

HERBICIDAS UTILIZADOS EM PRÉ E PÓS-EMERGÊNCIA NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR *Saccharum officinarum*

HERBICIDES USED IN PRE AND POST - EMERGENCE IN THE SUGAR CANE CULTURE *Saccharum officinarum*

¹FELICIANO, B. T.; ²CATÃO, H. C. R. M.

^{1e2}Curso de Agronomia – Faculdades Integradas de Ourinhos-FIO/FEMM

RESUMO

A cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* é uma planta perene, pertencente à família *Poaceae* e possui grande importância econômica e alimentícia. A *Saccharum officinarum* é resultado de cruzamentos realizados entre as diversas espécies de cana-de-açúcar. A queima dos canaviais após colheita acarreta em prejuízos ao meio ambiente pela emissão de gases poluentes do ar. A maior produção de cana no país se encontra na região Sudeste. As plantas daninhas são plantas que se desenvolvem onde não são necessárias e podem afetar a saúde humana e animal sendo algumas tóxicas. O controle químico é o mais utilizado pelos produtores por meio dos herbicidas. Objetivou-se com esta revisão bibliográfica identificar plantas daninhas suscetíveis à aplicação de herbicidas. Nos tratamentos com palha de cana-de-açúcar o herbicida diuron foi menos eficaz no controle de plantas daninhas. Contudo, os ingredientes ativos sulfentrazone + amicarbazone causaram grande suscetibilidade para quatro espécies de plantas daninhas mesmo em doses baixíssimas. Assim, os herbicidas mais eficientes foram amicarbazone e sulfentrazone. A aplicação aos 150 dias após plantio da cana-de-açúcar já interfere na comunidade infestante. O uso do sulfentrazone tem uma longa persistência no solo e prolonga com o aumento das doses. Contudo, 5 t ha de palha de cana-de-açúcar podem reter mais de 90% de um ingrediente a exemplo do metribuzin.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Herbicidas. Pré e Pós-Emergência.

ABSTRACT

The sugarcane *Saccharum officinarum* is a perennial culture, it belongs to *Poaceae* Family and has a great economic and alimentary importance. The *Saccharum officinarum* is result of crosses between several species of sugarcane. The burning of sugarcane plantations after harvested causes environmental damage caused by the emission of pollutant gases from the air. The largest sugarcane production in the country is in the Southeast region. Weeds are plants that grow where they are unnecessary and can affect human and animal health being some toxic. The chemical control is the most used by farmers through herbicides. The objective of this review is to identify weeds that are susceptible to the application of some herbicides. In the treatments with sugarcane straw the herbicide diuron was less effective in relation the other herbicides. However, the active ingredients sulfentrazone + amicarbazone caused great susceptibility to four species even in very low doses. So, the most efficient herbicides in their experiment were amicarbazone and sulfentrazone. The application at 150 days after planting, sugarcane already interferes in the weed community. The use of sulfentrazone has a long persistence in the soil and prolongs with increasing doses. However, 5 t/ha of sugarcane straw can retain more than 90% of na active ingrediente, for example metribuzin.

Keywords: Sugar Cane. Herbicides. Pre and Post Emergency.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar *Saccharum officinarum* é uma planta perene, pertencente à família *Poaceae* cuja família possui grande importância econômica e alimentícia, é uma gramínea forte e alta com colmos cilíndricos e folhas grandes, sua inflorescência terminal é do tipo panícula. O gênero *Saccharum*, segundo Saciloto (2003) e Suguitani

(2006), tem sua origem no Sudeste Asiático, na região centrada em Nova Guiné e Indonésia. A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) possui grande importância econômica no Brasil, pois além de ser utilizada para a produção de açúcar para o consumo interno e exportação, é utilizada também para a produção de álcool, que representa uma alternativa como substituto de combustíveis derivados do petróleo (Martins, 2004). Atualmente é cultivada em climas subtropicais e tropicais por ser uma planta C4. São vários os subprodutos da cana como a torta de filtro, bagaço, biogás, etanol celulósico, cachaça, rapadura, melaço (ou mel fina), vinhaça, levedura seca e óleo fúsel. De acordo com Oliveira, Braga e Santos (2014) seu cultivo apresenta-se com grande potencial para suplementação de energia, tanto à produção de etanol, quanto à produção de energia elétrica por meio da queima do bagaço nas usinas.

Figueiredo (2010) afirma que a cana produzida atualmente (*Saccharum officinarum*) se dá pelo uso de híbridos. É resultado de vários cruzamentos realizados entre as diversas espécies como *Saccharum spontaneum*, *Saccharum sinensis*, *Saccharum barberi*, *Saccharum robustum* e *Saccharum eduli*. Podem ser cultivadas até em solos mais pobres como no cerrado e pode alcançar até seis metros de altura variando de acordo com a intensidade luminosa da região que é cultivada.

No Brasil que, atualmente é o maior produtor mundial de cana, esta só chegou a meados de 1520 logo após a chegada dos portugueses e logo se disseminou e começou seu plantio tornando-a um dos maiores cultivos desenvolvidos no país, onde inicialmente era utilizado o trabalho dos indígenas que posteriormente foi passado para os escravos vindos da África.

Para implantar a cultura da cana é necessário observar algumas características para conseguir uma boa adaptação da planta como por exemplo, as condições edafoclimáticas, resistência a pragas e doenças, o rápido crescimento, a produtividade, o manejo de plantas daninhas e a eficiência destas sobre o canavial.

