

CLAYSON LUIZ LOPES DE OLIVEIRA

Eficácia dos herbicidas *pyroxasulfone + amicarbazone* no manejo de plantas daninhas em cana-de-açúcar em período úmido.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus**

T

Oliveira, Clayson Luiz Lopes, 1978-
O48e Eficácia dos herbicidas pyroxasulfone + amicarbazone no manejo
2024 de plantas daninhas em cana-de-açúcar em período úmido / Clayson
Luiz Lopes Oliveira. - Viçosa, MG, 2024.
1 dissertação eletrônica (33 f.): il. (algumas color.).
Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2024.
Referências bibliográficas: .
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.503>
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Cana-de- açúcar - Doenças e pragas - Controle; 2. Cana-de-
açúcar - Efeito dos herbicidas; 3. Herbicidas - Eficácia; 4. Misturas
(Química); I. Freitas, Francisco Cláudio Lopes de II. Universidade
Federal de Viçosa.. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-
Graduação em Defesa Sanitária Vegetal III. Título

CDD 22. ed. 633.6195

Bibliotecário(a) responsável: ALICE REGINA PINTO PIRES CRB-6/2523


CLAYSON LUIZ LOPES DE OLIVEIRA

**EFICÁCIA DOS HERBICIDAS *PYROXASULFONE* + *AMICARBAZONE* NO
MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM CANA-DE-AÇÚCAR EM PERÍODO
ÚMIDO.**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADO:14 de março de 2024.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente
 CLAYSON LUIZ LOPES DE OLIVEIRA
Data: 26/08/2024 14:44:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Clayson Luiz Lopes de Oliveira
Autor

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO CLAUDIO LOPES DE FREITAS
Data: 01/04/2025 21:02:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Francisco Cláudio Lopes de Freitas
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida e às oportunidades que me proporcionou.

Agradeço aos meus pais Luiz Eugenio e Maria Lúcia, aos meus irmãos Lúcio Flávio e Rodrigo e em especial a minha esposa Jaqueline e meus filhos Arthur e Valentina por estarem todos os momentos e pelo incentivo nesta jornada

À Universidade Federal de Viçosa, por me dar a oportunidade de realizar o sonho de obter o título de Mestre em uma universidade pública de qualidade. Ao meu orientador Prof. Francisco Cláudio Lopes de Freitas pela confiança, ensinamentos e conselhos.

À Rio Corrente Agrícola S/A, por subsidiar os produtos e o local de desenvolvimento da pesquisa.

A todos que torcem e acreditam em mim e que de alguma forma contribuiu para a conclusão de mais uma etapa em minha vida, muito obrigado

RESUMO

OLIVEIRA, Clayson Luiz Lopes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2024. **Eficácia dos herbicidas *pyroxasulfone + amicarbazone* no manejo de plantas daninhas na soqueira da cana-de-açúcar em período úmido.** Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas

O manejo de plantas daninhas é um dos principais desafios nas áreas de soqueira da cana-de-açúcar (cana-soca), em que os herbicidas são aplicados sobre a palha, para posteriormente atingirem a superfície do solo. Entretanto, é necessário que estejam disponíveis na camada superficial para exercer o controle sem causar intoxicação na cultura. Fato que depende das características dos herbicidas e do solo e ainda, das condições climáticas no período que sucede a aplicação. Em face ao exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar as misturas dos herbicidas tebuthiuron + clomazone e piroxasulfone + amicarbazoli sobre a eficácia no controle das plantas daninhas e a seletividade para a cana-soca em período úmido. O experimento foi conduzido, a campo, no Município de Sonora – MS, onde foram avaliadas as misturas tebuthiuron (800 g i.a. ha⁻¹) + clomazone (360 g i.a. ha⁻¹) e formulação pronta do piroxasulfone (81 g i.a. ha⁻¹) + amicarbazone (419 g i.a. ha⁻¹), uma testemunha sem capinas e sem herbicidas e testemunha com capinas e sem herbicidas. Foram realizadas avaliações visuais de intoxicação na cana-de-açúcar e eficácia no controle de plantas daninhas aos 15, 30, 60 e 90 dias após a aplicação (DAA) e na cana-de-açúcar, avaliou-se o comprimento e diâmetro do colmo, número de colmos por metro de fileira e a produtividade de colmos em t ha⁻¹. Os herbicidas tebuthiuron + clomazone e piroxasulfone + amicarbazone apresentaram resultados semelhantes em termos de eficácia e seletividade para a cana-de-açúcar. Além disso, a combinação piroxasulfone + amicarbazone mostrou potencial para o manejo da cana-soca durante a época úmida nos canaviais do Estado do Mato Grosso do Sul.

Palavras-chave: Herbicidas pré-emergentes. Cana-soca. Mistura de herbicidas. Herbicidas residuais.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Clayson Luiz Lopes, M.Sc., Federal University of Viçosa, March, 2024. **Efficacy of the herbicides pyroxasulfone + amicarbazone in the management of weeds in sugarcane ratoon in the wet season.** Adviser: Francisco Cláudio Lopes de Freitas

Weed management is one of the main challenges in sugarcane ratoon areas (rack cane), where herbicides are applied to the straw, to later reach the soil surface. However, they must be available in the surface layer to exert control without causing intoxication in the crop. This fact depends on the characteristics of the herbicides and the soil, as well as the climatic conditions during the period following application. In view of the above, the objective of this research was to evaluate the herbicide mixtures tebuthiuron + clomazone and pyroxasulfone + amicarbazone on their effectiveness in controlling weeds and selectivity for ratoon sugarcane in the humid period. The experiment was conducted in the field, in the Municipality of Sonora – MS, where mixtures of tebuthiuron (800 g a.i. ha⁻¹) + clomazone (360 g a.i. ha⁻¹) and ready-made formulation of pyroxasulfone (81 g a.i. ha⁻¹) and ready-made formulation of pyroxasulfone (81 g a.i. ha⁻¹) + amicarbazone (419 g a.i. ha⁻¹), a control without weeding and without herbicides and a control with weeding and without herbicides. Visual assessments of intoxication in sugarcane and effectiveness in weed control were carried out at 15, 30, 60 and 90 days after application (DAA) and in sugarcane, the length and diameter of the stem, number of stems per meter of row and stem productivity in t ha⁻¹. The herbicides tebuthiuron + clomazone and pyroxasulfone + amicarbazone showed similar results in terms of efficacy and selectivity for sugarcane. Furthermore, the combination of pyroxasulfone + amicarbazone showed potential for managing ratoon sugarcane during the wet season in sugarcane fields in the State of Mato Grosso do Sul.

Keywords: Pre-emergent herbicides. Cane-cloth. Herbicide mixture. Residual herbicides.

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Revisão Bibliográfica	10
Cultura da Cana-de-açúcar.....	10
Plantas Daninhas.....	11
Herbicidas.....	12
Pyroxasulfone	13
Amicarbazone.....	14
Clomazone.....	14
Tebuthiuron.....	15
Associação de Moléculas	15
Seletividade	16
3. Material e métodos	18
Local de condução do experimento	18
Delineamento Experimental.....	19
Aplicação dos herbicidas	20
Características avaliadas.....	20
Análises estatísticas	21
4. Resultados e Discussão	22
5. Conclusão.....	28
6. Referências Bibliográficas.	29

1. Introdução

O Brasil se destaca como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, a qual possui grande importância para o agronegócio no País. A cultura é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao enorme potencial na produção de etanol e na produção de açúcar e seus subprodutos (Barbosa, 2021), além da geração de energia elétrica a partir da biomassa gerada na colheita, com o bagaço e parte do excedente da palhada coletada no campo

No Estado Mato Grosso do Sul houve nos últimos anos um expressivo aumento da área cultivada com cana-de-açúcar, com incremento de 67% entre 2011 e 2023 (CONAB, 2011; CONAB, 2023), demandando assim, pesquisas acerca do controle químico de plantas daninhas, pois a maioria das informações utilizadas são de trabalhos desenvolvidos nos estados de São Paulo e Paraná, havendo, portanto, uma grande demanda por dados regionais, em função da variação das características edafoclimáticas.

