

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**SELETIVIDADE DO HERBICIDA NICOSSULFURON APLICADO ANTES E APÓS  
O PERFILHAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**Acadêmico: JOÃO LUCAS CHAVES FERRAZ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**ILHA SOLTEIRA - SP**

**2022**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**SELETIVIDADE DO HERBICIDA NICOSSULFURON APLICADO ANTES E APÓS  
O PERFILHAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Acadêmico: **JOÃO LUCAS CHAVES FERRAZ**  
Orientador: **Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Engenharia  
de Ilha Solteira – UNESP, como parte  
dos requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

**ILHA SOLTEIRA - SP**

**2022**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F381s Ferraz, João Lucas Chaves.  
Seletividade do herbicida nicossulfuron aplicado antes e após o  
perfilhamento da cana-de-açúcar / João Lucas Chaves Ferraz. -- Ilha Solteira:  
[s.n.], 2022

30 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -  
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Fernando Tadeu de Carvalho

Inclui bibliografia

1. Controle químico. 2. Fitotoxicidade. 3. Saccharum spp.

  
Rafael de Nilton Santos

Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho"  
Biblioteca Central - Ilha Solteira  
Campus Ilha Solteira - Ilha Solteira, SP - 13506-900  
Fone: (13) 3391-3100  
E-mail: biblioteca@fca.unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

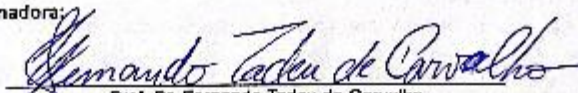
TÍTULO: "SELETIVIDADE DO HERBICIDA NICOSSULFURON  
APLICADO ANTES E APÓS O PERFILHAMENTO DA  
CANA-DE-AÇÚCAR"


ALUNO: JOÃO LUCAS CHAVES FERRAZ - RA: 161051121

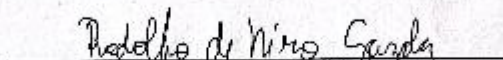
ORIENTADOR: Prof. Dr. FERNANDO TADEU DE CARVALHO

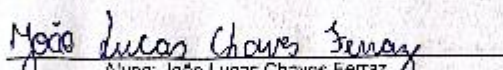
Aprovado (X) - Reprovado ( ) pela Comissão Examinadora com a Nota: 9,2

Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho  
Presidente (Orientador)

  
Prof. Dr. Leandro Coelho de Araujo

  
Prof. Dr. Rodolfo de Niro Gazola

  
Aluno: João Lucas Chaves Ferraz

Ilha Solteira(SP), 21 de junho de 2022.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Márcio Aparecido M. Ferraz e Eva Maria Chaves Ferraz, aos meus avós, Manoel Conceição Chaves e Maria Fagundes Chaves, por estarem presentes desde o início da minha graduação que finalmente chega ao fim.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a toda minha família, por sempre estar presente e me apoiar nos momentos de decisão para vencer os obstáculos impostos.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Fernando Tadeu de Carvalho, por ter me dado a oportunidade de ser estagiário desde o início da minha graduação, que se mostrou ferramenta fundamental para o meu desenvolvimento técnico, profissional e pessoal.

Aos companheiros e irmãos da República Vamo ET, família que a UNESP me proporcionou e que levarei para o resto da vida, pelos melhores momentos e alegrias compartilhados. Principalmente aqueles que moraram comigo e fizeram parte da jornada: Fernando (Procurado), Guilherme (Delta), Gustavo (Paeiro), Hudson (Saiadin), Pedro (Oferenda), Vitor (Gisela).

Aos amigos de faculdade, em especial: Castro, Gabrielle, Karina, Paula, Salvador, entre tantos outros.

A todos os amigos da minha cidade natal que sempre estiveram presentes e me incentivando durante a vida, em especial: Andriely, Arthur, Gildo, Lucas.

A minha tia, Evy Márcia e a minha prima Taiane que tanto me ajudaram.

Agradeço à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, por proporcionar cinco anos inesquecíveis em minha vida, através dos ensinamentos e amigos que levarei para sempre.

A todos os professores e funcionários da UNESP.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram e que fizeram parte da minha graduação.

Meus sinceros agradecimentos, obrigado por tudo.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	9
<b>2.1 A cultura da Cana-de-Açúcar</b> .....	9
<b>2.2 Plantas daninhas e seletividade de herbicidas na cana-de-açúcar</b> .....	10
<b>2.3 Nicossulfuron</b> .....	13
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
<b>LOCAL E DATA</b> .....	15
<b>VARIEDADE E TRATOS CULTURAIS</b> .....	15
<b>TRATAMENTOS</b> .....	15
<b>DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DIMENSÃO DAS PARCELAS</b> .....	15
<b>HERBICIDAS E DOSES UTILIZADAS</b> .....	15
<b>DESCRIÇÃO DOS HERBICIDAS</b> .....	15
<b>TECNOLOGIA E ÉPOCA DE APLICAÇÃO</b> .....	16
<b>AVALIAÇÕES</b> .....	17
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24

### Lista de Tabelas

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento. Usina Santa Adélia (2020). .....	16
Tabela 2. Fitotoxicidade dos tratamentos aplicados antes do perfilhamento da cana-de-açúcar. Usina Santa Adélia (2020). .....	18
Tabela 3. Dados de biometria da cana-de-açúcar para os tratamentos aplicados antes do perfilhamento da cultura. Usina Santa Adélia (2020). .....	19
Tabela 4. Fitotoxicidade dos tratamentos aplicados após o perfilhamento da cana-de-açúcar. Usina Santa Adélia (2020). .....	20
Tabela 5. Dados de biometria da cana-de-açúcar para os tratamentos aplicados após o perfilhamento da cultura. Usina Santa Adélia (2020). .....	21

## RESUMO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura importante para setor do agronegócio. Assim sendo, a manutenção das áreas com a cultura é imprescindível para que se atinja altas produtividades, independente da finalidade da cana. Há várias operações necessárias, dentre elas, o controle de plantas daninhas com herbicidas seletivos à cultura vem sendo um dos grandes desafios para os produtores. Neste contexto, objetivou-se avaliar uma nova formulação do herbicida nicossulfuron, aplicado em pós-emergência, quanto à sua seletividade para a cultura. O experimento foi realizado no período de novembro/2019 até abril/2020 em área de cultivo da usina Vale do Paraná. O trabalho foi dividido em duas aplicações dos herbicidas Sanson Evo nas doses de 0,50; 0,75; 1,00 e 1,50 L/ha e Sanson 40 SC na dose de 0,5 L/ha, uma antes do perfilhamento (aos 30 dias após o plantio) e a outra após o perfilhamento (aos 90 dias após o plantio) da cana-de-açúcar. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC). As aplicações dos herbicidas foram realizadas com um pulverizador costal pressurizado (CO<sub>2</sub>) a 40 lb/pol<sup>2</sup>. A avaliação de seletividade dos tratamentos foi realizada através de uma escala visual considerando-se a biomassa e a coloração das plantas tratadas comparadas com as plantas testemunhas e atribuindo-se notas de 0% a 100%, onde 0% = nenhum sintoma de fitotoxicidade e 100% = morte total das plantas. Observou-se que o herbicida Sanson 40 SC foi tecnicamente seletivo às plantas de cana-de-açúcar cultivar RB-92-579, apesar de não ser recomendado para a cultura. O herbicida Sanson Evo, na dose de 0,5 L/ha, quando aplicado antes do perfilhamento, apresentou-se dentro dos limites de seletividade, entretanto com muitas ressalvas considerando os programas de redução de fitotoxicidade adotado por muitas Usinas. Na dose de 0,5 L/ha, aplicado após o perfilhamento e nas doses de 0,75 L/ha, 1,00 L/ha e 1,50 L/ha, tanto antes como após o perfilhamento, o Sanson Evo, foi altamente fitotóxico às plantas de cana-de-açúcar cultivar RB-92-579.