Muito se fala da cana-de-açúcar com relação à preservação ambiental, devido à queima dos canaviais após colheita. De acordo com Luca et al. (2008) em vários países, é comum queimar o canavial antes da colheita, pois a queima da densa biomassa foliar (palhada) torna mais fácil o corte manual dos colmos. Isso se deve também à eliminação de pragas e doenças do canavial e também à retirada de folhas secas e verdes que são consideradas matéria-prima descartável, porém acarreta em prejuízos ao meio ambiente pela emissão de gases poluentes do ar como principalmente o gás carbônico (CO₂), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso

(N₂O), metano (CH₄) e também causa uma grande redução da atividade microbiológica do solo responsável por sua fertilidade. No estado de São Paulo, a Lei nº. 11.241 de 2002 controla a queima da cana-de-açúcar para despalha e instalou um cronograma para que a totalidade dos canaviais deixe de ser queimados. Desde 2014, plantações que estão em áreas com declividade de até 12%, não podem mais ser queimadas, existindo somente a colheita mecanizada da cana crua. Nas demais aéreas, o prazo é até o ano de 2017.

A maior produção de cana-de-açúcar no país se encontra na região Sudeste com 69,5% sendo só o Estado de São Paulo o responsável por mais da metade da produção brasileira, seguido por Centro-Oeste com 13,5% da produção. Em 2010, o Município com maior produção no Estado de São Paulo foi Morro Agudo. São Paulo com 60% de área plantada no Brasil é o principal produtor seguido de Alagoas, Paraná, Minas Gerais, Pernambuco, Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul (UNICA, 2005).

As plantas daninhas podem ser explicadas como plantas que estão onde não são desejadas e que causam interferência negativa na cultura comercial produzida. Estas reduzem em grande porcentagem a produtividade das lavouras, pois competem com as culturas por nutrientes, luminosidade, água, O₂, conseqüentemente assim aumentando os custos de produção e causando prejuízos ao produtor. As plantas daninhas também podem afetar a saúde humana e animal sendo tóxicas algumas delas, causando a morte de animais e de grande parte dos rebanhos. As plantas daninhas são classificadas com base no formato das folhas, em seu ciclo de vida e em sua preferência por um clima ou estação, em *habitat*. Existem plantas daninhas com folha larga e também as gramíneas. Quanto ao ciclo de vida podem ser classificadas em anuais, bienais ou perenes. Há plantas daninhas aquáticas, terrestres, de baixadas.

Toda cultura possui um período crítico de prevenção à interferência, no caso da cana-de-açúcar esse período se dá aos 120 dias após emergência da cultura. Para o controle, recorre-se ao controle preventivo, cultural, mecânico, físico, biológico e químico; este último é o mais utilizado pelos produtores por meio de agroquímicos caracterizados como herbicidas.

O controle químico envolve substâncias que destroem os vegetais ou os impede de completar seu ciclo. O uso de produtos químicos vêm crescendo e há o uso indiscriminado em muitas propriedades, porém estes produtos podem causar vários problemas ao meio ambiente e também ao homem quando manejado de forma

errônea ou dosagens acima das recomendadas. Os herbicidas podem ser classificados por atividade sendo divididos em herbicidas sistêmicos e herbicidas de contato; por uso sendo divididos em aplicados no solo, aplicação pré-emergente e aplicação pós-emergente; e por mecanismo de ação, afetando enzimas, proteína e etapas bioquímicas da planta.

Os problemas com plantas daninhas nos canaviais aumentaram muito devido à proibição da queima da palha da cana-de-açúcar e o processo de colheita realizado passou a ser o da cana-crua modificando assim o manejo de todo o canavial, pois a palha é depositada na superfície do solo variando de 10 a 20 t ha⁻¹ de palha. O espaçamento também acabou sendo modificado, aumentando-o nos sistemas de cultivo atuais, causando alterações na composição da flora infestante do canavial.

Assim, objetivou-se com esta revisão bibliográfica identificar as plantas daninhas suscetíveis à aplicação de herbicidas observando a eficiência e ineficiência de acordo com o ingrediente ativo, dose, época de aplicação dos herbicidas, espécies de plantas daninhas controladas e influência da presença ou ausência de palha e de chuva.

MATERIAL E MÉTODOS

A revisão bibliográfica foi feita por meio de artigos científicos publicados a partir de 2010 em revistas e também por meio de dissertações publicadas em 2015. Foi utilizado o banco de dados do Scielo (*Scientific Eletronic Library Online*). Esta pesquisa baseou-se em artigos sobre a eficiência de diferentes ingredientes ativos de herbicidas utilizados para combater as principais plantas daninhas que dificultam o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Prado et al. (2013) realizaram trabalho científico sobre a dinâmica de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre palha de cana-de-açúcar em diferentes regimes hídricos, este trabalho foi conduzido em casa de vegetação de fevereiro a março de 2013 em Piracicaba/SP, objetivando-se assim conhecer a dinâmica dos herbicidas diuron, metribuzin e tebuthiuron em diferentes regimes hídricos com e sem palha, para conhecer qual a principal relação da presença ou ausência de palha na remoção dos herbicidas pela água da chuva e para se relacionar esses efeitos com à eficácia no controle de plantas daninhas.

Prado et al. (2011) realizaram também o experimento em vasos com capacidade de 1 litro, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x3x2 tendo quatro repetições. Depois de feita a aplicação dos herbicidas foi realizada a simulação de chuva (testemunha, 0, 5, 10, 20 e 20 + 20 mm) em cada tratamento com e sem palha. O procedimento constituiu na secagem da palha de cana-de-açúcar e retirada da palha dos vasos e, um dia após a aplicação, foi realizada a semeadura de *Cucumis sativus* e *Ipomoea grandifolia*. As avaliações foram realizadas para as duas espécies aos 10 e 21 dias após aplicação, onde ocorreu a secagem da parte aérea em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C.