Durante o ciclo da cana-de-açúcar, ocorrem inúmeros fatores negativos que prejudicam o crescimento e desenvolvimento da cultura, como deficiência hídrica, infestação de pragas e doenças e, principalmente, interferência de plantas daninhas (Kuva, 2006).

A infestação de plantas daninhas resulta em competição com a cultura por nutrientes, água e luz, impactando negativamente o crescimento da cultura, que resulta em redução da produtividade, qualidade do produto colhido e ainda dificulta a colheita mecanizada (Kuva; Salgado, 2014). As operações de controle das plantas daninhas se iniciam, no preparo da área, e seguem após o plantio, devido ao elevado banco de sementes que resulta em intensa reinfestação e ao crescimento inicial muito rápido em relação à maioria das espécies cultivadas (Christoffoleti et al., 2008), como é o caso da cana-de-açúcar, que possui crescimento inicial lento e ciclo longo, demandando controle eficiente por um período extenso, que pode chegar a 150 dias (Pastre, 2006).

Diante disso, o controle químico por meio de herbicidas residuais, passa a ser a principal ferramenta para o manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Todavia, o uso de herbicidas requer conhecimentos relacionados à eficácia dos mesmos sobre o controle das plantas daninhas, bem como a seletividade para a cultura, época de utilização, a segurança para o ser humano e ao meio ambiente

(Azania et al., 2011).

Os herbicidas são excelentes ferramentas no controle das plantas daninhas, entretanto, as variedades de cana-de-açúcar podem responder de forma diferenciada a essas moléculas, podendo causar intoxicação na cultura, resultando em impactos negativos no rendimento final (Araldi et al., 2011).

No caso da cana-soca, em que a colheita é realizada sem a queima prévia do canavial (cana-crua), os herbicidas são aplicados sobre a palha, para posteriormente atingirem a superfície do solo. Mas, para que isso ocorra, é preciso de água de chuva ou irrigação para carrear o herbicida até o solo, de modo a promover o controle eficiente das plantas daninhas (Carbonari; Gomes; Velini, 2010). Sendo necessário que ocorra precipitação pluviométrica de pelo menos 20 mm após a aplicação para que o herbicida seja carregado para o solo. Entretanto, precipitação pluviométrica excessiva pode levar à lixiviação dos herbicidas para camadas inferiores do solo.

A lixiviação em baixa intensidade tem um papel altamente benéfico e necessário em aplicações de herbicidas pré-emergentes à superfície do solo, que necessitem de chuva ou irrigação para incorporá-los no perfil, movendo-os alguns centímetros até as camadas onde estão as sementes das plantas daninhas, auxiliando na incorporação do herbicida.

Considerando que no Estado do Mato Grosso do Sul a colheita da cana é realizada de abril a novembro. Têm-se grande variação na disponibilidade nos índices de precipitação pluviométrica, com baixa pluviosidade até o mês de setembro e maior probabilidade de ocorrência de chuvas em outubro e novembro, que é caracterizado como período de cana úmida. Portanto, há necessidade de estratégias diferentes para cada época de colheita no manejo das plantas daninhas, pois os herbicidas apresentam características distintas quanto à necessidade de umidade no solo (Barros et al., 2021; Matos et al., 2016; Silva, 2018).

Dentre os herbicidas usados na cana úmida, é comum a aplicação da mistura tebuthiuron + clomazone devido ao longo período de ação e amplo espectro de controle das plantas infestantes. Entretanto não raramente, são observadas intoxicações nos canaviais causadas, principalmente, pelo clomazone.

Recentemente, têm-se buscado o uso de novas moléculas para uso na cultura da cana-de-açúcar, dentre as quais se destaca a mistura pronta do piroxasulfona + amicarbazoni, nas concentrações adequadas para o controle de plantas daninhas mono e eudicotiledôneas nas culturas de milho e cana-de-açúcar. Esses herbicidas

possuem solubilidade em água elevada, de baixa a moderada capacidade de adsorção no solo, fotodegradação desprezível e é praticamente não volátil (Rodrigues; Almeida, 2011).

Características como a alta solubilidade em água e com baixo índice de fotodegradação, favorecem o uso na cana-soca, sobre a palhada, e conseqüentemente, tem o transporte facilitado para o solo após a ocorrência de precipitação pluvial ou irrigação (Christoffoleti et al, 2008; Pacheco, 2017)

Outro aspecto importante é conhecer a seletividade do herbicida para a cultura e até mesmo para saber se há diferença de seletividade entre variedades, no sentido de promover controle eficiente das plantas daninhas sem interferir no crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar (Silva, 2018).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficácia dos herbicidas pyroxasulfone e amicarbazone no controle de plantas daninhas e a seletividade, para a cultura da cana-de-açúcar, sendo uma alternativa para manejo de resistência de plantas daninhas à herbicidas, por ser uma nova mistura aplicada em pré-emergência com dois mecanismos de ação diferentes, que visam a complementação de controle das plantas indesejáveis.

2. Revisão Bibliográfica

Cultura da Cana-de-açúcar

Os primeiros relatos do cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) provem da Nova Guiné, difundindo-se, progressivamente para a China e Índia e chegou ao Brasil na metade do século XVI (Falconnier, 1991). Do seu processo industrial, obtém-se o açúcar e suas derivações, como o álcool anidro e hidratado, o vinhoto, a levedura de cana, o bagaço, dentre outros (FIESP-CIESP, 2006).

A cana-de-açúcar pertence à família Poaceae e tem sua origem nas regiões tropicais do sul e sudeste da Ásia (Oliveira et al., 2017). Se trata de uma gramínea com metabolismo fotossintético C₄, altamente eficiente na conversão de energia solar em energia química metabolizando sólidos solúveis de hidratos de carbono tais como sacarose, glicose e frutose (Costa et al., 2021).

Após o primeiro corte da cana-planta, esta passa a ser chamada de cana-soca e as demais colheitas são anuais (Oliveira et al., 2017). Assim, durante todo o ano, há canaviais em processo de rebrota, seja em áreas colhidas para processamento nas indústrias ou para fornecimento de mudas. Conseqüentemente, o desenvolvimento inicial da rebrota ocorrerá em diferentes condições meteorológicas de temperatura, precipitação e umidade relativa. (Kuva, 2006).

Na região Centro Oeste, o ciclo da safra, se assemelha aos da região sudeste, no início da safra (entre abril-junho) as precipitações começam a diminuir, mas o solo ainda contém quantidade de umidade proveniente das chuvas de verão, essa cana é denominada de “soca semi-seca” (Kuva, 2006). Nos meses seguintes de junho a agosto, ocorre o período de estiagem e o solo encontra-se com a umidade muito baixa, a cana colhida nessa época é conhecida como “soca seca”.

O período chuvoso tem início no começo de outubro, repondo a umidade perdida do solo e a cana cortada nesse período é denominada de “soca semi-úmida”. Com a intensificação das chuvas a partir de meado de outubro até o fim do ano, constitui-se a “soca úmida” (Kuva, 2006).

O mesmo canavial pode ter de cinco a dez cortes, com uma colheita por ano agrícola. Quando não se tem mais a produção esperada pela rebrota, é feita a destruição da soqueira e a renovação do canavial, com o plantio opcional de uma cultura em rotação, como crotalária, soja ou amendoim (Kuva, 2006).

Plantas Daninhas

A interferência de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar resulta em perdas que não se limitam unicamente à produtividade, mas também sobre outros fatores importantes para a cultura, como qualidade da matéria prima, dificuldade na colheita, perdas no transporte e no processamento (Pastre, 2006).

Na cultura de cana-de-açúcar, a infestação destas plantas pode ocasionar perdas de produtividade de até 80% (Azania et al., 2002), em decorrência da alelopatia ou pela competição por água, luz, nutrientes e espaço, em maior ou menor grau, dependendo de fatores como as espécies presentes na área, a densidade de ocorrência destas espécies, o grau de agressividade e o período de convivência das mesmas com a cultura (Melo, 2015).