**Palavras-chave:** controle químico, fitotoxicidade, *Saccharum* spp.



## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) foi introduzida no Brasil em 1.553, sendo estabelecida de forma definitiva nas regiões Centro-Sul e Nordeste e, atualmente, o Brasil é o maior produtor com 720 milhões de toneladas o que corresponde a  $\pm 40\%$ , de um total de 1.700 milhões de toneladas produzidas em 24 milhões de hectares por ano no mundo (YARA Brasil, 2020).

Esse potencial produtivo do Brasil é possível devido os fatores climáticos favoráveis, como a disponibilidade hídrica e temperaturas, fatores esses que influenciam diretamente na produção (André et al., 2010). Segundo a Conab (2017), além dos fatores climáticos, o aumento da demanda mundial por etanol, oriundo de fontes renováveis, aliado as grandes áreas cultiváveis, torna o Brasil um país promissor para exportação dessa commodity.

Assim, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis devido ao grande potencial na produção de etanol. Além da produção de etanol e açúcar, as unidades de produção têm buscado operar com maior eficiência, inclusive em geração de energia elétrica, auxiliando na redução dos custos e contribuindo para a sustentabilidade da atividade (CONAB, 2017).

Todavia, existe uma série de fatores que podem afetar a produtividade da cultura, entre eles, as plantas daninhas que competem pelos recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, e que podem liberar substâncias alelopáticas, podem ainda atuar como hospedeiras de pragas e doenças comuns à cultura e interferirem nas práticas de colheita (PITELLI, 1985). Desta forma torna-se imprescindível o controle delas, sendo que o controle químico tem sido o mais usado, com a utilização de herbicidas, prática esta que é realizada quase o ano inteiro durante os processos de plantio da cultura (AZANIA et al., 2005).

Para a aplicação de herbicidas é fundamental que ele seja seletivo para cultura, a não ser que a aplicação seja localizada nas entrelinhas da cultura, para se evitar fitotoxicidades e consequentemente diminuir a produtividade. A seletividade dos herbicidas pode ser definida como a medida da resposta diferencial das espécies de plantas à aplicação de uma determinada molécula. Via de regra, quanto maior a tolerância aos herbicidas da cultura em relação às plantas daninhas, maior é a segurança da aplicação (OLIVEIRA JÚNIOR; CONSTANTIN, 2001). O metabolismo diferencial de herbicidas em plantas destaca-se como um dos mais importantes fatores de seletividade relacionados às características diretas ou indiretas das plantas (Cole, 1994).

A pontuação que é dada na avaliação da fitotoxicidade geralmente baseia-se em uma escala numérica dependendo do modelo proposto no trabalho. A escala de Frans et al. (1986), nos EUA, sugere notas de 0 a 100 e cita como base as seguintes caracterizações de fitotoxicidade: 0= nenhuma; 10= leve descoloração; 20= descoloração; 30= descoloração pronunciada com rápida recuperação; 40= descoloração pronunciada com recuperação; 50= descoloração pronunciada com recuperação lenta; 60= não recuperável; 70= grandes perdas na densidade; 80= plantas quase destruídas; 90= sobrevivem poucas plantas e 100= morte total da cultura.

Na Europa, a escala proposta por EWRC (1964) sugere notas de 1 a 9 e caracteriza os valores da seguinte forma: 1= nula; 2= muito leve; 3= leve; 4= fraca; 5= média; 6= quase forte; 7= forte; 8= muito forte e 9= destruição total.

No Brasil é mais comum o uso da escala de fitotoxicidade baseada em porcentagem onde 0%= nenhuma fitotoxicidade e 100%= morte total das plantas com o limite aceitável de 15% (SBCPD, 1995, Shaner e Mallipudi, 1991).

Os trabalhos de pesquisa que analisam os índices de seletividade e fitotoxicidade dos herbicidas são importantes, pois auxiliam na caracterização do potencial de uso dos produtos. O nicossulfuron, pertence ao grupo químico das sulfoniluréias, e possui ação sistêmica, destacando-se como um dos principais herbicidas pós-emergentes utilizados atualmente na cultura do milho, controlando preferencialmente gramíneas e algumas dicotiledôneas (Rodrigues e Almeida, 2005).

Sendo recomendado apenas para a cultura do milho, em suas várias formulações, surgiu a possibilidade de que uma nova formulação do nicossulfuron, o Sanson Evo, por ter menos impurezas em seu ingrediente ativo, pudesse ser seletivo para a cana-de-açúcar, o que ampliaria o leque de opções para a cultura com possibilidade de aplicações em pós-emergência, já que a grande maioria dos herbicidas registrados para a cana-de-açúcar é para a aplicação em pré-emergência.

Desta forma considerando a importância da cultura para o Brasil, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de se avaliar uma nova formulação do herbicida nicossulfuron, aplicado em pós-emergência, quanto à sua seletividade para a cana-de-açúcar.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura da Cana-de-Açúcar

A planta da cana-de-açúcar, pertencente à família Poaceae, é uma gramínea perene que se desenvolve em forma de touceira, possuindo ciclo econômico de cinco a seis anos, o que exige plantios com excelente qualidade. Possui uma parte aérea, a qual é formada por colmos, folhas e inflorescências e, outra parte subterrânea constituída de raízes fasciculadas, em que cerca de 85% se encontram nos primeiros cinquenta centímetros de profundidade, além de rizomas que são responsáveis pelo perfilhamento das touceiras, sendo que as novas touceiras se originam dos rizomas que rebrotarão após a colheita (SEGATO et al., 2006).

Trazida ao Brasil no século XVI por Martim Afonso de Sousa, a cana-de-açúcar passou a ter significativa importância para o país. Inicialmente, seu principal pólo de produção era a Zona da Mata nordestina, tendo depois se expandido pela região sudeste, notadamente no Estado de São Paulo (MAPA, 2007).

A importância da cana-de-açúcar pode ser atribuída à sua múltipla utilização, podendo ser empregada sob a forma de forragem, para alimentação animal, ou como matéria prima para a fabricação de açúcar, álcool, rapadura, melado e aguardente. Atualmente, a principal destinação da cana-de-açúcar cultivada no Brasil é para a fabricação de açúcar e álcool (MAPA, 2007).

A sustentabilidade é um conceito que busca atender os setores econômico, social e ambiental, a qual vem sendo exigida pelo mercado nacional e internacional, sendo sua aplicação importantíssima para a expansão do comércio do açúcar e do álcool, e em razão disso, a indústria canavieira está passando por mudanças nas suas operações, com o implemento de adaptações e alterações tanto no manejo da produção quanto na colheita da cana, com o uso de tecnologias mais rentáveis na condução e expansão, além do crescimento da matriz bioenergética (VIANA; PEREZ, 2013).