Prado et al. (2013) observaram que, para as duas espécies nos tratamentos com palha, o diuron foi menos eficaz em relação aos outros herbicidas testados. Concluíram assim que a palha altera grande e negativamente o efeito dos herbicidas na ausência de chuva constatando que uma chuva de 20 mm foi suficiente para aumentar os níveis de controle sobre as plantas daninhas. Nas parcelas onde ocorreu simulação de chuva os herbicidas não apresentaram diferenças entre si. O herbicida tebuthiuron apresentou excelente nível de controle em chuva simulada de apenas 5 mm. O controle foi muito menor em parcelas com 10 t de palha por ha para a *I. grandifolia* nos três herbicidas testados, sendo o diuron o mais afetado. Ainda para o controle de *I. grandifolia*, verificou-se que os tratamentos onde foram simulados 20 mm de chuva e os tratamentos sem palha não obtiveram diferenças significativas no controle, sendo que onde havia presença da palha observou-se diferença significativa com um controle muito menor da planta daninha em questão. Em relação à matéria seca da *I. grandifolia*, a aplicação de diuron sem simulação de chuva resultou em valores muito semelhantes aos valores de matéria seca das testemunhas onde não houve aplicação de herbicidas. Na presença de palha o herbicida que se destacou com um maior controle de plantas daninhas foi o tebuthiuron.

A planta daninha *C. sativus* se mostrou muito sensível ao metribuzin, já tebuthiuron apresentou bom controle, porém onde não houve simulação de chuva ocorreu um menor controle conforme observado por Prado et al. (2013). De acordo com os tratamentos onde havia palha, o diuron apresentou eficácia reduzida no controle e na ausência de palha, sendo os resultados semelhantes para os três herbicidas no controle de *C. sativus*. Observou-se que a presença de palha mais a ausência de umidade diminuiu o controle da planta daninha. Em relação à matéria seca da *C. sativus* houve diferença significativa apenas para as precipitações, onde a

testemunha apresentou maior matéria seca da planta daninha quando comparada aos outros tratamentos, já que não foi aplicado lâmina de água e nenhum agroquímico.

Silva et al. (2015) realizaram um experimento envolvendo vários ensaios sobre a aplicação de herbicidas em pré-emergência sobre palha de cana-de-açúcar para o controle de espécies da família Convolvulaceae, objetivando-se estudar a eficiência de sulfentrazone, hexazinone, amicarbazone e associações em diferentes doses, no controle de espécies de corda-de-viola, com aplicações sobre a palhada de cana-de-açúcar. Neste trabalho foi realizado um ensaio constituído de seis experimentos, em casa de vegetação utilizando vasos de 1 litro, o delineamento adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x8 com três repetições. Utilizaram quatro espécies de corda de viola e oito doses de herbicidas variando de 0 a 400% da dose recomendada para a cana-de-açúcar. As sementes de corda-de-viola foram plantadas na densidade de 10 plantas por vaso e posteriormente a semeadura houve a cobertura com a palha de cana-de-açúcar (10 t ha^{-1}), após então foi realizada a aplicação dos herbicidas e fornecidas uma lâmina de água de 20 mm sobre os vasos.

A espécie *Ipomoea nil* foi controlada pelo herbicida sulfentrazone usando-se doses próximas a comercial recomendada, para o herbicida hexazinone a espécie mostrou-se altamente sensível mesmo quando em doses abaixo das recomendadas de acordo com Silva et al. (2015). A associação dos herbicidas sulfentrazone + hexazinone foi satisfatória mesmo em doses baixas como 12,5% da recomendada para obter controle da *I. nil*.

À espécie *Merremia aegyptia* a aplicação do herbicida sulfentrazone com apenas 25% da dose recomendada controlou quase 100% das plantas, já para a aplicação do herbicida hexazinone em dose mais baixa esta espécie apresentou maior tolerância, porém foi controlada em dose padrão. Na associação dos herbicidas sulfentrazone + hexazinone em doses baixas como 12,5% não houve o controle, porém ao serem aplicados nas doses recomendadas observou-se controle da espécie *M. aegyptia*. O herbicida de menor eficiência para a espécie é o hexazinone, sendo o amicarbazone e sulfentrazone melhores respectivamente, conforme Silva et al. (2015) observaram.

Considerando que os agroquímicos aplicados em excesso acabam acarretando em desenvolvimento de resistência por parte de algumas plantas daninhas, o resultado obtido com amicarbazone e sulfentrazone aplicados na espécie *Merremia aegyptia* traz grandes benefícios ao meio ambiente, sendo satisfatório ao aplicar

doses baixas. Assim também, estará poluindo em menor quantidade o solo, lençóis freáticos e a fauna e trazendo mais economia aos produtores, que gastam menos aplicando doses reduzidas dos produtos.

Após a avaliação, Silva et al. (2015) observaram que a espécie *Ipomoea quamoclit* ao ser submetida ao herbicida sulfentrazone foi controlada com dose próxima a recomendada apenas, a espécie apresentou tolerância às doses baixas de hexazinone e 82% de controle na dose recomendada, já na associação de sulfentrazone + hexazinone a espécie alcançou controle mesmo em doses baixas. Usando 50% da dose recomendada o herbicida que apresentou menor controle foi hexazinone, já os que apresentaram maior controle foram sulfentrazone e amicarbazone respectivamente.

O uso de mais de um princípio ativo torna-se mais eficiente quando seus modos de ação e translocação diferem um do outro, agindo cada um de uma forma no metabolismo da planta. Fato que explica o porquê da associação do sulfentrazone e hexazinone ter sido mais eficiente em relação ao uso isolado desses princípios ativos nas plantas daninhas, pois o sulfentrazone age inibindo a protoporfirinogênio oxidase causando peroxidação dos lipídeos, necrose e morte celular, já a hexazinone do grupo das triazinonas age inibindo o fotossistema II devido à falta de ATP e poder redutor, também rompendo as membranas causando clorose foliar. Sendo assim, é inútil o uso de mais de um agroquímico se os princípios ativos não diferirem um do outro.

Já para a espécie *Ipomoea hederifolia*, Silva et al. (2015) puderam perceber que esta se mostrou altamente suscetível ao herbicida sulfentrazone mesmo em doses baixas, entretanto em relação ao herbicida hexazinone a *I. hederifolia* se apresentou tolerante a doses baixas sendo que só passou a ser controlada a partir de doses 75% da recomendada. A associação entre sulfentrazone + hexazinone em doses de 12,5% não controlou esta espécie sendo que só a dose recomendada obteve controle. Em doses de 50%, o herbicida que menos controlou a espécie foi hexazinone, sendo os de maiores controles os herbicidas sulfentrazone e amicarbazone respectivamente.