Outro fator determinante no manejo de plantas daninhas é a manutenção da palha de cana sobre o solo, após a colheita mecanizada sem queima prévia das plantas, cria-se um ambiente mais favorável à germinação das sementes e ao desenvolvimento das plantas, devido à menor amplitude térmica diária, maior conservação da umidade do solo e melhoria das características químicas e física (Carboanari; Gomes; Velini, 2010).

As plantas daninhas de maior ocorrência nos canaviais são: capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-marmelada (*Urochloa plantaginea*), capim-braquiária (*U. decumbens*), capim-colchão (*Digitaria spp.*), capim-camalote (*Rottboellia exaltata*), grama-seda (*Cynodon dactylon*), corda-de-viola (*Ipomoea spp.*), tiririca (*Cyperus rotundus*) e picão-preto (*Bidens pilosa*) (Procópio et al., 2003). Kuva et al. (2006) também cita as espécies: capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), capim-massambará (*Sorghum halepenses*), beldroega (*Portulaca oleracea*), carrapicho-carneiro (*Acanthospermum hispidum*), guaxuma (*Sida spp.*) e trapoeraba (*Commelina benghalensis*), como importantes plantas daninhas nos canaviais.

Atualmente, as espécies tolerantes e os biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas, têm se tornando um grande problema nas áreas agrícolas, com o controle cada vez mais difícil (Andrade, 2020). A tolerância é característica inata de indivíduos dos determinada espécie de planta daninha de sobreviver e se reproduzir após a exposição a uma dose recomendada de um herbicida de campo, mesmo que venha a sofrer injúria, enquanto que a resistência, é a capacidade de

alguns biótipos de sobreviver e se reproduzir após tratamentos com herbicidas que, sob condições normais, controlam os indivíduos suscetíveis da mesma espécie (WSSA, 1998). Como exemplo pode-se citar a trapoeraba (*Commelina bengalensis*) e a erva-quente (*Spermacoce latifolia*) como tolerantes ao glyphosate e a buva (*Conyza bonariensis*) e o capim-armargoso (*Digitaria insularis*) como resistentes ao mesmo herbicida (Mendes et al., 2022a).

Herbicidas

Existem inúmeras moléculas de herbicidas disponíveis no mercado, com registro para uso na cultura da cana-de-açúcar, pertencentes à diferentes mecanismos de ação e com potencial para controle de grande diversidade de espécies de plantas daninhas, os quais podem ser aplicados na dessecação para preparo da área em pré-plantio, em pré-emergência e em pós-emergência das plantas daninhas (Christoffoleti e Ovejero, 2009). Para que a eficácia no controle das plantas daninhas e a seletividade para a cultura seja alcançada, é necessário o uso correto desses produtos, levando-se em conta as técnicas e equipamentos utilizados na aplicação, respeitando- a as condições ambientais (Ferreira, 2016).

Com as inovações tecnológicas, tem se buscado novas moléculas e mecanismos alternativos para o controle das plantas daninhas, ou até mesmo o reposicionamento de moléculas oriundas de outras culturas, utilizando dosagens diferentes (Presoto, 2022).

Algumas características físicas e químicas dos herbicidas, como solubilidade em água, pressão de vapor e coeficiente de partição octanol-água (Kow), devem ser conhecidas, principalmente para aqueles pulverizados em pré-emergência (Fornarolli et al., 1998). Segundo Christoffoleti et al., (2004) herbicidas de alta solubilidade, baixo coeficiente de partição octanol-água, pouco ou não voláteis e fraca adsorção ao solo, podem ser recomendados para a aplicação em cana-de-açúcar nas épocas mais secas do ano.

Através da associação de dois ou mais herbicidas é possível melhorar, ou complementar a ação de ambas as moléculas, como também tornar o espectro de controle mais amplo, e até reduzir as doses dos ingredientes ativos (Ronchi et al., 2002). Mas, é importante ressaltar que a associação de duas ou mais moléculas pode resultar em efeitos diversos, como incompatibilidade, sinergia, antagonismo ou efeito

aditivo, sendo importante conhecer o tipo de interação para cada molécula que se adote (Gazziero, 2015).

Dentre os herbicidas usados na cana úmida, é comum a aplicação da mistura tebuthiuron + clomazone devido ao longo período de ação e amplo espectro de controle das plantas infestantes. Entretanto não raramente, são observadas intoxicação nos canaviais causadas, principalmente, pelo clomazone. Diante do exposto e da necessidade de rotação de herbicidas de outros mecanismos de ação, recentemente, têm-se buscado novas moléculas, dentre as quais se destaca a mistura pronta do piroxasulfona + amicarbazoni, nos concentrações adequadas para o controle de plantas daninhas mono e eudicotiledôneas nas culturas de milho e cana-de-açúcar.

Pyroxasulfone

O Pyroxasulfone é um herbicida recém lançado no Brasil para aplicação pré-emergência de diversas culturas, como amendoim, batata, café, cana-de-açúcar, cevada, citros, eucalipto, fumo, girassol, milho, pínus, soja e trigo (Mendes et al., 2022b), inibe o crescimento de plantas suscetíveis por meio da inibição da biossíntese de ácidos graxos de cadeia longa (VLCFA) (Tanetani et al., 2009), sendo seletivo de ação sistêmica, do grupo químico pirazol, com mecanismo de ação K3 (Inibidor divisão celular da parte aérea das plantas) (Oliveira, 2011).

É um produto não-iônico que apresenta baixa solubilidade em água (3,49 mg L⁻¹ a 20°C) e pressão de vapor ($2,4 \times 10^{-6}$ mPa), o que sugere que ele tenha baixo potencial de volatilização e apresenta meia-vida de 22 a 40 dias no solo, sendo um produto mobilidade moderada (IUPAC, 2017; EPA, 2017).

Proporciona ação residual sobre um amplo espectro de espécies de plantas daninhas, como *Eleusine indica*, *D. horizontales*, *D. insularis*, *U. plantaginea*, *D. horizontales*, *P. maximum*, *Amaranthus palmeri*. Pode ser utilizado isoladamente ou em misturas como a mistura comercial pyroxasulfone + amicarbazone, que vem sendo utilizada em aplicações em pré-emergência de diversas plantas daninhas mono e eudicotiledôneas, ampliando o controle na cultura da cana-de-açúcar (Mendes et al., 2022b).

Amicarbazone

O Amicarbazone é um herbicida para aplicação em pré-emergência ou pós-emergência inicial das plantas daninhas, seletivo de ação sistêmica, do grupo químico triazolinona, com mecanismo de ação C1 (Inibidores da fotossíntese no fotossistema II) (Oliveira, 2011).

É registrado para as culturas da cana-de-açúcar e milho, pertence ao grupo químico das triazolinonas e controla eudicotiledôneas e algumas monocotiledôneas, possui classe toxicológica II (Rodrigues; Almeida, 2011; Toledo et al., 2004).

O amicarbazone possui solubilidade em água elevada (4.600 mg L^{-1} a temperatura de 25°C a $\text{pH} = 4$ a 9), baixa a moderada capacidade de adsorção no solo ($K_{oc} = 23$ a 37), fotodegradação desprezível e é praticamente não volátil (pressão de vapor de $1,6 \times 10^{-6} \text{ Pa}$ à temperatura de 20°C) (Cavenaghi; Rossi; Negrisoli; Costa; Velini; Toledo, 2007).

A sua degradação é principalmente microbiana, com meia vida de 3 a 6 meses, dependendo das condições de solo e clima, dosagem, tipo e textura do solo, teor de matéria orgânica e quantidade de chuva (Carbonari et al., 2009; Rodrigues; Almeida, 2011).

A aplicação de Amicarbazone em cana-de-açúcar deve ser feita em pré ou pós-emergência precoce, quando as plantas daninhas estiverem no máximo com quatro folhas, para o controle de *U. plantaginea*, *D. horizontales*, *P. maximum*, *B. pilosa*, *C. benghalensis*, *Amaranthus spp.* e *Ipomoea spp.* (Rodrigues; Almeida, 2011).