A indústria canavieira é um dos setores mais relevantes do agronegócio brasileiro e está passando por mudanças significativas em suas operações, como as adaptações e alterações realizadas no manejo da produção e colheita da cana, além do crescimento da matriz bioenergética e ampliação do uso de tecnologias mais rentáveis para sua expansão (VIANA; PEREZ, 2013).

Segundo estimativa da CONAB (2020), a área em produção da safra 20/21 foi de 8,6 milhões de hectares, sendo o rendimento médio de 77.293 kg/ha, indicando um aumento de 1,5% em relação à temporada anterior. Tratando-se de produção total de 665 milhões de

toneladas de cana-de-açúcar, evidenciando um aumento de 3,5% em comparação ao total produzido em 2019/20.

No terceiro levantamento estimativo da Conab em dezembro de 2020, apontou-se uma produção de 41,8 milhões de toneladas de açúcar para safra 20/21. Essa produção indica um incremento de 40,4% sobre a safra 19/20, sendo que, a região Centro-Sul foi a responsável por 92,4% do total de açúcar produzido e a região Norte/Nordeste por aproximadamente 7,6%. Nesse contexto de produção de açúcar, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná e Alagoas seguem sendo os maiores produtores do produto.

Tratando-se de etanol produzido a partir da cana-de-açúcar, a safra 20/21 atingiu 29,8 bilhões de litros, evidenciando uma redução de 12,3% em relação à safra passada (CONAB, 2020).

Destaca-se que, dividindo a produção de acordo com cada tipo de etanol, o anidro que é adicionado à gasolina, produziu 9,6 bilhões de litros. Já o etanol hidratado produziu 20,3 bilhões de litros (CONAB, 2020).

De acordo com a União da Indústria da Cana-de-Açúcar (UNICA), em 2018 o Brasil consumiu 19,4 bilhões de litros de etanol hidratado, o qual é usado para abastecer veículos diretamente. Já em 2019, o consumo aumentou consideravelmente para 22.5 bilhões de litros.

Nesse contexto é necessário destacar que o etanol tem uma importância ambiental muito relevante, pois além de ser produzido a partir de uma matéria-prima renovável e gerar empregos na cadeia sucroalcooleira e novas oportunidades de negócios, esse biocombustível também reduz a emissão de gases para a atmosfera (SEBRAE,2019).

O Brasil possui grande potencial edafoclimático, sendo esta uma das condições favoráveis à produção da cana-de-açúcar, que se desenvolve bem em diferentes ciclos de crescimento e ambientes de produção. Entretanto, existe uma série de fatores que podem prejudicar a sua produção (NASCIMENTO, 2016).

## **2.2 Plantas daninhas e seletividade de herbicidas na cana-de-açúcar**

Planta daninha é qualquer ser vegetal que cresce onde não é desejado. Dentro dessa definição ampla também deve ser enquadrada como tal a tiguera de culturas que vegetam espontaneamente em lavouras subsequentes a estas (LORENZI et al., 2014). As mesmas surgiram de um processo dinâmico de evolução ao se adaptarem às perturbações ambientais provocadas pela natureza ou pelo homem através da agricultura (CHRISTOFFOLETI; VICTORIA FILHO; SILVA, 1994). Nesse contexto das tigueras, Silva et al. (2007) acrescentam que uma planta pode ser daninha em determinado momento, se estiver

interferindo negativamente nos objetivos do homem, porém, podendo ser útil em outra situação, não mais se enquadrando neste conceito.

No Brasil, estima-se que as perdas ocasionadas às culturas agrícolas pela interferência destas plantas sejam em torno de 20 a 30% (LORENZI et al., 2014). No que se refere às regiões produtoras de cana no Brasil, destaca-se que existem cerca de 1000 espécies de plantas daninhas, as quais estão divididas em plantas de ciclo anual e plantas de ciclo perene. Quanto às de ciclo anual, destacam-se as espécies: *Brachiaria plantaginea* (capim marmelada), *Digitaria horizontalis* (capim-colchão), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho), *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha), *Ipomoea* spp. (cordas-de-viola), *Amaranthus* spp. (carurus). Já as de ciclo perene têm-se: *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) *Cynodon dactylon* (grama-seda), *Cyperus rotundus* (tiririca), *Sida* spp. (guanxumas) e *Panicum maximum* (capim-colonião) (AZANIA et al., 2010).

As plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar geram interferências negativas à cultura que vão desde a competição por água, luz, oxigênio, gás carbônico e nutrientes existentes no solo até a liberação de substâncias alelopáticas e ainda servindo de abrigo para pragas e doenças que prejudicam o desenvolvimento dos canaviais. Sendo assim, a infestação de plantas daninhas é um dos principais fatores bióticos presentes no agroecossistema da cana-de-açúcar, podendo causar perdas significativas na produtividade, na qualidade do produto colhido e também na longevidade do canavial (KUYA et al., 2003).

Anota-se que o ponto crítico de interferência das plantas daninhas ocorre durante as primeiras etapas de desenvolvimento da cana, sobretudo na germinação da cana planta ou da soqueira (AGEITEC, 2009).

Neste contexto, busca-se manejar essas plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar a partir de métodos de controle cultural, mecânico e químico. Em relação ao método cultural, busca-se principalmente o rápido sombreamento do solo, que é realizado através do uso de variedades vigorosas com rápido crescimento (DE MARIA et al., 2016; ROSSETTO e SANTIAGO, 2018). Outro método cultural para controle de plantas daninhas é o recobrimento do solo através da palhada, porque ela dificulta a emergência das plantas daninhas, pois reduz a penetração de luz no solo, podendo ocorrer também a liberação de exsudados pela palha, estas apresentam efeitos alelopáticos sobre a germinação de propágulos de plantas daninhas (CORREIA e REZENDE, 2002; SILVA et al., 2003).

Por ser o método de maior eficiência de aplicação em grandes áreas e diversidade de moléculas e formulações, o método de controle químico é o mais utilizado para o controle de plantas daninhas em lavouras de cana-de-açúcar (SABBAG, 2015).

Inserido no conceito de controle químico, existem no Brasil 386 marcas comerciais de herbicidas registrados para uso na cultura da cana-de-açúcar, distribuídas dentre 42 ingredientes ativos (AGROFIT, 2019).

Por outro lado, no cenário da agropecuária, os herbicidas utilizados para controle de plantas daninhas podem ser substâncias químicas ou agentes biológicos que possuem a aptidão de matar ou suprimir o crescimento de plantas (CANAL RURAL, 2020), de acordo com sua classificação em graminicida (capaz de matar apenas plantas daninhas do grupo das monocotiledôneas) ou latifolicida (capaz de matar apenas plantas daninhas do grupo das dicotiledôneas) (LORENZI et al., 2014).

No processo de escolha por um herbicida, deve levar em consideração aspectos técnicos e econômicos, tais como eficiência, seletividade para a cultura, efeito residual, janela de aplicação, espectro de controle e custo. Ainda, deve ser analisada a modalidade de cultivo: cana planta, cana planta de ano e meio e cana soca; a época de aplicação (úmida ou seca) e as características climáticas e do solo (CHRISTOFFOLETI et al., 2008).