Silva et al. (2015) puderam observar que as doses aplicadas abaixo da dose recomendada ocasionaram comportamentos diferentes para as espécies de corda-de-viola. Na aplicação de forma isolada sobre a palha, apenas sulfentrazone e amicarbazone foram eficientes no controle de corda-de-viola utilizando doses reduzidas. Algumas associações de herbicidas mesmo em doses menores do que as

recomendadas foram eficazes no controle de corda-de-viola, como exemplo de associações foram utilizadas no experimento sulfentrazone + hexazinone, sulfentrazone + amicarbazone e hexazinone + amicarbazone. Diante disso, os ingredientes ativos sulfentrazone + amicarbazone causaram grande suscetibilidade para as quatro espécies mesmo em doses baixíssimas.

Silva, Monquero e Munhoz (2015) relataram que o controle em pós-emergência de plantas daninhas com os herbicidas amicarbazone, saflufenacil, mesotrione e sulfentrazone em pós-emergência controlaram as seguintes espécies de plantas daninhas: *Merremia aegyptia*, *Ipomoea purpurea*, *Luffa aegyptiaca*, *Mucuna aterrima* e *Ricinus communis*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em vasos plásticos de 1 litro e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. As plantas daninhas foram semeadas individualmente nos vasos e feito o desbaste deixando apenas cinco plantas por vaso. Foi feita uma irrigação diária com uma lâmina de 10 mm e os herbicidas foram aplicados quando as plantas daninhas estavam com 2 a 4 pares de folhas verdadeiras testando cinco doses diferentes dos produtos. Seguindo recomendação do fabricante, foi utilizado óleo mineral nos herbicidas saflufenacil e mesotrione. Foram realizadas avaliações visuais após 7, 14 e 21 dias após a aplicação dos agroquímicos e aos 21 dias a parte aérea das plantas daninhas foram cortadas rente ao solo e levadas para secar em estufa para avaliar matéria seca sendo estabelecidas como 100% de matéria seca as parcelas onde plantas daninhas não receberam aplicação de herbicidas.

Em relação ao herbicida amicarbazone, Silva, Monquero e Munhoz (2015) observaram que, (aos sete dias após aplicação do tratamento) nenhuma das plantas daninhas foram controladas satisfatoriamente sendo a porcentagem de controle inferior a 80% e a única planta que apresentou controle acima de 80% foi a *Merremia aterrima* na dose de 1,5 % da dose recomendada do produto. Aos 14 dias após aplicação do tratamento houve controle satisfatório para todas as plantas daninhas ultrapassando os 90% de controle. Independente da dose utilizada, aos 21 dias após aplicação dos tratamentos o herbicida amicarbazone apresentou controle para todas as espécies de plantas daninhas. Para as plantas *Merremia aegyptia* e *Ipomoea purpurea* em questão só foram notados controle satisfatório aos 21 dias após aplicação do tratamento, o mesmo ocorrendo para a planta *Luffa aegyptiaca*. Em relação à matéria seca, o aumento das doses do herbicida amicarbazone diminuiu a massa seca de todas as plantas daninhas do experimento.

Para o herbicida saflufenacil, aos sete dias após aplicação do agrotóxico, as espécies *Ipomoea purpurea* e *Ricinus communis* foram controladas em todas as doses aplicadas, já a *Mucuna aterrima* não foi controlada na dose de 0,25 e a *Merremia aegyptia* não foi controlada eficientemente em nenhuma das doses. A *Luffa aegyptiaca* foi controlada só na maior dose (1,5). O mesmo ocorreu aos 14 dias após aplicação do tratamento. Aos 21 dias após aplicação do tratamento, Silva, Monquero e Munhoz (2015) puderam concluir que o herbicida saflufenacil não apresenta eficácia no controle de *Luffa aegyptiaca*, pois apenas a dose de 1,5 apresentou controle satisfatório sendo essa dose maior do que a recomendada, para as outras plantas ocorreu o mesmo das avaliações do 7º e 14º dias após aplicação do produto exceto para a *Merremia aegyptia* que foi controlada nas doses de 1,0 e 1,5 do herbicida. Em relação à massa seca avaliada, a redução só foi significativa aos 21 dias após aplicação do produto reduzindo a massa seca de acordo com o aumento das doses. Silva, Monquero e Munhoz (2015) ressaltam que, utilizar uma dose superior a recomendada do produto pode causar danos quanto à seletividade da cultura da cana-de-açúcar e seletividade das plantas daninhas.

No herbicida sulfentrazone aos sete dias após aplicação apresentaram os mesmos resultados que no herbicida saflufenacil para a *Luffa aegyptiaca* e também para a *Mucuna aterrima* que não foi controlada na dose de 0,25. *Merremia aegyptia* também não foi controlada na dose de 0,25. Já a *Ipomoea purpurea* e *Ricinus communis* foram controladas em todas as doses. Aos 14 dias após aplicação do tratamento a única planta que não foi controlada foi a *Luffa aegyptiaca*, porém apenas na dose de 0,25. Aos 21 dias após aplicação do tratamento todas as espécies de plantas daninhas foram controladas em todas as doses obtendo controle superior a 80%. Em relação à matéria seca das plantas daninhas, foi constatado que houve diminuição desta característica proporcional ao aumento das doses do herbicida sulfentrazone, conforme avaliado por Silva, Monquero e Munhoz (2015). Esses autores observaram que o herbicida sulfentrazone possui alta eficácia no controle de plantas daninhas nos canaviais colhidos sobre o sistema de cana-crua.