Clomazone

Utilizado em diversas culturas como cana-de-açúcar, arroz, tabaco, algodão, feijão, milho e soja, pode ser aplicado em pré e pós-emergência. É representante do grupo químico isoxazolidinona, e seu modo de ação é a inibição da síntese de carotenoides, impedindo a síntese dos compostos isoprenóides precursores do pigmento fotossintético (Rodrigues; Almeida, 2011).

A pressão de vapor da molécula clomazone é de $1,92 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ a 25°C , sua solubilidade em água é de 1.100 mg/L a 20°C (Locke et al., 1996). A meia vida $t_{1/2}$ do clomazone varia entre 5 e 117 dias dependendo das condições ambientais e tipo de solo, sendo sua principal via de degradação a microbiana (Kirksey et al., 1996).

O clomazone possui Koc variando entre 150 e 562c m³/g e valor de constante da Lei de Henry igual a $4,19 \times 10^{-3}$ Pa m³/mol, apresentando maior fitotoxicidade em meio a água abundante (Estevez et al., 2008).

Tebuthiuron

O tebuthiuron é um herbicida utilizado para o controle de plantas daninhas de folhas largas e lenhosas, e algumas monocotiledôneas, recomendado para a cultura da cana-de-açúcar. Pode ser aplicado em pré ou pós-emergência. Pertence ao grupo das uréias substituídas, atuando no centro de reação do fotossistema II. Possui pressão de vapor $2,7 \times 10^{-4}$ Pa a 20°C, sua meia vida ($t^{1/2}$) é de 360 dias. é um herbicida não ionizável, com pka igual a 1,2, o que favorece sua movimentação no solo, sua solubilidade em água é de 2.500 mg/L a 25°C, com o Koc de 80mL/g (Rodrigues; Almeida, 2011).

Associação de Moléculas

A mistura em tanque é definida como a associação de agrotóxicos e afins no tanque do pulverizador ou no tanque de pré-mistura, imediatamente antes da pulverização. Para Guimarães (2014), a mistura em tanque de agrotóxicos ou afins propicia redução de custos, do número de entradas na área, de combustível e do volume de água, menor compactação do solo, menor tempo de exposição do trabalhador rural ao agrotóxico e melhor manejo e prevenção da resistência de pragas. Mattos et al. (2002) enfatizam a necessidade de realizar estudos relacionados à administração de agrotóxicos em conjunto, considerando-se que estes raramente são aplicados individualmente nas lavouras.

Para Castro (2009), as misturas prontas podem apresentar vantagens em comparação à aplicação de um único composto devido ao aumento da eficiência contra os organismos alvo e à diminuição das quantidades aplicadas e dos custos.

A interação de moléculas herbicidas é expressa através da relação de efeito de uma das moléculas na eficácia da outra. Assim, quando dois ou mais herbicidas são aplicados juntos, os efeitos observados sobre as plantas daninhas podem ser aditivos, sinérgicos ou antagônicos, sendo os dois primeiros os desejados para o manejo (Gazziero, 2015).

Buscando manter a eficiência dos herbicidas já utilizados comercialmente e a obtenção de novas alternativas para manejo de plantas daninhas, a associação de novos ativos com mecanismos de ação diferentes se faz muito requerida, o conceito de uma dose biologicamente eficaz foi desenvolvido e é definido como a dose do herbicida necessário para obter pelo menos 90% de controle do herbicida uma espécie de planta daninha sem sacrificar a segurança das culturas (Nurse et al., 2007).

Seletividade

Seletividade está relacionada à resposta diferencial entre plantas daninhas e plantas cultivadas a um herbicida, em que os herbicidas exercem controle sobre as plantas daninhas e as plantas cultivadas não são afetadas pelos herbicidas dentro de algumas condições como: faixa específica de dose; método de aplicação; condições que procedem e sucedem a aplicação e características dos solos (Santos, 2019).

Portanto, a seletividade dos herbicidas não é absoluta, dependendo do herbicida, das condições ambientais, do modo de aplicação, podemos afirmar que a seletividade é relativa. Qualquer alteração no herbicida (dose, modo de ação, número ou intervalo de aplicações), ambiente (tipo de solo, umidade, matéria orgânica) ou nas plantas (variedades, modo de aplicação), poderá fazer com que o herbicida seja seletivo à cultura em uma situação e não seletivo em outra (Silva, 2018).

Plantas tolerantes a herbicidas possuem rotas metabólicas específicas, que previnem possíveis danos causados por esses, sendo considerado como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Quanto maior a diferença de tolerância entre a cultura e a planta daninha, maior a segurança de aplicação (Santos, 2019).

Os efeitos fitotóxicos sobre a fisiologia da planta variam em função da quantidade de herbicida aplicado que chega ao sítio de ação, podendo ser o suficiente, ou não, para que a fitotoxicação se manifeste, ou seja quanto maior a diferença de tolerância entre a cultura e a planta daninha, maior a segurança de aplicação.

Os sintomas de intoxicação, provocados por herbicidas, podem ser os danos estruturais (Carvalho et al., 2009), tais como redução do comprimento de radículas, clorose acentuada ao longo do limbo foliar, necroses, albinismos, enrolamento e ressecamento de folhas considerando o ápice e a margem, menor espessura de colmos, morte de perfilhos (falhas de plantio), paralisação de crescimento e redução de altura (Lopez-Ovejero; Fancelli; Dourado, 2003).

Desta forma a seletividade não pode ser determinada apenas pela simples verificação de sintomas visuais de fitotoxidez, pois são conhecidos exemplos de herbicidas que podem reduzir a produtividade das culturas sem produzir-lhes efeitos visualmente detectáveis e, também, exemplos de herbicidas que provocam injúrias bastante acentuadas, mas que permitem a elas manifestar plenamente seus potenciais produtivos (Negrisoli et al., 2004).

Portanto quando o objetivo for avaliar os efeitos de herbicidas sobre a cana-de-açúcar, é fundamental que, além de avaliar as injúrias provocadas por eles, seja avaliada, também, a taxa de crescimento e a produtividade da cultura (Velini et al., 2000).

3. Material e métodos

Local de condução do experimento

O experimento foi conduzido no município de Sonora – MS (17°38'49.57" S e 54°45'02.94" O, na altitude de 505 metros), em área da Usina Sonora (Rio Corrente Agrícola S/A), no período de outubro de 2022 a novembro de 2023, em uma área de produção após o primeiro corte (colheita mecanizada da cana crua), ou seja, cana-planta de ano e meio, variedade RB867515. O manejo da primeira safra foi com a mistura em tanque dos herbicidas diclosulan + tebuthiuron nas doses de 92,40 e 1.000,00 g ha⁻¹ do i.a., respectivamente em pré-emergência e, por volta dos 70 dias após o plantio e após operação quebra-lombo aplicou-se dos herbicidas flumioxazin 62,5 g ha⁻¹ do i.a. + a mistura comercial de 2,4-D + picloram nas doses de 480 e 128 g ha⁻¹ do e.a., respectivamente.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa, conforme tabela 1, com mais de 30 anos de cultivos rotacionais entre as culturas da soja e cana-de-açúcar. Sendo uma área da bacia de fertirrigação dentre os tratos culturais realizados pela usina.

Tabela 1 - Descrição da análise de solo utilizado no experimento.