A seletividade de um herbicida para cana-de-açúcar deve ser levada em consideração no momento da escolha do produto para o sucesso na atividade. Tal seletividade é visualizada quando se constata que o herbicida é capaz de eliminar determinadas plantas daninhas e não causar danos (fitotoxicidade) na cultura de interesse, o que ocorre por alguns motivos, dentre eles o metabólico, ou seja, a planta é capaz de metabolizar o produto, reduzindo o potencial tóxico ou mesmo inativando o produto (CARVALHO, 2013).

Ressalta-se que a seletividade pode ser dividida em três tipos, quais sejam: i) seletividade genuína, ou seja, que a planta é capaz de metabolizar o herbicida; ii) seletividade adquirida, esta trata-se de modificação genética nas culturas para não sofrerem fitotoxicidade ao contato com o herbicida; iii) seletividade toponômica, denominada quando o herbicida não entra em contato com a planta devido a aplicação localizada nas plantas daninhas (CARVALHO, 2013). Todavia, a seletividade dos herbicidas é relativa. Tal relatividade ocorrerá no caso de alguma alteração no herbicida (dose, modo de ação, número ou intervalo de aplicações), no ambiente (tipo de solo, umidade, matéria orgânica) ou nas plantas (variedades, modo de aplicação), o que pode comprometer a seletividade do defensivo agrícola (CAMPOS et al., 2017).

Sabendo-se que um herbicida pode impactar negativamente a cultura, o estudo da toxidez de um herbicida sobre uma cultura, deve ser feito avaliando-se e quantificando-se as injúrias provocadas por ele, quando presentes, e também os efeitos que estas injúrias podem apresentar sobre o crescimento e a produtividade da cultura (AZANIA et al., 2006).

O estudo da seletividade de herbicidas é importante porque em sistemas de cultivo da cana-de-açúcar uma das problemáticas atuais está relacionada à seletividade dos herbicidas, onde alguns pesquisadores têm avaliado a seletividade desses defensivos dependendo de aspectos como modalidade de aplicação, tipo de solo, época e forma de propagação da cultura (AZANIA et al. 2005; SOUZA et al. 2009; FERREIRA et al. 2005; GIRALDELI et al. 2018).

Conforme VELINI e NEGRISOLI (2000), para melhor implantação do sistema de cana-crua, são necessários novos herbicidas com melhores opções em pós-emergência e seletivos à cultura, pois os que existem atualmente são praticamente todos para aplicações em pré-emergência.

### **2.3 Nicossulfuron**

Os herbicidas, por meio de um mecanismo de ação, inibem a atividade de uma enzima/proteína na célula, ou prejudicam a fotossíntese, desencadeando uma série de eventos que matam ou inibem o desenvolvimento da célula e do organismo (VIDAL, 1997). Em seguida ocorrem outras reações químicas ou processos que suprimem a planta e o somatório disso tudo é denominado modo de ação e este, portanto, é o efeito final expresso na planta após a aplicação de um herbicida e destaca-se ainda que, os herbicidas com o mesmo mecanismo de ação apresentam modelos similares de translocação na planta e vão produzir sintomas de injúria semelhantes (ROSS E CHILDS, 1995).

Nesse contexto, há os herbicidas inibidores da enzima ALS. Os herbicidas deste mecanismo de ação constituem um grupo de herbicidas muito importante e comercializado ultimamente, sendo que, muitas das moléculas em fase de desenvolvimento ou lançadas nos últimos anos estão nesse grupo de mecanismo de ação (OLIVEIRA Jr. e INOUE, 2011).

Por apresentarem baixa toxicidade para mamíferos, boa seletividade e eficiência em doses baixas, os inibidores da ALS vêm sendo bastante utilizados (OLIVEIRA Jr. e INOUE, 2011). No entanto, as plantas daninhas têm facilidade em desenvolver resistência a este grupo, o que já foi detectado em várias partes do mundo (OLIVEIRA Jr. e INOUE, 2011). Sendo assim é importante realizar um bom manejo para evitar a resistência de plantas daninhas no local.

Os herbicidas inibidores da ALS após serem absorvidos são translocados para áreas de crescimento ativo da planta (meristemas e ápices). Em plantas suscetíveis esse crescimento é inibido e as plantas senescem pela incapacidade de produzir os aminoácidos essenciais que necessita, como: valina, leucina e isoleucina (OLIVEIRA Jr. e INOUE, 2011).

Dentre os inibidores da enzima ALS – acetolactato sintase, há o ingrediente ativo nicossulfuron pertencente ao grupo químico das sulfoniluréias (AGROLINK, 2021). Esse ingrediente ativo é muito utilizado para controle em pós-emergência de plantas daninhas na cultura do milho, através da ação sistêmica em gramíneas e de algumas folhas largas na dosagem de 50 a 60 g i.a. ha<sup>-1</sup> (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

Além de realizar um bom controle de plantas daninhas, esse herbicida também é seletivo para o milho devido a rápida metabolização, podendo estar relacionado também com a velocidade de absorção (Silva et al., 2007). Porém, após estudos de seletividade desse herbicida no milho, percebeu-se a necessidade de se conhecer o adequado estágio fenológico da cultura para a aplicação dos produtos (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2003). Dessa forma, apesar do nicossulfuron ser recomendado para a cultura do milho, em alguns genótipos de milho ele pode ocasionar fitointoxicação em níveis inaceitáveis, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, do ambiente e da dose utilizada (PARRELA, 2004).

Desta forma, deve haver restrição para o uso e registro deste herbicida, de acordo com os genótipos que o tolerem, uma vez que, verificou-se alto nível de injúrias em alguns híbridos de milho após aplicação do nicossulfuron, mesmo em baixa dosagem (MEYER et al., 2010; LIU et al., 2015).

Contudo, mesmo para os genótipos recomendados, o nicossulfuron deve ser evitado quando as plantas de milho estiverem fora do estágio recomendado de aplicação, em condições de estresse por deficiência hídrica ou nutricional e quando houver danos causados por ataque de pragas, doenças ou nematóides (PARRELA, 2004).

O nicossulfuron também pode ser utilizado em misturas com outros herbicidas, dentre eles a atrazine, com o objetivo de aumentar o espectro de controle de plantas daninhas e redução na dosagem a ser adotada (RIZZARDI et al., 2008; SILVA et al., 2007).

Um bom exemplo ocorreu a partir da mistura de nicossulfuron (32 g ha<sup>-1</sup>) mais atrazine (1,2 kg ha<sup>-1</sup>) mais óleo vegetal pulverizada em pós-emergência das plantas de milho no estágio V4, resultando em boa produtividade de grãos e controle eficaz das plantas daninhas *Brachiaria plantaginea*, *Bidens pilosa*, *Digitaria horizontalis*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea*, *Sida* e *Amaranthus* (RIZZARDI et al., 2008).

Dentro da classe dos inibidores da ALS e com o ingrediente ativo nicossulfuron há o herbicida Sanson (nome comercial), no qual é muito utilizado para o controle de plantas daninhas na cultura do milho, com ação sistêmica e aplicado em pós-emergência (ANDREI, 2005). Como exemplo desse herbicida há o Sanson 40 SC e o Sanson EVO, ambos possuem 40 g/L de nicossulfuron (AGROLINK, 2021).



### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **LOCAL E DATA**

O trabalho foi desenvolvido no período de novembro/2019 até abril/2020 em área de cultivo da usina Vale do Paraná, nas coordenadas 20°20'09"S de latitude e 51°07'06"W de longitude no município de Santa Fé do Sul, na região Noroeste do Estado de São Paulo. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho textura arenosa com 25% de argila, 65% de areia e 10% de silte.

#### **VARIEDADE E TRATOS CULTURAIS**

A variedade de cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a RB-92-579, plantada no dia 29/11/2019, no espaçamento de 1,50 m entre-linhas. O plantio foi realizado no sistema convencional, com uma aração e duas gradagens antes da abertura dos sulcos de plantio. Os tratos culturais realizados na área experimental foram os normais exigidos pela cultura e realizados pela Usina (Vale do Paraná) no que diz respeito às adubações e controle de pragas e doenças.

Os herbicidas selecionados para o teste experimental foram aplicados após o plantio da cana-de-açúcar em pós-emergência da cultura em duas fases, antes e após o perfilhamento da cultura. O tratamento Testemunha no Limpo e os demais tratamentos (já que o objetivo era testar apenas a seletividade e não a eficácia de controle das plantas daninhas dos tratamentos) foram mantidos no limpo através de capinas manuais realizadas durante todo o desenvolvimento do trabalho.

#### **TRATAMENTOS**

##### **DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DIMENSÃO DAS PARCELAS**

O trabalho foi dividido em duas aplicações dos herbicidas, uma antes do perfilhamento (aos 30 dias após o plantio) e a outra com a aplicação após o perfilhamento (aos 90 dias após o plantio) da cana-de-açúcar. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com onze tratamentos e quatro repetições.

As parcelas foram dimensionadas com três linhas da cultura com 5,0 m de comprimento por 4,5 m de largura, totalizando 22,5 m<sup>2</sup>. A área total do experimento (28 parcelas x 30 m<sup>2</sup>) foi de 840 m<sup>2</sup>.

##### **HERBICIDAS E DOSES UTILIZADAS**

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento. Usina Vale do Paraná (2020).

Tratamentos	Dose (L/ha)	ingrediente ativo (g/ha)	Tempo de Aplicação
01- Sanson Evo	0,50	20	<b>ANTES DO PERFILHAMENTO</b>
02- Sanson Evo	0,75	30	
03- Sanson Evo	1,00	40	
04- Sanson Evo	1,50	60	
05- Sanson 40 SC	0,50	20	
06- Sanson Evo	0,50	20	<b>APÓS O PERFILHAMENTO</b>
07- Sanson Evo	0,75	30	
08- Sanson Evo	1,00	40	
09- Sanson Evo	1,50	60	
10- Sanson 40 SC	0,50	20	
11- Test. capinada	--	--	--

Obs.: foi utilizado o mesmo tratamento Testemunha Capinada para ambos os experimentos.

#### DESCRIÇÃO DOS HERBICIDAS (segundo RODRIGUES e ALMEIDA, 2018)

Nome comercial: Sanson 40 SC, ingrediente ativo: nicossulfuron, nome químico: 2-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-ylcarbamoil sulfamoyl)-n, n-dimethylnicotinamide, grupo químico: sulfoniluréia, formulação: suspensão concentrada (SC), concentração do ingrediente ativo: 40 g / L, classe: herbicida seletivo para a cultura do milho, toxicidade: classe toxicológica III (medianamente tóxico). Fabricante: ISK Biosciences.

Nome comercial: Sanson Evo, ingrediente ativo: nicossulfuron purificado, nome químico: 2-(4,6-dimethoxypyrimidin-2-ylcarbamoil sulfamoyl)-n, n-dimethylnicotinamide, grupo químico: sulfoniluréia, formulação: suspensão concentrada (SC), concentração do ingrediente ativo: 40,0 g / L, classe: herbicida seletivo para a cultura do milho, toxicidade: classe toxicológica III (medianamente tóxico). Fabricante: ISK Biosciences.

#### TECNOLOGIA E ÉPOCA DE APLICAÇÃO

As aplicações dos herbicidas foram realizadas com um pulverizador costal com pressão constante (CO<sub>2</sub>) de 40 lb/pol<sup>2</sup>, provido de tanque com capacidade de dois litros (garrafas descartáveis) e com barra equipada com três bicos do tipo leque, marca Teejet 110.03 XR, espaçados de meio metro. O volume de calda aplicado foi de 200 litros por hectare. As aplicações foram realizadas em pós-emergência da cultura em duas épocas, antes do perfilhamento (aos 30 DAP em 29/12/2019) e após o perfilhamento (aos 90 DAP em 27/02/2021) da cana-de-açúcar. Na ocasião das aplicações, o solo encontrava-se com umidade e ventava pouco (ventos < 2 km/h), a temperatura do ambiente era inferior a 30°C e a UR do ar superior a 60%.

## **AVALIAÇÕES**

A avaliação de seletividade dos tratamentos foi realizada através de uma escala visual considerando-se a biomassa e a coloração das plantas tratadas comparadas com as plantas testemunhas e atribuindo-se notas de 0% a 100%, onde 0% = nenhum sintoma de fitotoxicidade e 100%= morte total das plantas. As avaliações foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 DAA (Dias Após as Aplicações) dos tratamentos. Considerou-se como limite máximo de fitotoxicidade o valor de 15% conforme Shaner & Mallipudi (1991) e metodologia proposta por SBCPD (1995). As avaliações de biometria da cultura foram realizadas aos 42 dias após cada aplicação, avaliando-se a altura e o diâmetro da copa e o número de colmos por metro (estande).

Os dados obtidos foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e, para a análise os dados foram separados em dois conjuntos, um referente à primeira e o outro referente à segunda aplicação dos tratamentos, mantendo-se em comum o tratamento Testemunha Capinada, desta forma, cada conjunto teve seis tratamentos com quatro repetições.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de fitotoxicidade dos tratamentos aplicados antes do perfilhamento da cana-de-açúcar estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Fitotoxicidade dos tratamentos aplicados antes do perfilhamento da cana-de-açúcar. Usina Vale do Paraná (2020).

Tratamentos	Dose L/ha	PORCENTAGEM DE FITOTOXICIDADE					
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	42 DAA
01- Test. capinada	--	0,0 d	0,0 d	0,0 d	0,0 e	0,0 c	0,0 d
02- Sanson Evo	0,50	3,3 c	6,0 c	10,3 c	13,3 cd	13,3 bc	14,5 cd
03- Sanson Evo	0,75	5,3 bc	7,3 bc	14,5 bc	20,5 bc	26,3 b	28,8 bc
04- Sanson Evo	1,00	6,8 b	9,0 b	18,8 ab	27,5 ab	41,3 a	45,0 ab
05- Sanson Evo	1,50	10,5 a	11,5 a	22,5 a	36,3 a	50,0 a	58,8 a
06- Sanson 40 SC	0,50	4,5 bc	6,8 c	9,0 c	9,5 de	9,5 c	10,0 cd
Média Geral		5,04	6,75	12,50	17,83	23,38	26,17
Teste F (tratamentos)		32,9**	83,2**	32,8**	34,9**	38,9**	28,4**
Coefficiente de Variação		24,3%	12,5%	22,2%	24,7%	26,6%	32,1%
DMS (5%)		2,81	1,94	6,39	10,14	14,29	19,3

Estatística: Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). DAA = Dias Após Aplicação.