Para o herbicida mesotrione não houve interação significativa entre doses e plantas daninhas aos sete e 14 dias após aplicação do tratamento, sendo que aos 14 dias após aplicação do tratamento a única planta controlada em todas as doses foi a *Mucuna aterrima*, e a *Ricinus communis* obtendo a maior porcentagem de controle. Silva, Monquero e Munhoz (2015) observaram que o controle foi ineficaz para *Luffa*

aegyptiaca, *Ipomoea purpurea* e *Merremia aegyptia*. Aos 21 dias após aplicação do tratamento a *Mucuna aterrima* e *Ipomoea purpurea* foram controladas em todas as doses do produto. A dose de 0,25 foi considerada ineficaz para as espécies *Merremia aegyptia* e *Luffa aegyptiaca*. Em todas as doses aplicadas, aos 21 dias a *Ricinus communis* não foi controlada, tornando o mesotrione ineficaz aos 21 dias após sua aplicação para esta espécie de planta daninha. Em relação à massa seca pode ser notado a sua redução de acordo com o aumento das doses como ocorrido para todos os herbicidas testados. Silva, Monquero e Munhoz (2015) puderam concluir então que os herbicidas mais eficientes para as espécies apresentadas no experimento foram amicarbazone e sulfentrazone.

Barbosa et al (2013) realizaram um experimento sobre a dinâmica de infestação de plantas daninhas em variedades de cana-de-açúcar objetivando-se avaliar a dinâmica de infestação de plantas daninhas e o comportamento de oito variedades de cana-de-açúcar na região do semiárido do Norte de Minas Gerais. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Foram feitas avaliações semanais para estimar o índice de velocidade de emergência durante cinco semanas, também utilizaram o quadrado inventário de 1 m² para fazer levantamentos florísticos aos 30 e aos 150 dias após plantio e posteriormente cortaram a parte aérea das plantas daninhas presentes no quadrado inventário para determinar biomassa e massa seca de parte aérea. Aos 150 dias após plantio foi avaliada a altura das plantas, o diâmetro das plantas de cana e os números de perfilhos. Aos 330 dias após plantio foi realizada a colheita e determinada a produtividade em t ha⁻¹, avaliando também altura, diâmetro e número de colmo por metro linear.

Entre as duas avaliações, Barbosa et al. (2013) constataram o aumento de 17 para 19 espécies de plantas daninhas no canavial, dentre estas as mais importantes foram a *Sida rhombifolia*, *Aeschynomene denticulata*, *Sida* sp., *Ipomoea triloba* e *Senna obtusifolia*. A *Aeschynomene denticulata* apresentou maior importância aos 30 dias após plantio decrescendo significativamente aos 150 dias após plantio, devido ao sombreamento causado pelo fechamento do dossel da cana e também por competição. As espécies da família Poacea desenvolveram-se melhor do que eudicotiledôneas, pois resistem mais a ambientes de maior precipitação e temperatura. Aos 30 dias após plantio não houve diferença estatística na biomassa das plantas daninhas em todas as variedades de cana-de-açúcar plantadas, já aos

150 dias após plantio a maior biomassa das plantas daninhas ocorreu na variedade de cana SP80-1842. Então, aos 30 dias após plantio houve uma homogeneidade das plantas daninhas em todas as variedades de cana, já aos 150 dias após plantio constatou-se que o crescimento das plantas daninhas foi considerado baixo devido ao crescimento da cana-de-açúcar. Aos 150 dias após plantio não ocorreu diferença significativa de altura e diâmetro entre as variedades de cana-de-açúcar, já aos 330 dias após plantio as variedades que apresentaram maior altura foram a RB72454, RB867515, SP81-3250 e SP80-1842. As variedades que apresentaram maior produtividade foram RB72454, RB867515 e SP81-3250. Barbosa et al. (2013) puderam concluir que aos 150 dias após plantio a cana-de-açúcar começa a interferir na comunidade infestante devido ao sombreamento e competição, e variedades de cana-de-açúcar que emitem mais perfilhos causam maior interferência às plantas infestantes.

Blanco, Velini e Batista Filho (2010) verificaram a persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com cana-de-açúcar objetivando determinar o comportamento do herbicida sulfentrazone nas doses de 0,6 e 1,2 kg ha⁻¹ na cultura. Para o plantio foi utilizada a variedade SP8018160, com três tratamentos sendo uma testemunha, um tratamento com 0,6 kg ha⁻¹ e outro tratamento com 1,2 kg ha⁻¹ de sulfentrazone tendo o trabalho cinco repetições utilizando delineamento de blocos ao acaso. Foram retiradas amostragens do solo em todas as épocas avaliadas totalizando 23 épocas. Para determinar a persistência do herbicida foram dispostas as amostras em um fitotron com temperatura, umidade e fotoperíodo controlados. Para cada amostra utilizou-se três copos plásticos com 250 g de solo e plantadas três sementes de beterraba, realizando posteriormente o desbaste e deixando apenas duas plantas por copo, os copos foram irrigados diariamente até 80% da capacidade de campo. Após 14 dias as plantas foram cortadas rente ao solo para se avaliar a massa fresca destas.

Blanco, Velini e Batista Filho (2010) explicaram que o modo de ação do sulfentrazone é ativado pela luz. Observaram também que nas duas doses aplicadas de herbicida, há aumento da massa fresca da planta-teste no solo conforme aumentou a época após aplicação do tratamento. O limite final de persistência do sulfentrazone na dose de 0,6 kg ha⁻¹ foi de 601 dias após aplicação do tratamento e da dose de 1,2 kg ha⁻¹ a persistência pode ultrapassar os 704 dias que foi o máximo das avaliações.