Solo	¹ pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m
	(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)	------(Cmolc dm ⁻³)-----								-----(%)----	
0-20 cm	5,9	25,9	176	2,4	0,9	0,01	2,97	3,8	4,3	8,1	46,6	2,63
20-40 cm	5,7	9,4	113,7	2	0,8	0,04	2,97	3,1	4,1	7,2	42,2	12,9
	Areia		Silte		Argila		Classe textural			MO		
	------%-----											(Dag kg⁻¹)
LVE 0-20 cm				48,7		Latossolo Vermelho-Escuro de textura argilosa.				30,5		
LVE 20-40 cm										26,2		

1- pH: água, KCl e CaCl₂- relação 1:2,5. P-K: Extrator Mehlich 1. Ca-Mg e Al: Extrator: KCl – 1 mol L⁻¹. H + Al – Acidez potencial – Extrator: acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; SB - Soma de bases trocáveis; t – Capacidade de troca catiônica efetiva; T – Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V – Índice de saturação de bases; m - Índice de saturação de alumínio; MO – Matéria orgânica.
2- Análises realizadas segundo a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA 1997). Coletado por FUTURA Agricultura de Precisão AGO/2022 - Analisado por Agroanálise Laboratórios Integrados, Cuiabá - MT

No período de outubro de 2022 a abril de 2023, foram coletados dados relativos às médias mensais da temperatura, umidade relativa do ar e da precipitação pluviométrica, os quais estão apresentados nas Figuras 1 (A e B), respectivamente.

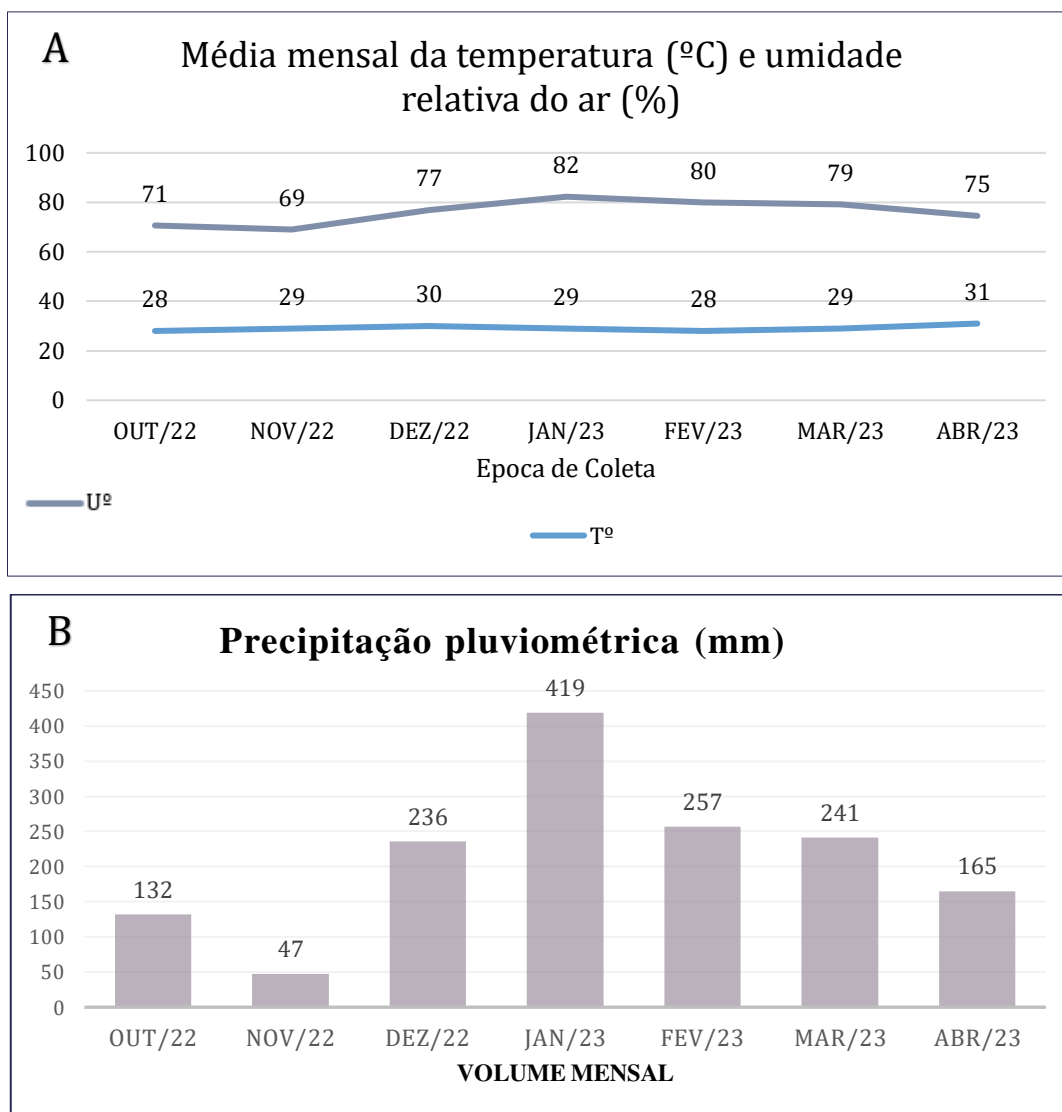


Figura 1 : Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar (A) e precipitação pluviométrica (B) no período experimental, obtidos na Estação Automática de Sonora -MS, (17,635278 S / -54,760556 O, na altitude 495.25 – Código de Estação A761).

Após a colheita foram realizados os tratos culturais na área com realização do desenleiramento das soqueiras, em seguida realizou-se a adubação com 500 kg ha⁻¹ de N-P-K 20-00-20 - base Nitrato, com autopropelido Uniport NPK nas linhas, antes da implantação do experimento.

Delineamento Experimental

O ensaio foi conduzido no delineamento experimental de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. Foram avaliados quatro tratamentos conforme descrição na Tabela 2. Os herbicidas foram aplicados em pré-emergência das plantas daninhas, cinco dias após a colheita da cultura da cana-de-açúcar.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos

TRATAMENTOS	Produto comercial	Dose g i.a. ha ⁻¹
Piroxasulfone + Amicarbazone	RITMO [®]	202,5 + 1.047,5
Tebuthiuron + Clomazone	ENTONI [®] + REATOR 360 [®]	1.280 + 1.260
Testemunha com Capina	-	-
Testemunha sem Capina	-	-

Foi adicionado adjuvante full tec[®] mistura comercial. Os demais são misturas em tanque.

As unidades experimentais (parcelas) foram constituídas de 4,5 m de largura (três) linhas espaçadas de 1,5 m) e 10,0 m comprimento, sendo considerado como área útil 8,0 m da fileira central, descartando-se 1,0 m em cada extremidade.

Aplicação dos herbicidas

Os herbicidas foram aplicados em pré-emergência da cana-de-açúcar, utilizando-se o pulverizador costal, com pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² (mantida por CO₂ comprimido) equipado de barra com seis pontas de pulverização de jato plano “leque” TT11002, espaçadas de 0,5m, com volume de calda equivalente a 150 L ha⁻¹, altura de 0,5 m em relação ao alvo. As condições ambientais como temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e umidade do solo no momento da aplicação, estão apresentadas na Tabela 3:

Tabela 3. Datas, horários e condições meteorológicas no momento das aplicações dos herbicidas nos experimentos.

Data	Horário	Temperatura (°C)		Umidade do ar (%)	Vento (km h ⁻¹)	Nebulosidade (%)	Umidade do Solo
		Ar	Solo				
27/10/2022	7:50 - 8:40	26,2 - 28,4	21,1 - 22,4	78	4,8- 7,1	85	Umido

Por ocasião da aplicação não havia infestação de plantas daninhas e preservou-se a palhada na linha da soqueira sobre o solo.

Características avaliadas

Aos 15, 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA), realizou-se a avaliação visual da eficácia dos herbicidas sobre o controle das plantas daninhas, atribuindo-se notas de 0 a 100, em que 0 corresponde à ausência de controle e 100

ao controle total das plantas daninhas. Nessas mesmas datas, avaliou-se a seletividade dos herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar, utilizando-se a escala de 1 a 4, em que: 1 = (Ausência de intoxicação); 2 = (Intoxicação leve); 3 = (Intoxicação moderada); 4 = (Intoxicação severa).