Observa-se em todos os tratamentos que as notas de fitotoxicidade evoluíram com o passar do tempo. Considerando a avaliação realizada aos 42 DAA (última avaliação) observa-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos com destaque principalmente para os tratamentos com as doses de 1,00 e 1,50 L/ha do herbicida Sanson Evo que proporcionaram fitotoxicidades muito elevadas, 45,0% e 58,8%, respectivamente. A dose de 1,00 L/ha do Sanson Evo também proporcionou fitotoxicidade (28,8%) muito acima do limite aceitável de 15,0% segundo SBCPD (1995) e Shaner e Mallipudi (1991).

A dose de 0,50 L/ha dos herbicidas Sanson Evo e Sanson 40 SC proporcionaram valores de fitotoxicidade de 14,5% e 10,0% e ficaram dentro do limite aceitável de 15,0%, entretanto considerando que várias Usinas têm adotado o programa ‘fitotoxicidade zero’ (Azania, 2017) esses valores podem também serem considerados altos. Vale ressaltar que o nicossulfuron não é recomendado para a cultura da cana-de-açúcar (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

Tendo em vista que a seletividade depende de vários fatores, dentre eles a habilidade da cultura em decompor ou metabolizar a molécula do herbicida antes de sua ação, ao mesmo tempo em que a planta daninha não consegue ter o mesmo desempenho, proporcionando o controle da mesma sem prejudicar a cultura de interesse comercial (EMBRAPA, 2005), a seletividade torna-se de suma importância para se recomendar um herbicida.

Os dados de crescimento da cultura com relação aos tratamentos aplicados antes do perfilhamento cana-de-açúcar estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Dados de biometria da cana-de-açúcar para os tratamentos aplicados antes do perfilhamento da cultura. Usina Vale do Paraná (2020).

Tratamentos	Dose L/ha	BIOMETRIA AOS 42 DAA		
		Altura de plantas (cm)	Diâmetro da copa (cm)	Plantas por metro linear
01- Test. Capinada	--	200 a	142 a	10,8 a
02- Sanson Evo	0,50	144 ab	121 ab	9,3 ab
03- Sanson Evo	0,75	132 bc	120 ab	8,5 b
04- Sanson Evo	1,00	113 bc	95 b	8,5 b
05- Sanson Evo	1,50	76 c	53 c	8,3 b
06- Sanson 40 SC	0,50	160 ab	123 ab	9,3 ab
Média Geral		137,4	108,8	9,08
Teste F (tratamentos)		11,01**	18,30**	6,18**
Coefficiente de Variação		18,5%	13,4%	8,12%
DMS (5%)		58,5	33,6	0,74

Estatística: Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). DAA = Dias Após Aplicação.

Observa-se pelos dados de crescimento da cultura, através da biometria realizada aos 42 DAA que houve diferenças significativas entre os tratamentos nas avaliações de altura e diâmetro de copa e no estande da cultura. Na avaliação de altura de plantas, todos os tratamentos proporcionaram plantas com alturas numericamente menores do que o tratamento Testemunha Capinada, observa-se que as doses de 0,75; 1,00 e 1,50 L/ha causaram reduções bastante drásticas e significativas às plantas da cultura em relação às plantas da Testemunha Capinada. Na avaliação de diâmetro da copa, todos os tratamentos também proporcionaram plantas com copas numericamente menores do que o tratamento Testemunha Capinada, observa-se que as doses de 1,00 e 1,50 L/ha causaram reduções bastante drásticas e significativas às plantas da cultura em relação às plantas da Testemunha Capinada.

A redução no porte (altura e diâmetro de copa) das plantas pode ser também prejudicial no sentido de dificultar o fechamento da cultura e permitir maior entrada de luzes nas entrelinhas o que poderia favorecer novos surtos de germinação e crescimento de plantas daninhas já que o residual do herbicida nicossulfuron é bastante baixo, de apenas 21 dias após a aplicação, segundo Rodrigues e Almeida (2018).

Na avaliação de estande (número de plantas por metro linear) observa-se que também houve diferenças significativas entre os tratamentos. A dose de 0,50 L/ha dos herbicidas Sanson Evo e Sanson 40 SC proporcionaram valores de estande significativamente semelhante ao da Testemunha Capinada. As doses de 0,75; 1,00 e 1,50 L/ha, porém, causaram reduções significativas no número de plantas da cultura em relação ao tratamento da Testemunha Capinada.

Os dados de fitotoxicidade dos tratamentos aplicados após o perfilhamento da cana-de-açúcar estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Fitotoxicidade dos tratamentos aplicados após o perfilhamento da cana-de-açúcar. Usina Vale do Paraná (2020).

Tratamentos	Dose L/ha	PORCENTAGEM DE FITOTOXICIDADE					
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA	35 DAA	42 DAA
01- Test. capinada	--	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 b
02- Sanson Evo	0,50	6,3 b	9,8 ab	14,0 ab	23,8 a	31,3 a	37,0 a
03- Sanson Evo	0,75	6,3 b	10,5 ab	15,0 ab	23,8 a	32,5 a	42,5 a
04- Sanson Evo	1,00	10,5 a	13,0 a	18,0 a	28,8 a	37,5 a	44,0 a
05- Sanson Evo	1,50	10,8 a	13,5 a	20,5 a	35,0 a	41,3 a	50,0 a
06- Sanson 40 SC	0,50	2,8 bc	5,0 bc	6,0 bc	9,0 b	10,0 b	12,5 b
Média Geral		6,08	8,62	12,25	20,04	25,42	31,00
Teste F (tratamentos)		23,8**	11,1**	13,4**	20,8**	32,8**	26,6**
Coeficiente de Variação		28,5%	36,1%	34,6%	28,6%	22,7%	25,0%
DMS (5%)		3,99	7,17	9,75	13,16	13,28	17,8

Estatística: Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). DAA = Dias Após Aplicação.

Novamente observou-se que em todos os tratamentos que as notas de fitotoxicidade evoluíram com o passar do tempo. Na avaliação realizada aos 42 DAA observa-se que houve diferenças significativas entre os tratamentos com destaque principalmente para os tratamentos com o herbicida Sanson Evo em todas as doses testadas que proporcionaram fitotoxicidades muito elevadas, de 37,0%, 42,5%, 44,0% e 50,0%, respectivamente, para as doses de 0,50; 0,75; 1,00 e 1,50 L/ha. Todos esses valores estão muito acima do limite aceitável de 15,0% (SBCPD, 1995 e Shaner e Mallipudi, 1991).

A fitotoxicidade proporcionada pelo tratamento Sanson 40 SC (0,5 L/ha) de 12,5% não ultrapassou o limite aceitável de 15,0% entretanto muitas Usinas tem considerado alto tal valor (Azania, 2017), conforme mencionado anteriormente.

