROSSI, C.V; OLIVEIRA, C.P. Efeitos de períodos de permanência de clomazone + hexazinona no solo e na palha de cana-de-açúcar antes da ocorrência de chuvas na eficácia de controle de plantas Daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 197-205, 2010.
- CARCIA, D. de B; Lixiviação e eficácia de controle de plantas daninhas da formulação de diuron+hexazinona+sulfometurom-metilico em diferentes solos, condições hídricas e presença de palha. **Dissertação** (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2012. 77p.
- CAVENAGHI, A.L; ROSSI, C.V.S; NEGRISOLI E; COSTA, E.A.D; VELINI, E.D; TOLEDO, R.E.B. Dinâmica do herbicida amicarbazone (Dinamic[®]) aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). **Planta Daninha**, v.25, n.4, p.831-37, 2007.
- CERDEIRA, A. L.; DESOUZA, M. D.; QUEIROZ, S. C.; FERRACINI, V. L.; BOLONHEZI, D.; GOMES, M. A.; ROSA, M. A.; BALDERRAMA, O.; RAMPAZZO, P.; QUEIROZ, R. H.; NETO, F. C.; MATALLO, M. B.. Leaching and half-life of the herbicide tebuthiuron on a recharge area of Guarany aquifer in sugarcane fields in Brazil. **J Environ Sci Health**, v. 42, p. 635-9. 2007.
- CHANG, S. S.; STRIZKE, J. F. Sorption, movement, and dissipation of tebuthiuron in soils. **Weed Sci**, v. 25, p. 184-187. 1977.
- CHRISTOFFOLETI, P.J. LOPEZ-OVEJERO, R. F; DAMIN, V; CARVALHO, S. J. P; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2009. 72p.
- CHRISTOFFOLETI, P.J.. Lixiviação de diuron, hexazinone e sulfometuron-methyl em formulação comercial e isoladamente em dois solos contrastantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.222-230. 2012
- CORREIA, N.M.; DURIGAN, J.C. Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**. vol.22, no.1, p.11-17. 2004.

FERREIRA, E. A. et al. Manejo de plantas daninhas em cana crua. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p.915-925, 2010.

FRANCO-BERNARDES, M.F.; MASCHIO, L.R.; AZEREDO-OLIVEIRA, M.T.V. DE; ALMEIDA, E.A. DE. Biochemical and genotoxic effects of a commercial formulation of the herbicide tebuthiuron in *Oreochromis niloticus* of different sizes. **Ecotoxicol. Environ. Contam.** v. 9, n. 1, 59-67. 2014.

GARCIA, D.B; ALVES, S. N. R; CASON, J. B; CHRISTOFFOLET, P. J. Lixiviação de diuron, hexazinone e sulfometuron-methyl em formulação comercial e isoladamente em dois solos contrastantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.222-230, 2012.

GIANCOTTI, P. R. F.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; FILHO, R. V.; NEGRISOLI, E.; CASON, J. B.; ALVES, S. N. R.; ROCHA, M. G. Eficácia de herbicidas em condições controladas para o controle de gramíneas infestantes de canaviais em estiagem. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 3, p. 269-275. 2012.

GIANCOTTI, P.R.F; TOLEDO, R.E.B; ALVES, P.L.C.A; VICTORIA FILHO, R; CASON, J.B; ROCHA, M.G. Chemical control of morning glory as a function of water restriction levels. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 345-353, 2014.

GOMES, M.A.; SPADOTTO, C.A.; PEREIRA, A.S.; MATALLO, M.B.; LUCHINI, L.C.; Movimento do herbicida tebutiuron em dois solos representativos das áreas de recarga do aquífero Guarani. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 479–483. 2006.

GUSTAFSON, D.I., Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environmental Toxicology and Chemistry**. v. 8, p. 339–357. 1989.

HELLING, C. S. “The science of soil residual herbicides,” in: **Soil Residual Herbicides: Science and Management**, ed. R. C. Van Acker (Topics in Canadian Weed Science, Saint-Anne-de-Bellevue, Quebec: Canadian Weed Science Society), p 3 - 22. 2005.

HYDRICK D. E.; SHAW, D. R. Effects of tank-mix combinations of non-selective foliar and selective soil-applied herbicides on three weed species. **Weed Technol.**, v. 8, n. 1, p. 129-133, 1994.

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**, v. 25, n. 3, p. 501-511, 2007.

LOCKE, M. A.; BRYSON, C. T. Herbicide-soil interaction in reduced tillage and plant residue management systems. **Weed Sci.**, v. 45, n. 2, p. 307-320, 1997.

MACIEL, C.D.G.; VELINI, E.D. Simulação do caminhamento da água da chuva e herbicidas em palhadas utilizadas em sistemas de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.3, p.471-481, 2005.

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

MATALLO, M.B.; SPADOTTO, C.A.; LUCHINI, L.C.; GOMES, M.A.F.; Sorption, degradation and leaching of tebuhturon and diuron in soil columns. *Journal of Environmental Science and Health — Part B* 40, 39–43. Spadotto, C.A., 2002. Screening method for assessing pesticide leaching potential. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*. v. 12, p. 69–78. 2005.

MONQUERO, P.A. et al. Eficácia de herbicidas em diferentes épocas sobre *B. pilosa* e *I. quamoclit* em área de cana-de-açúcar colhida mecanicamente. *Planta Daninha*, v.27, n.3, p.563-570, 2009.

PRADO, A.B.C.A.; OBARA, F. E. B.; BRUNHARO, C. A. G. C.; MELO, M. S. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; FIGUEIREDO, M.R.A.. Dinâmica de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre palha de cana-de- açúcar em diferentes regimes hídricos. *Revista Brasileira de Herbicidas* , v. 12, p. 179-187, 2013.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6ª ed., Londrina, 2011. 697p.

ROSSI, C.V.S. et al. Dinâmica do herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). *Planta Daninha*, v.31, n.1, p.223-230, 2013.

SILVA, P. V; MONQUERO, P. A. Influência da palha no controle químico de plantas daninhas no sistema de cana crua. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.12, n.1, p.94-103. 2013.

SIMONI, F. et al. Eficácia de imazapic e sulfentrazone sobre *Cyperus rotundus* em diferentes condições de chuva e palha de cana-de-açúcar. *Planta Daninha*, v.24, n.4, p.769- 778, 2006.

TOFOLI, G. R. et al. Dinâmica do tebutiuron em palha de cana-de-açúcar. *Planta Daninha*, v. 27, n. 4, p. 815-821, 2009.

TOLEDO, R.E.B. et al. Eficácia do herbicida amicarbazone aplicado sobre a palha ou no solo no controle de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar. *Planta Daninha*, v.27, n.2, p.319-326, 2009.

TOLEDO, R.E.B. et al. Transposição e interceptação do herbicida Front® pela palha de cana-de-açúcar. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Anais... Campo Grande, MS, 2012. p.264-269. CD-ROM

ZHU, Y., LI, Q.X. Movement of bromacil and hexazinone in soils of Hawaiian pineapple fields. *Chemosphere* 49, 669–674. 2002.