Houve a necessidade de coletar o experimento com 180 DAA, por ocasião e necessidade da usina utilizar da cana-de-açúcar, para multiplicação de mudas, devido a qualidade da matéria prima apresenta e para não correr o risco de perder o trabalho realizado, foram colhidas e avaliadas as seguintes características:

- número de colmos de por metro: obtido pela contagem dos colmos em 8,0 metros lineares na fileira central;
- altura das plantas: obtida pela medição da distância vertical entre o solo e o apice das plantas de cana dos 5,0 metros na fileira central;
- diâmetro dos colmos: obtido pela medição dos colmos a 10 cm do solo, utilização do paquímetro digital;
- Produtividade: realizada a partir da colheita e pesagem dos colmos em 8,0 metros lineares na fileira central, para posteriormente conversão para produtividade em $t\ ha^{-1}$.

Análises estatísticas

Os dados relativos à eficácia dos herbicidas sobre o controle de plantas daninhas foram submetidos à análise de regressão, utilizando-se o software SigmaPlot 14.0. Para a escolha do modelo, levou-se em conta a significância dos parâmetros, o coeficiente de determinação (R^2) e a explicação biológica do fenômeno.

Os dados referentes à seletividade dos herbicidas para a cana-de-açúcar foram analisados de forma descritiva. Os dados relativos ao crescimento (altura de plantas, número de colmos, diâmetro dos colmos) e produtividade da cana-de-açúcar foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e em caso de significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade). Os cálculos estatísticos foram efetuados com auxílio do programa R (R CORE TEAM, 2023).

4. Resultados e Discussão

As principais espécies de plantas daninhas que ocorreram na área experimental foram *Bidens pilosa*, *Ipomoea nil*, *I. grandifolia*, *Uroclhoa decumbens*, *U. plantaginea*, *Panicum maximum*, *Euphorbia heterophylla*, *Digitaria horizontalis*, *Senna occidentalis* e *Ricinus communis*. A Figura 3 ilustra o tratamento sem herbicidas e sem capinas com infestação predominante de corda-de-viola (*I. triloba*), aos 60 DAA.



Figura 3. Ilustração da infestação no tratamento sem herbicidas e sem capinas aos 60 dias após a aplicação dos herbicidas.

Na Figura 4 estão apresentados os índices de controle de plantas daninhas na soqueira da cana-de-açúcar para as avaliações realizadas aos 15, 30, 60 e 90 após a aplicação dos herbicidas (DAA), onde se observa que as misturas piroxasulfone + amicarbazole e tebuthiuron + clomazone apresentaram taxas de controle semelhantes, com índices próximos 100% até 30 DAA, seguido de pequeno decréscimo até 90 DAA, quando o nível de controle estava na casa dos 80%, quando a cultura já encontrava-se com o dossel fechado, de modo a inibir a emergência e o crescimento de plantas daninhas.

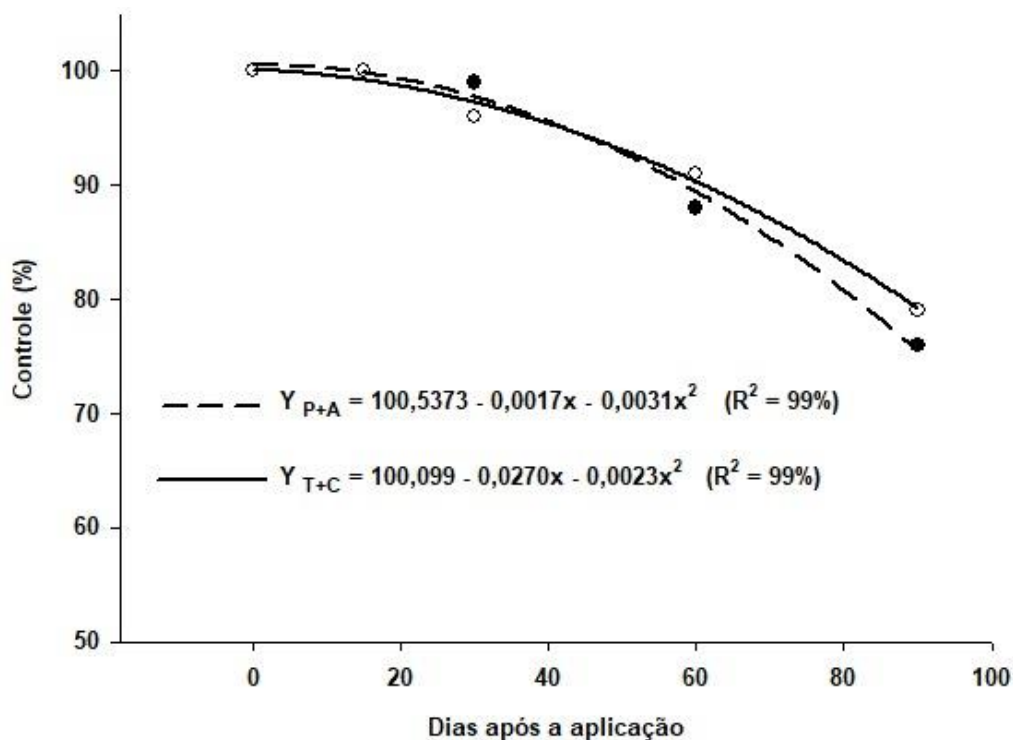


Figura 4. Controle das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar aos 15, 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA) piroxasulfone + amicarbazone (P + A) e tebuthiuron + clomazone (T + C).

O elevado volume de precipitação pluviométrica observado nos 90 DAA, com volume acumulado de 702 mm, dos quais 419 ocorreram intervalo entre 60 e 90 DAA (Figura 2), pode ter contribuído para redução do índice de controle no respectivo período para as duas misturas de herbicidas avaliadas nesta fase do cultivo (Figura 4). Pois herbicidas, sobretudo os com baixa sorção e elevada solubilidade em água, possuem maior potencial de serem lixiviados para camadas mais profundas (Souza, 2022), como é o caso como tebuthiuron e do amicarbazone. Segundo FARIA et al. (2018) e SOUZA (2022), quando o volume e frequência da precipitação pluvial (chuva) no local for elevada, pode ocorrer a redução da disponibilidade das dos herbicidas nas camadas superficiais do solo, onde estão concentrados a maior parte do banco de sementes das plantas daninhas.

Com as chuvas frequentes logo após a aplicação, com precipitação pluviométrica superior a 100 mm nos primeiros 30 dias após aplicação (DAA) (Figura 2), favoreceram o arraste dos herbicidas aplicados sobre a palhada até o solo, potencializando sua ação.

Segundo Matos (2018), a eficácia não é dependente apenas das características físico-químicas dos herbicidas, mas da interação de fatores externos sobre o solo, e das condições ambientais, como quantidade e intensidade de chuvas (Matos, 2018).

Em relação à seletividade dos herbicidas para a cana-de-açúcar, observou-se aos 15 DAA sintomas leves de intoxicação nas primeiras folhas oriundas da rebrota no tratamento submetido à aplicação da mistura tebuthiuron + clomazone (Tabela 4). Os sintomas foram caracterizados pelo leve branqueamento nas folhas novas (Figura 5A). Aos 30 DAA, apenas as folhas emitidas na avaliação anterior mantinham-se esbranquiçadas, com leve albinismo, e as folhas novas já não apresentavam mais sintomas de fitotoxicidade. Nas avaliações de 60 e 90 DAA não foram verificados sintomas visuais de intoxicação para a referida mistura de herbicidas, conforme ilustração na Figura 5B, aos 60 DAA.