Os dados de crescimento da cultura com relação aos tratamentos aplicados após o perfilhamento cana-de-açúcar estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Dados de biometria da cana-de-açúcar para os tratamentos aplicados após o perfilhamento da cultura. Usina Vale do Paraná (2020).

Tratamentos	Dose L/ha	BIOMETRIA AOS 42 DAA		
		Altura de plantas (cm)	Diâmetro da copa (cm)	Plantas por metro linear
01- Test. Capinada	--	216 a	165 a	10,8
02- Sanson Evo	0,50	182 abc	130 bc	10,0
03- Sanson Evo	0,75	177 abc	130 bc	10,0
04- Sanson Evo	1,00	161 bc	129 bc	9,5
05- Sanson Evo	1,50	151 c	127 c	9,5
06- Sanson 40 SC	0,50	213 ab	161 ab	10,5
Média Geral		183,3	140,0	10,0
Teste F (tratamentos)		5,46**	6,19**	0,92 <sup>NS</sup>
Coeficiente de Variação		12,5%	10,0%	10,6%
DMS (5%)		52,8	32,3	2,44

Estatística: Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). DAA = Dias Após Aplicação.

Observa-se pelos dados de crescimento da cultura, através da biometria realizada aos 42 DAA que houve diferenças significativas entre os tratamentos nas avaliações de altura e diâmetro de copa. Na avaliação de altura de plantas, o tratamento Sanson 40 SC (0,50 L/ha) proporcionou plantas com alturas semelhantes às plantas do tratamento Testemunha Capinada; entretanto o herbicida Sanson Evo em todas as doses proporcionou reduções na altura das plantas com destaque para as doses 1,00 e 1,50 L/ha. Na avaliação de diâmetro da copa, novamente o tratamento Sanson 40 SC (0,50 L/ha) proporcionou plantas com copas semelhantes às plantas do tratamento Testemunha Capinada; e novamente o herbicida Sanson Evo em todas as doses proporcionou reduções na copa das plantas e, neste caso, com significância estatística para todas as doses.

Vale ressaltar que a redução na biomassa causa conseqüentemente uma redução no número total de clorofilas das plantas. Segundo González (2005) as clorofilas são organelas que absorvem energia solar para a realização da fotossíntese e, dessa forma, qualquer ação que reduza a quantidade total dessa organela pode causar conseqüências bastante prejudiciais ao crescimento e produtividade de uma cultura agrícola.

Na avaliação de estande (número de plantas por metro linear) observa-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Provavelmente a época de aplicação (90 DAA) tenha favorecido a manutenção dos colmos formados anteriormente.

De modo geral observou-se que o herbicida Sanson 40 SC foi tecnicamente seletivo às plantas de cana-de-açúcar cultivar RB-92-579, proporcionando valores de fitotoxicidade sempre aceitáveis segundo SBCPD (1995) e Shaner e Mallipudi (1991), ou seja, menores do que 15,0% e proporcionando valores de biomassa de plantas sempre estatisticamente semelhantes ao tratamento Testemunha Capinada. Desta forma, poderia ser sugerido que novos trabalhos sejam realizados variando-se as variedades de cana-de-açúcar e as doses do produto no sentido de se confirmar os resultados aqui obtidos e, uma vez confirmados os resultados de seletividade, ter uma nova e boa opção de herbicida para a aplicação em pós-emergência para a cultura da cana-de-açúcar.



## 5 CONCLUSÃO

O herbicida Sanson 40 SC foi tecnicamente seletivo às plantas de cana-de-açúcar cultivar RB-92-579, apesar de não ser recomendado para a cultura.

O herbicida Sanson Evo, na dose de 0,5 L/ha, quando aplicado antes do perfilhamento, apresentou-se dentro dos limites de seletividade, entretanto com muitas ressalvas considerando os programas de redução de fitotoxicidade adotado por muitas Usinas.

Na dose de 0,5 L/ha, aplicado após o perfilhamento e nas doses de 0,75 L/ha, 1,00 L/ha e 1,50 L/ha, tanto antes como após o perfilhamento, o Sanson Evo, foi altamente fitotóxico às plantas de cana-de-açúcar cultivar RB-92-579,

## REFERÊNCIAS

AGEITEC - AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. Cana-de-açúcar. Embrapa: Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/Abertura.html>. Acesso em: 06 maio 2021.

AGROLINK. **Bula: Nicossulfuron Nortox 40 SC**. Disponível em: [https://www.Agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/nicossulfuron-nortox-40-sc\\_6010.html#:~:text=Milho&text=NIC OSULFURON%20NORTOX%2040%20SC%20%C3%A9,infestam%20a%20cultura%20do%20milho..](https://www.Agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/nicossulfuron-nortox-40-sc_6010.html#:~:text=Milho&text=NIC OSULFURON%20NORTOX%2040%20SC%20%C3%A9,infestam%20a%20cultura%20do%20milho..) Acesso em: 20 abr. 2021.

AGROLINK. **Bula Trophy**. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/sanson-evo\\_2958.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/sanson-evo_2958.html). Acesso em: 22 abr. 2022.

AGROLINK. **Bula Sanson 40 SC**. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/sanson-40-sc\\_8569.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/sanson-40-sc_8569.html). Acesso em: 22 abr. 2022.

AGROFIT. Cana-de-açúcar. Disponível em: [http://www.agrofit.com.br/novoportal/index.php?option=com\\_content&view=category&id=42&Itemid=61](http://www.agrofit.com.br/novoportal/index.php?option=com_content&view=category&id=42&Itemid=61). Acesso em: 27 abr. 2021.

ANDRÉ, R.G.B. et al. Aspectos energéticos do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Parte 1: balanço de radiação e parâmetros derivados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, p. 375-382, 2010.

ANDREI, E. *Compêndio de Defensivos Agrícolas*. 2005.

AZANIA, C.A.M. et al. Eficácia de herbicidas no controle de espécies de corda-de-viola em cana-de-açúcar. **STAB**. V. 29, n. 2, p. 41-45, 2010.

AZANIA, C.A.M. et al. Seletividade de herbicidas: II - Aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época das chuvas. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 669-675, 2005.

AZANIA, C.A.M. et al. Seletividade de herbicidas. III - Aplicação de herbicidas em pós-emergência inicial e tardia da cana-de-açúcar na época da estiagem. **Planta Daninha**, v. 24, n. 3, p. 489-495, 2006.

AZANIA, C.A.M. **EXISTE “FITOTOXICIDADE ZERO”?** Disponível em: <https://azania.com.br/informacoes-tecnicas/existe-fitotoxicidade-zero/>. Acesso em: 10 de maio 2022.

CAMPOS, B.F.; AZANIA, C.A.M.; AZANIA, A.A.P.M. **Seletividade de herbicidas à cultura da cana-de-açúcar.** Disponível em: <http://www.coplana.com:8090/wcoplana /2017 /04 /27/seletividade-de-herbicidas-a-cultura-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 05 de maio 2021.

CANAL RURAL. **Herbicidas seletivos: veja o que são e conheça suas características.** Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/ihara/herbicidas-seletivos-veja-o-que-sao-e-conheca-suas-caracteristicas/#:~:text=Herbicidas%20seletivos%3A%20item%20obrigat%C3%B3rio%20na,a%20soja%2C%20ap%C3%B3s%20sua%20aplica%C3%A7%C3%A3o.> Acesso em: 02 maio 2021.