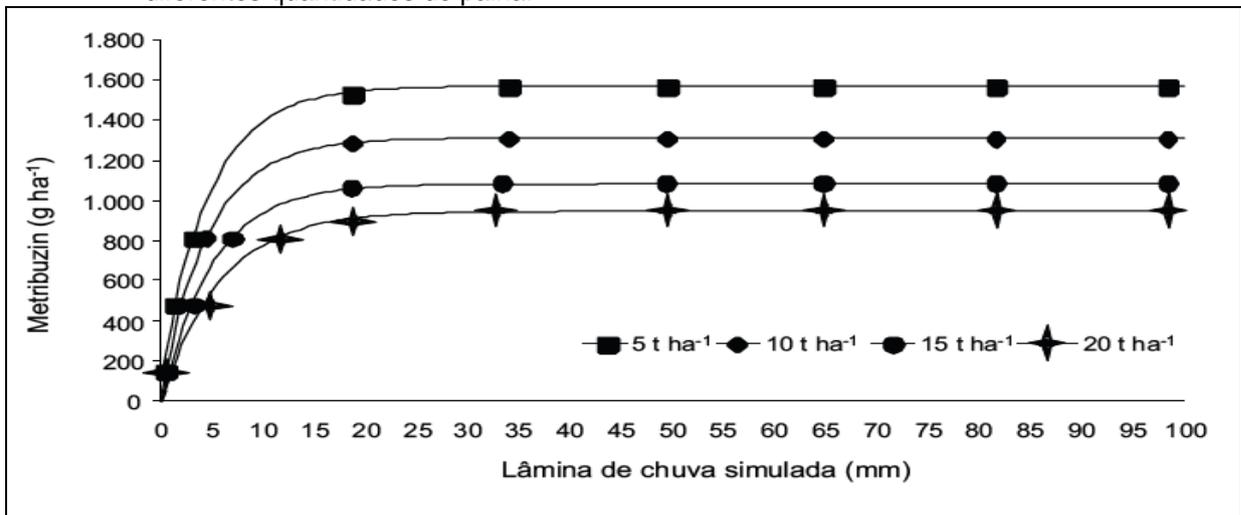
Assim concluíram que, a persistência do herbicida no solo é longa e aumenta de acordo com o aumento das doses aplicadas.

Ainda para Blanco, Velini e Batista Filho (2010) a persistência elevada para a dose de $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de sulfentrazone pode ser favorável quanto ao controle de plantas daninhas, porém também pode ser desfavorável em relação ao plantio de culturas sucessivas e a ocorrência de fitotoxicidade dependendo da cultura se o herbicida ainda estiver ativo no solo.

O excesso de palha no solo é algo de grande importância quando se fala em plantio direto, pois apresenta inúmeros resultados facilitando o manejo e ajudando nas estruturas físicas do solo dificultando sua compactação. Porém, ao se buscar malefícios, a palha pode interferir, por exemplo, nas aplicações de herbicidas principalmente quando não se tem períodos de chuva, pois acaba interceptando parte dos agroquímicos impedindo-os de chegar (lixiviar) ao solo. Podemos ver exemplos nos resultados obtidos por Rossi et al. (2013) que estudaram a dinâmica do herbicida metribuzin aplicado sobre a palha de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com o objetivo de avaliar o herbicida aplicado em diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar e também o efeito dos períodos e de intensidade de chuva após sua aplicação. As análises do herbicida foram feitas com um cromatógrafo líquido equipado com detector espectrofotométrico. A simulação de chuva foi feita com 2,5 mm de chuva por passagem do simulador. A dose utilizada de herbicida foi de $1,92 \text{ kg ha}^{-1}$ ou 4 L ha do produto comercial. Neste trabalho foi estudado a interceptação do metribuzin pela palha de cana-de-açúcar, lixiviação do metribuzin aplicado na palha de cana-de-açúcar e também o efeito dos intervalos entre a aplicação e a primeira chuva na lixiviação do herbicida.

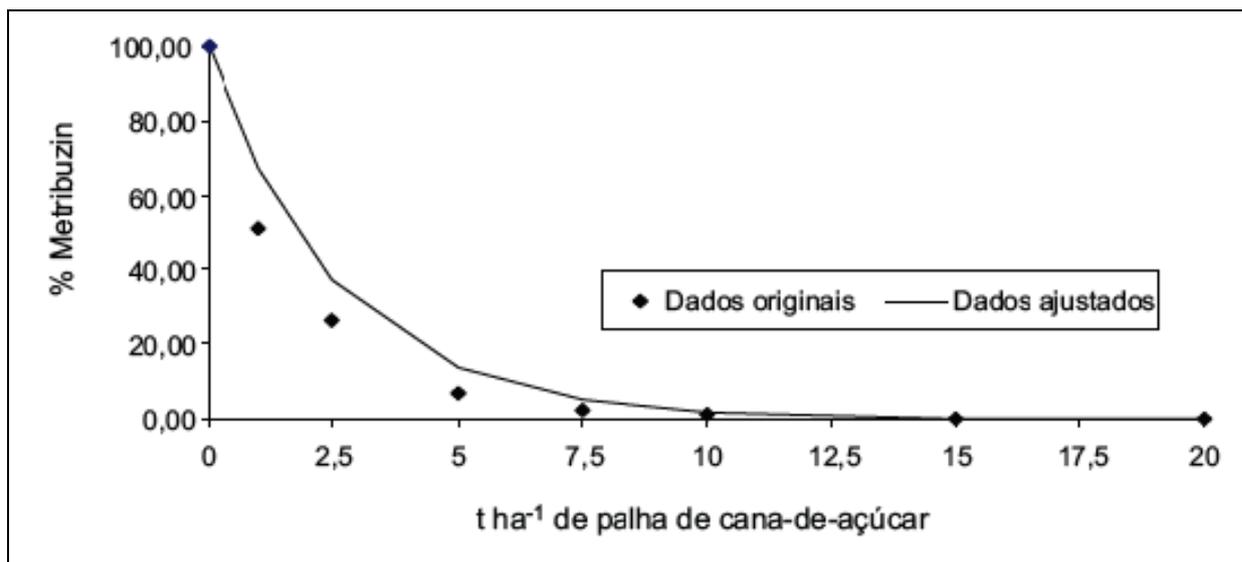
No estudo da interceptação do metribuzin pela palha de cana-de-açúcar Rossi et al. (2013) realizaram dois ensaios. O primeiro ensaio com 8 tratamentos variando de 0 a 20 t de palha de cana-de-açúcar por hectare e o segundo ensaio com 4 tratamentos variando de 5 a 20 t de palha de cana-de-açúcar por hectare, os dois ensaios com 4 repetições. As amostras obtidas foram congeladas e armazenadas em freezer para análise no laboratório e posteriormente foi quantificado o metribuzin. Foram observados que no tratamento com 1 t ha de palha o herbicida já ficou em grande parte retido na palha, com 5 t ha de palha o herbicida ficou retido mais de 90% na palha e assim gradativamente até chegar em 20 t ha de palha onde ficou retido aproximadamente 100% do herbicida como podemos observar na Figura 1.