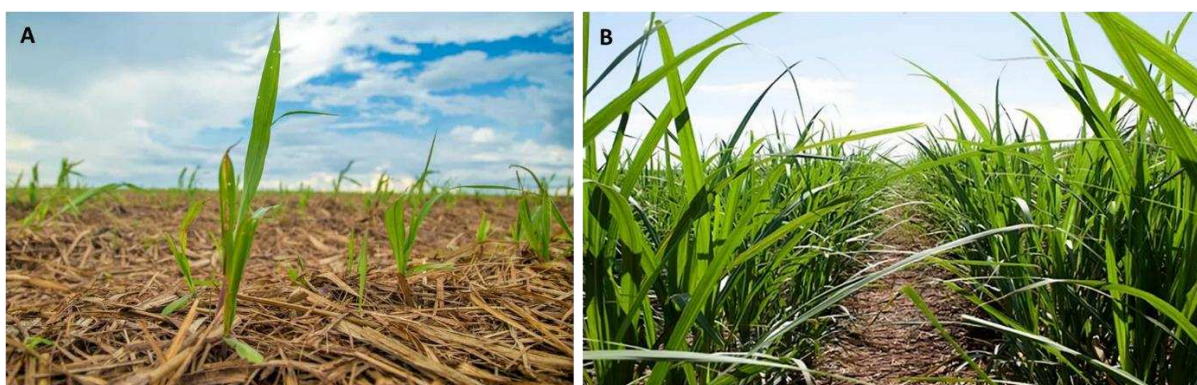


Figura 05. Sintomas leves de intoxicação na cana-de-açúcar causados pela mistura tebuthiuron + clomazone aos 15 dias após a aplicação (A) e plantas recuperadas, sem sintomas aos 60 dias após a aplicação (B).

Os sintomas relatados foram provocados pelo clomazone, levam à perda da coloração verde nas folhas produzidas a partir da aplicação do herbicida, as quais passam a ter coloração branca, devido ao seu mecanismo de ação desse herbicida ser à inibição da biossíntese de carotenoides, os quais que protegem a clorofila da foto-oxidação (Mendes et al., 2022). Fato este, que pode interferir no rendimento da cultura da cana-de-açúcar. Ademais, ainda são desconhecidas medidas que possam reverter ou minimizar os danos causados pela molécula. Após os 60 DAA, os efeitos de toxidez sobre a cultura não foram mais evidenciados.

Tabela 4. Intoxicação em plantas de cana-de-açúcar aos 15, 30, 60 e 90 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos herbicidas

Tratamentos	0 DAA	15 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA
-------------	-------	--------	--------	--------	--------

Piroxasulfone + Amicarbazone	1	1	1	1	1
Tebuthiuron + Clomazone	1	2	2	1	1
Testemunha com Capina	1	1	1	1	1
Testemunha sem Capina	1	1	1	1	1

Sintomas visuais de fitointoxicação: 1 = (Ausência de intoxicação); 2 = (Intoxicação leve); 3 = (Intoxicação moderada); 4 = (Intoxicação severa).

Para a mistura piroxasulfone + amicarbazone não foram observados sintomas visuais de intoxicação na cana-de-açúcar em nenhuma das avaliações realizadas (Tabela 4).

Todavia, a seletividade não pode ser determinada apenas pela simples verificação de sintomas visuais de fitotoxicidade, pois são conhecidos exemplos de herbicidas que podem reduzir a produtividade das culturas sem causar efeitos visualmente detectáveis e, há também, exemplos de herbicidas que provocam injúrias acentuadas, sem afetar rendimento (Negrisoli et al., 2004).

O crescimento radicular da cana-de-açúcar pode ser um fator, que requer estudos mais detalhados, das doses recomendadas, podendo mensurar as existências ou não da redução no crescimento radicular, independentemente da variedade e do tipo do solo avaliado (SOARES et al., 2011). O crescimento radicular é um importante parâmetro de crescimento da cana -de-açúcar, uma vez que indica a capacidade de absorção de água e nutrientes, que posteriormente serão convertidos em crescimento e desenvolvimento da cultura.

No que diz respeito às variáveis relacionadas ao crescimento e produtividade da cana-de-açúcar, observa-se na Tabela 5, onde está apresentado o resumo da análise de variância, que não houve efeito ($\alpha < 5\%$) dos tratamentos avaliados sobre à altura de plantas e diâmetro e número de colmos.

Tabelas 5. Resumo da análise de variância dos tratamentos, da cana de soqueira aos 180 dias após aplicação dos herbicidas e o CV (Coeficiente de Variação).

Fonte de variação	GL	QUADRADO MÉDIO			
		Compr. do colmo	Diâmetro do colmo	Nº de colmos/m	Produtividade
TRATAMENTO	3	0,0013667 ^{ns}	1,5004 ^{ns}	24,167 ^{ns}	329,86*
BLOCO	3	0,0059333 [*]	0,67429 ^{ns}	97,167 [*]	23,023*
RESIDUO	9	0,0056889	1,97693	15,566	4,83
TOTAL	15				
CV (%)		5,62	6,19	2,87	4,52

*significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias para as variáveis comprimento e diâmetro de colmo, número de colmos por metro linear e produtividade, onde se observa diferença significativa apenas para a produtividade, com maior valor observado para o tratamento sem herbicidas e com capinas, seguindo do submetido à aplicação do tebuthiuron + clomazone e amicarbazone + pyroxasulfone. Enquanto que menores taxas de produtividade foram observadas no tratamento sem capinas, que resultou em queda de produtividade de 36,44%, 26,54%, 17,00% em relação à testemunha capinada para os tratamentos sem capinas, amicarbazone + pyroxasulfone e tebuthiuron + clomazone, respectivamente, demonstrando a eficácia dos herbicidas sobre o controle das plantas daninhas.

Tabela 6- Numero de colmos por metro linear, comprimento e diâmetro de colmos e produtividade de cana-de-açúcar.

Tratamentos	Comprim. do colmo (cm)	Diametro do colmo (cm)	Número de colmos/metro	Produtividade t ha ⁻¹
Amicarbazone + Pyroxasulfone ¹	132 ^{ns}	24,6 ^{ns}	13,9 ^{ns}	45,68 c
Clomazone + Tebuthiuron ²	135	26,2	14,2	51,62 b
Testemunha com Capina	133	25,8	14,1	59,36 a
Testemunha (Infestação)	136	24,7	13,6	37,92 d
MÉDIA	134	25,3	14	48,65

Medias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}/ Não significativo.

Todavia, a menor produtividade observada nos tratamentos com herbicidas em relação ao mantido no limpo por meio de capinas pode ser resultado da reinfestação das plantas daninhas ocorridas a partir dos 60 DAA, devido ao elevado índice pluviométrico nesse período, que pode ter reduzido a eficácia dos mesmos e/ou ter resultado em danos causados pelos herbicidas à cultura, que podem ter sido arrastados para camadas mais profundas e atingido o sistema radicular da cana-de-açúcar. Fato comum em herbicidas com seletividade por posicionamento ou toponômica, a qual é afetada pelas características do solo, como a textura e teor de matéria orgânica e pelo índice de precipitação pluviométrica.

Como o solo da área experimental possui aproximadamente 48,7% de argila e 30,5 dag/kg de matéria orgânica, a tendência é que a lixiviação não seja favorecida, todavia a elevada precipitação pluviométrica no período experimental, com acumulado de 1497 mm nos 180 DAA pode ter favorecido o arraste dos herbicidas de modo a

influenciar a seletividade para a cultura. Sobretudo, os com maior solubilidade em água.

Os índices de produtividade alcançados, na casa de 50 t/ha foram satisfatórios, considerando que a colheita foi realizada aos 180 DAA, no mês de abril. Todavia, se a mesma fosse realizada no período correto, ou seja, um ano após o corte e a aplicação dos herbicidas a expectativa é que a mesma atingisse produtividade na casa de 90 a 100 t ha⁻¹, tendo como parâmetro os talhões ao lado do experimento, colhidos conforme seu ciclo de maturação e produção considerando a média na região centro Sul que é de 80,49 t ha⁻¹ (Conab, 2023)

5. Conclusão

As misturas de herbicidas tebuthiuron + clomazone e piroxasulfone + amicarbazone apresentaram resultados semelhantes em relação à eficácia e seletividade para a cana-de-açúcar na época úmida, demonstrando potencial de uso para o manejo da cana-soca em canaviais do Estado do Mato Grosso do Sul. Ambas as misturas foram eficazes no controle de plantas daninhas e seletivas para a rebrota da cultura da cana-de-açúcar.

6. Referências Bibliográficas.

ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación em ensayos de control de malezas, ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE MALEZAS - ALAM, 1974.

ANDRADE, J. F., **Fisioativadores e a fitotoxicidade causada pelos herbicidas clomazone, imazapique e sulfentrazone na cultura de cana-de-açúcar** - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011 - - Piracicaba, 2020. 95 p.