CARVALHO, L.B. **Herbicidas.** Disponível em: <file:///D:/TCC/Plantas%20daninhas%20e%20seletividade%20de%20herbicidas%20na%20cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar/Carvalho%20LB.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C.B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta daninha**, v. 12, n. 1, 1994.

CHRISTOFFOLETTI, P.J. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas. 3ª. ed. HRAC-BR, 2008.

COLE, D.J. Detoxification and activation of agrochemicals in plants. **Pesticide Science**, v. 42, n. 3, p. 209-222, 1994.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar, v. 7 - Safra 2020/21, n. 3 - terceiro levantamento.** Disponível em: <file:///D:/TCC/Plantas%20daninhas%20e%20seletividade%20de%20herbicidas%20na%20cana-de-a%C3%A7%C3%BAcar/CONAB%202020%2021%20n%203%20terceiro%20levantamento.pdf>

20e%20seletividade%20de%20herbicidas%20na%20cana-de-a%C3%A7%C3%ACar/CanaZ dezembroZ2020%20(1).pdf. Acesso em: 26 abr. 2021.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar, v.4 - Safra 2017/18, n.4 - quarto levantamento.** Disponível em: file:///D:/TCC/Artigos%20intro%20tcc/conab%202017 .pdf. Acesso em: 16 abr. 2021.

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

DE MARIA, I.C. et al. Recomendações gerais para a conservação do solo na cultura da cana-de-açúcar. **Campinas: IAC**, 2016.

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

EMBRAPA. **Como funcionam os herbicidas.** Disponível em: file:///D:/TCC/Resultados%20e%20discuss%C3%A3o%20(refer%C3%Aancia)/Como%20funcionam%20os%20herbicidas.pdf. Acesso em: 22 maio 2022.

EWRC. Report of 3rd and 4rd meetings of EWRC. Comitee of methods in weed research. **Weed Research**, Oxford, England, v. 4, n. 1, p. 88. 1964.

FERREIRA, E.A.; SANTOS, J.B.; SILVA, A.A.; VENTRELLA, M.C.; BARBOSA, M.H.P.; PROCÓPIO, S.O.; REBELLO, V.P.A. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura de trifloxysulfuron-sodium + ametryn. *Planta Daninha*, v.23, p.93-99, 2005.

FRANS, R. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. **Research methods in weed science**, p. 29-46, 1986.

GIRALDELI, A.L. et al. Manejo de plantas daninhas eudicotiledôneas na entressafra. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, v. 7, n. 1, p. 205-212, 2018.

GONZÁLEZ, F.H.D. Fotossíntese. UFRGS. 2005. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/fotossintese.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2022.

KUVA, M.A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – Capim-brachiaria (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). *Planta daninha*, v. 21, n. 1, p.37-44, 2003.

LIU, X. et al. RNA-seq transcriptome analysis of maize inbred carrying nicossulfuron-tolerant and nicossulfuron-susceptible alleles. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 3, p. 5975-5989, 2015.

LÓPEZ-OVEJERO, R.F. et al. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 413-419, 2003.

LORENZI, H. et al. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**, 7<sup>a</sup> ed., Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2014. 371 p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Balanço nacional da cana-de-açúcar e agroenergia. 2007. 139 p. Secretaria de Produção e Agroenergia – Brasília, MAPA/SPA, 2007. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositório/Balanco\\_nacional\\_cana\\_mapa\\_000fjk9d96102wyiv80sq98yqq70oxym.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositório/Balanco_nacional_cana_mapa_000fjk9d96102wyiv80sq98yqq70oxym.pdf)>. Acesso em: 29 abr. 2021.

MEYER, M.D.; PATAKY, J.K.; WILLIAMS, M.M. Genetic factors influencing adverse effects of mesotrione and nicossulfuron on sweet corn yield. **Agronomy Journal**, v. 102, n. 4, p. 1138-1144, 2010.

NASCIMENTO, A. Eficácia de herbicidas aplicados em pré-plantio incorporado na cultura da cana-de-açúcar. 2016.

OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J. Plantas daninhas e seu manejo. **Guaíba: Agropecuária**, 2001.

PARRELLA, R.A.C. **Resposta diferencial de famílias endogâmicas de milho ao herbicida nicossulfuron**. Lavras, MG (Brazil), 2004.

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

RIZZARDI, M.A. et al. Controle de plantas daninhas em milho em função de épocas de aplicação de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 113-121, 2008.

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

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. de. Guia de herbicidas 7 ed. **Londrina: Edição dos autores. 764p**, 2018.

ROSS, M. A.; CHILDS, D.J. Herbicide mode-of-action summary. **Weed science (West Lafayette, Ind.)(USA)**, 1995.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A.D.. Plantio da cana de açúcar. **Brasília: Embrapa**, 2018.

SABBAG, R.S. Efeito de herbicidas no desenvolvimento inicial de variedades de cana-de-açúcar e no controle de plantas daninhas. 2015. 56 p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de São Carlos, UFScar, São Carlos – SP, 2015.

SEBRAE. **O etanol como alternativa energética e aumento da eficiência produtiva**. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-etanol,ac3d438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD#:~:text=O%20uso%20do%20etanol%20faz,em%20toda%20a%20cadeia%20sucroalcooleira..> Acesso em: 08 maio 2021.

SEGATO, S.V. et al. **Atualizações em produção em cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livroceres, 2006. 415 p.

SHANER, D.L.; MALLIPUDI, N.M.; O'CONNOR, S.L. **Mechanisms of selectivity of the imidazolinones**. CRC Press: Boca Raton, FL, 1991.

SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JR, R. S. Herbicidas: comportamento no solo. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**, p. 189-248, 2007.

SILVA, J.R.V.; COSTA, N.V.; MARTINS, D. Efeitos da palhada de cultivares de cana-de-açúcar na emergência da *Cyperus rotundus*. *Planta Daninha*, v. 21, n. 3, p. 375-380, 2003.

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

SOUZA, J.R.; PERECIN, D.; AZANIA, C.A.M.; SCHIAVETTO, A.R.; PIZZO, I.V. CANDIDO, L.S. Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência. *Bragantia*, v.68, p.941-951, 2009.

UNICA. **Consumo de combustíveis**. Disponível em: <https://observatoriodacana.com.br/historico-de-consumo-de-combustiveis.php?idMn=11&tipoHistorico=10&ação=visualizar&idTabela=2484&produto=Etanol%2Bhidratado%2Bcombust%2526iacute%253Bvel&nivelAgregacao=1>. Acesso em: 09 maio 2021.

VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: **Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. 2000. p. 148-164.

VIANA, K.R.O.; PEREZ, R. **Sustentabilidade no setor sucroenergético**. Disponível em: <file:///D:/TCC/Plantas%20daninhas%20e%20seletividade%20de%20herbicidas%20na%20cana-de-a%C3%A7%C3%ACar/VIANA%3B%20PEREZ%202013.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2021.

VIDAL, R.A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. RA Vidal, 1997.

YARA BRASIL. **Produção mundial de cana-de-açúcar**. Disponível em: <https://www.yara-brasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/producao-mundial-de-cana-de-acucar/>. Acesso em: 15 abr. 2021.