Figura 1. Dados originais e ajustados para a transposição do metribuzin no momento de aplicação, em diferentes quantidades de palha.



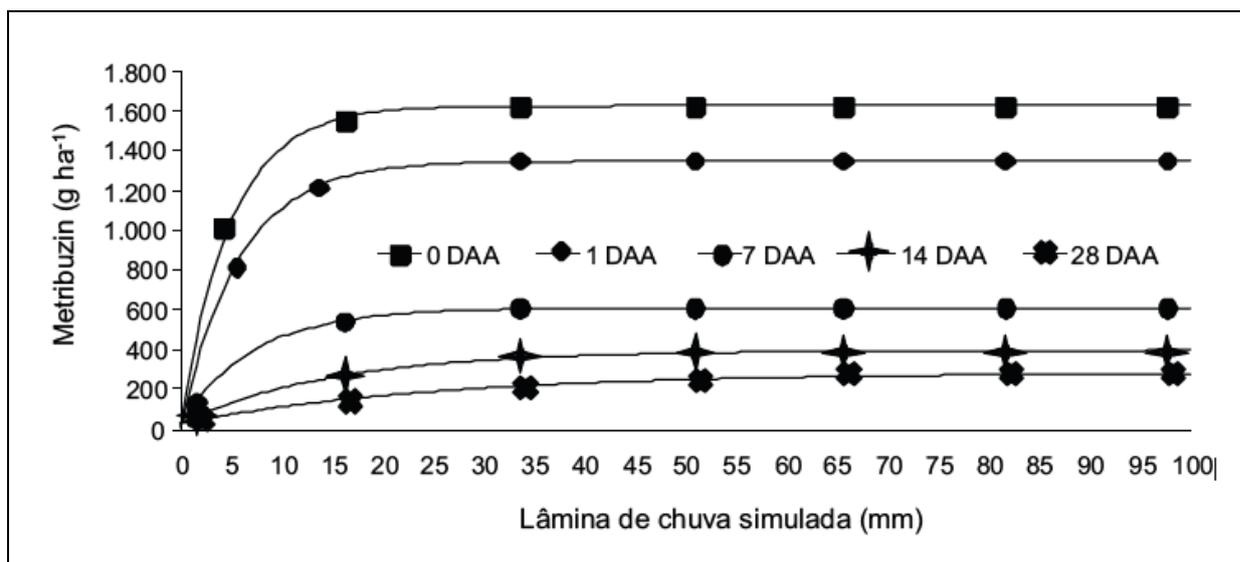
No segundo estudo onde Rossi et al. (2013) observaram a lixiviação do metribuzin aplicado na palha de cana-de-açúcar, com 4 tratamentos variando de 5 a 20 t ha de palha de cana-de-açúcar, um dia após a aplicação do herbicida nos tratamentos foi realizada a simulação de chuva com aplicação de 7 lâminas diferentes variando de 2,5 a 100 mm. A água que transpôs a palha foi coletada para quantificação do herbicida lixiviado. Aplicou-se 20 mm de água após sete e 14 dias das aplicações das primeiras lâminas para liberar o produto ainda retido na palha. Observou-se (Figura 2) que houve uma redução do herbicida transposto no tratamento com 20 t ha de palha em relação ao tratamento com 5 t ha de palha. No tratamento com 20 t ha de palha ainda se observou que mais de 99% do metribuzin foi extraído ao alcançar a lâmina de 30 mm. Nos tratamentos com 5 t ha de palha de cana-de-açúcar o metribuzin foi extraído com lâminas menores, como 22 mm. Houve maior transposição do metribuzin aplicado em 5 t ha de palha do que nos outros tratamentos.

Figura 2. Dados ajustados pelo método de Mitscherlich para transposição de metribuzin.



No terceiro e último estudo realizado no experimento, Rossi et al. (2013) estudaram o efeito dos intervalos entre a aplicação e a primeira chuva na lixiviação do herbicida utilizando somente a cobertura de 10 t ha de palha e os tratamentos foram constituídos pelos intervalos de dias entre as simulações de chuva, com cinco tratamentos variando de 1 a 28 dias de intervalo. Foram utilizadas sete lâminas diferentes na simulação de chuva variando de 2,5 a 100 mm. Aplicou-se 20 mm de água após sete e 14 dias das aplicações das primeiras lâminas para liberar o produto ainda retido na palha como feito no estudo anterior. Foram feitas quatro repetições. Observou-se (Figura 3) que aos 14 e 21 dias após aplicação do herbicida pode se extrair pequena quantidade de metribuzin da palha de cana-de-açúcar de acordo com o aumento da precipitação. Houve redução significativa do herbicida nos tratamentos de 7, 14 e 21 dias após aplicação em relação aos tratamentos de 0 e 1 dia após aplicação do metribuzin, sendo o período de 0 dias após aplicação o que mais apresenta transposição do herbicida. Com o incremento da chuva aos 28 dias após aplicação do herbicida houve um aumento da taxa de extração do metribuzin. Aos 14 dias após aplicação do produto já foi alcançado 99% de extração do herbicida com 68,5 mm de chuva. Para os tratamentos de 0, 1 e 7 dias após aplicação já foi alcançado a extração do produto com lâminas bem menores de chuva sendo 22,5, 26 e 33,5 mm respectivamente. Aos 0 dias após aplicação do produto houve a maior transposição do herbicida submetido a chuva. A aplicação da lâmina de 20 mm aos sete e 14 dias após aplicação das primeiras lâminas mostrou que o herbicida ficou retido na palha já que houve uma extração de 0,27% do produto apenas.