ARAUJO, R. C. A., A. M. C. MARINHO., R. G. S. SOBRINHO., V. H. C. SOUZA., L. C. SOUZA., F. F. V. R. AMORIM. E. I. B. ALMEIDA. **Seletividade de herbicidas aplicados, em pré-emergência, na fase de estabelecimento da cana-de-açúcar.** Scientific Electronic Archives Issue ID: Sci. Elec. Arch. v. 13, n.6, 2020.

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

AZANIA, C. A. ^{1*}, SCHIAVETTO., A. R. ², ZERA, F. S. ³, LORENZATO, C. M. ⁴, AZANIA, A. A. M. ⁵, BORGES, A. ⁶ **Avaliação de herbicidas aplicados em cana-de-açúcar durante estação chuvosa no Brasil.** Revista Brasileira de Herbicidas, v.9, n.1, p.9-16, 2010.

AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M. **Seletividade de Herbicidas.** In: MONQUERO. Rev. Bras. Herb., v.13, n.1, p.47-57, 2014.

BARBOSA, S.B. **Efeito do sulfentrazone + diuron e diclosulam no controle de plantas daninhas na aplicação sobre palha de cana-de-açúcar e com vinhaça.** SABRINA BELTRAMIN BARBOSA, 2021.

CARBONARI, C.A.; GOMES, G.L.; VELINI, E.D. **Efeitos de períodos sem a ocorrência de chuva na eficácia do flumioxazin aplicado no solo e na palha de cana-de-açúcar.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 9, n. 3, p. 81-88, 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.

CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M., FERREIRA, R. R.; DE OLIVEIRA FIGUEIRA, A. V.; CHRISTOFFOLETI, P. J. **Seletividade de herbicidas por metabolismo diferencial: considerações para redução de danos em culturas agrícolas**. *Scientiae Agrícola*, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009.

CASTRO, V. L. S. S. **Uso de misturas de agrotóxicos na agricultura e suas implicações toxicológicas na saúde**. *J. Braz.Soc. Ecotoxicol.*, v. 4, n. 1-3, p. 87-94, 2009.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; DAMIN, V.; CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1ª edição, 72 p. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira. Safra Brasileira de Grãos**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>.

FERREIRA, PHELIPPES,H.. **Seletividade dos herbicidas Amicarbazone e Sulfentrazone para cana soca seca, utilizando-se testemunha pareada, e ação na microbiota do solo** / Phelippe Sant'Anna Honório Ferreira. – Jaboticabal, 2016. vii, 63 p.

GAZZIERO, D.L.P. **Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil**. *Planta Daninha*, v. 33, n. 1, p. 83-92, 2015.

H. M.; CONSTANTIN J. **Sistemas de manejo de plantas daninhas utilizando o novo herbicida pyroxasulfone visando ao controle químico de gramíneas em soja**, *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 17, n. 2, p. 10, 2018.

KUVA, M. A. **Banco de sementes, fluxo de emergência e fitossociologia de comunidade de plantas daninhas em agro ecossistema de cana-cura**. 2006.118f.

Tese (Dissertação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

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

MAHONEY, Kr. J.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, H. **Weed management in conventional-and no-till soybean using flumioxazin/pyroxasulfone.** *Weed Technology*, v. 28, n. 2, p. 298-306, 2014.

MAPA; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portal Agrofit- Consulta aberta de defensivos agrícolas.** Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/primeira_pagina/extranet/AGROFIT.html>. Acesso em: 27 novembro. 2023.

MARCUSSI, S.A.; VELHO, G.F.; OLIVEIRA, P.A.; MONTEIRO, I.M.C.; HAVRYLUK, J.C.; SCHERER, M.B.; LIMA SOBRINHO, R.R. **Análise do ativo pyroxasulfone no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar aplicado em pré-emergência.** In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 31., 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro:SBCPD, 2018a. p.495.

MATOS, A.K.A.; CARBONARI, C.A.; GOMES, G.L.G.C.; VELINI, E.D. **Dinâmica de herbicidas pré-emergentes em sistemas de produção com palha.** *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 15, n. 1, p. 97-106, 2016.

MATOS, A.K.A. **Uniformidade na deposição e dinâmica de formulações de diuron e sulfentrazone em solo, palha e plantas de cana-de-açúcar.** 2018. 99 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

MELO, M.S.C. **Levantamento de ocorrência, alternativas de manejo, mecanismos de resistência e herança genética do capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao herbicida glyphosate.** Tese (Doutorado em Ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2015. Piracicaba: ESALQ, 2015. 109p.

MENDES, K.F. et al. EVOLUÇÃO DA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS. In: MENDES, K. F.; SILVA, A. A. (Org.). **Plantas Daninhas: Herbicidas**. Oficina de textos ed. São Paulo, SP: 2022a. v. 2. p. 74-99.

MENDES, K. F.; SILVA, A. A.; MIELKE, K. C. Classificação, seleividade e mecanismo de ação de herbicidas. In: MENDES, K. F.; SILVA, A. A. (Org.). **Plantas Daninhas: Herbicidas**. Oficina de textos ed. São Paulo, SP: 2022b. v. 2. p. 7-56.

MOURÃO, M. M. **Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à herbicidas** / Marcos Machado Mourão. – Lavras: UFLA, 2014. 51 p.: il.

OLIVEIRA Jr, et al, capítulo 7, pag. 157- 160. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas – 2011**.

OLIVEIRA JR, R. S.; INOUE, M. H. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas**. **Biologia e manejo de plantas daninhas**, p. 243, 2011.

P. A. Org. **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos: Rima, 2014, p. 217-232.

PASTRE, W. **Controle de tiririca (Cyperus rotundus L.) com aplicação de sulfentrazone e flazasulfuron aplicados isoladamente e em mistura na cultura da cana-de-açúcar**. 2006. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônômico de Campinas, São Paulo, 2006.

PPDB: **PESTICIDE PROPERTIES DATABASE**. Amicarbazone / Pyroxasulfone. Disponível em: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/1159/1367.htm>. Acesso em: 08 agosto. 2023.

PRESOTO, JESSICA C. - **Interação e eficácia de flumioxazin e pyroxasulfone e influência do período de seca após aplicação em ambiente de cana-de-açúcar** / Jéssica Kursino Presoto. -- versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, **2020**. 63 p.

Portal Embrapa (Versão 3.111.0).p01 <https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas>.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed. Londrina, 764p. 2018.

SALOMÃO, P. E. A.; FERRO, A. M. S.; RUAS, W. F. **Herbicidas no Brasil: uma breve revisão. Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e32921990, 2020.

SILVA, A. A.; MENDES, K. F.; D'ANTONINO, L.; PEREIRA, G. A. M.; MIELKE, K. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. cap 4. **Dinâmica e destino de herbicidas no solo. In: MENDES, K. F.; SILVA, A. A. Plantas Daninhas: herbicidas. São Paulo -SP. Oficina de Textos, 2022. p. 100-128.**

SILVA, K.S.; FREITAS, F.C.L.; SILVEIRA, L.M.; LINHARES, C.S.; CARVALHO, D.R.; LIMA, M.F.P. **Eficiência de herbicidas para a cultura do feijão-caupi. Planta Daninha (impresso). v.32, p. 197-205, 2014.**

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.**

SOUZA, WENDEL M., D. Sc. **Mobilidade, persistência no solo e eficácia do indaziflam aplicado isoladamente e em mistura com outros herbicidas na cultura da cana-de-açúcar. Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2022.**

TANETANI, Y.; KAKU, K.; KAWAI, K.; FUJIOKA, T.; SHIMIZU, T. **Action mechanism of a novel herbicide, pyroxasulfone. Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.95, n.1, p.47-55, 2009.

VELINI, E. D. et al. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 123-134, 2000.**

WSSA - WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. "Herbicide resistance" and "herbicide tolerance" defined. *Weed Technology*, v. 12, p. 789, 1998.

WSSA - WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Herbicide Handbook. (Lawrence). Edição 10, 2014. 513p.**