Figura 3. Dados ajustados pelo método de Mitscherlich para transposição do metribuzin.



De acordo com Rossi et al. (2013) há uma transposição maior que 99% do metribuzin quando exposto a chuvas de 20 e 30 mm, independentemente das quantidades de palha e pode permanecer na palha até 28 dias após aplicação do herbicida sem haver chuva. Quando as palhas permanecem sem chuva até o 7º dia após aplicação do herbicida as lâminas de 20 a 35 mm são suficientes para uma transposição mais que 99% do produto, entretanto para 14 dias após aplicação do produto necessita-se de 68,5 mm e aos 28 dias após aplicação necessita de 100 mm para transpor menos de 99% do herbicida. Rossi et al. (2013) concluíram que, 5 t ha de palha de cana-de-açúcar podem reter mais de 90% de metribuzin.

CONCLUSÕES

Torna-se possível perceber através dos trabalhos revisados que atualmente a inserção da palha no canavial vem mudando a forma de manejo da cultura da cana-de-açúcar e forçando os produtores a mudarem os modos de cultivo, pois a interferência da palha acaba causando uma ineficácia dos herbicidas quando na ausência de chuva. Houve também uma mudança na população de plantas invasoras devido à presença da palha, levando muitos produtores a recorrerem a novos produtos realizando testes e avaliações. Pode ser observado também que quanto maior a quantidade de palha por hectare, maior deve ser a quantidade de chuva para o produto agir contra as plantas daninhas, senão, haverá o controle espontâneo apenas quando

a cana estiver desenvolvida o suficiente para causar interferência na comunidade infestante, sendo aproximadamente aos 150 dias após plantio.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. F. G.; AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M. **Impactos ambientais das queimadas da cana-de-açúcar**. Disponível em:

<<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/impactos-ambientais-das-queimadas-de-cana-de-acucar>> Acesso em: 17 de abril de 2016.

BARBOSA, E. A. et al. Dinâmica de infestação de plantas daninhas em variedades de cana-de-açúcar. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 6 , p. 1920-1931, Nov./Dec. 2013. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22265/13444>> Acesso em: 16 de abril de 2016.

BLANCO, F. M. G.; VELINI, E. D.; BATISTA FILHO, A. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.71-75, 2010. Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/28085/S0006-87052010000100010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 16 de abril de 2016.

Cana-de-açúcar. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar>> Acesso em: 16 de abril de 2016.

Cana-De-Açúcar - Tudo sobre esta versátil planta. Disponível em: <<https://www.novacana.com/cana-de-acucar/>> Acesso em: 16 de abril de 2016.

Herbicida. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Herbicida>> Acesso em: 17 de abril de 2016.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e do papel do instituto agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: LEILA LUCI DINARDO-MIRANDA; VAZCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M.G.A. de. **Cana-de-açúcar**. Campinas, SP: IAC, 2010. cap. 1, 31-40. 1v.

LUCA et al. Avaliação de atributos físicos e estoques de carbono e nitrogênio em solos com queima e sem queima de canavial. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:789-800, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1802/180214228032/>> Acesso em: 19 de abril de 2016.

MARTINS, N.G.S. (2004) - *Os fosfatos na cana-de-açúcar*. Dissertação de Mestrado, Piracicaba, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 87 p. Disponível em: <[file:///C:/Users/c01009/Downloads/nilo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/c01009/Downloads/nilo%20(1).pdf)> Acesso em: 15 de abril de 2016.

OLIVEIRA, A. R.; BRAGA, M. B.; SANTOS, B. L. S. Produção de biomassa de cana-de-açúcar no vale do São Francisco. **Energ. Agric.**, Botucatu, vol. 29, n.1, p.27-38, janeiro-março, 2014. Disponível em:

<<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/805/941>> Acesso em: 19 de abril de 2017.

PRADO, A. B. C. A. et al. Dinâmica de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre palha de cana-de-açúcar em diferentes regimes hídricos. **Rev. Bras. Herb.**, v.12, n.2, p.179-187, mai./ago. 2013. Disponível em:

<<http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/211/pdf>> Acesso em: 20 de abril de 2016.

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

<<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/27982/S0100-83582013000100024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 25 de abril de 2016.

Saccharum officinarum. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Saccharum_officinarum> Acesso em: 17 de abril de 2016.

SACILOTO, R. F. Z. **Inserção do gene PR5K em cana-de-açúcar visando induzir resistência ao fungo da ferrugem *Puccinia melanocephala***. 2003. 74 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências, Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba- SP. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11144/tde-26082003-153246/pt-br.php>> Acesso em: 25 de abril de 2016.

SILVA, M. V. P. P. et al. Aplicação de herbicidas em pré-emergência sobre palha de cana-de-açúcar para o controle de espécies da família Convolvulaceae. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 184-193, abril-junho, 2015. Disponível em:

<<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/2469/1582>> Acesso em: 16 de abril de 2016.

SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana de açúcar: avaliação do modelo Mosicas**. 2006. 60f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-19092006-170424/pt-br.php>> Acesso em: 16 de abril de 2016.

SILVA, P. V.; MONQUERO, P. A.; MUNHOZ, W. S. Controle em pós-emergência de plantas daninhas por herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 21 – 32, out. – dez., 2015. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rcaat/v28n4/1983-2125-rcaat-28-04-00021.pdf>> Acesso em: 20 de abril de 2016.