



**WILLIAN JOSÉ GOMES DE SOUZA**

**SELETIVIDADE DO HERBICIDA TEMBOTRIONE EM  
GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR NO SISTEMA DE  
MUDAS PRÉ-BROTADAS**

**LAVRAS – MG  
2019**

**WILLIAN JOSÉ GOMES DE SOUZA**

**SELETIVIDADE DO HERBICIDA TEMBOTRIONE EM GENÓTIPOS DE CANA-  
DE-AÇÚCAR NO SISTEMA DE MUDAS PRÉ-BROTADAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para a obtenção do título de bacharel.

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2019**

**WILLIAN JOSÉ GOMES DE SOUZA**

**SELETIVIDADE DO HERBICIDA TEMBOTRIONE EM GENÓTIPOS DE CANA-  
DE-AÇÚCAR NO SISTEMA DE MUDAS PRÉ-BROTADAS  
SELECTIVITY OF TEMBOTRIONE HERBICIDE IN SUGARCANE GENOTYPES  
IN SEEDLINGS SYSTEM**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para a obtenção do título de bacharel.

APROVADA em 07 de junho de 2019.  
Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel UFLA  
Me. Wendel Marlon Nascimento Costa UFMG  
Me. Inara Alves Martins UFLA

---

Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2019**

## **AGRADECIMENTOS**

À toda minha família que sempre me apoiou nessa caminhada, em especial à minha mãe Ilza e ao meu pai Camilo, que não pouparam esforços para que pudesse alcançar meus objetivos.

À minha irmã Wanda e meu cunhado Geraldo, por todo apoio e carinho.

Ao Orientador Prof. Dr. Guilherme Vieira Pimentel por todos os ensinamentos, incentivo e pela paciência.

Aos membros da banca examinadora, Doutorando Wendel Marlon Nascimento Costa e Doutoranda Inara Alves Martins, pela disposição.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao setor de Grandes Culturas, inserido no Departamento de Agricultura, pela ajuda e pela oportunidade de realização da Monografia.

Ao Núcleo de Estudos em Cana-de-Açúcar (NECANA), pelo empenho, companheirismo e apoio.

À República Bartira, pela amizade, irmandade e apoio.

A todos os professores e funcionários da Universidade Federal de Lavras que contribuíram para minha formação.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Assim como outras culturas, a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é bastante susceptível a interferência de plantas daninhas. Altas populações de plantas indesejáveis na área causam grandes perdas na produtividade, diminuem a eficiência e o rendimento da operação de colheita mecanizada. O uso de herbicidas tem se destacado no controle, pois, tem alta eficácia na erradicação de plantas daninhas em um curto período. Um dos entraves na produção de cana-de-açúcar é a falta de produtos registrados, havendo a necessidade de novas pesquisas visando buscar produtos com maior eficiência no controle de plantas daninhas para a cultura. Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar a seletividade do herbicida tembotrione em diferentes doses e épocas de aplicação, bem como, a tolerância de diferentes genótipos de cana-de-açúcar no sistema de mudas pré-brotadas. O experimento foi dividido em duas etapas, as quais foram realizadas na Universidade Federal de Lavras, em condições de casa de vegetação. Na primeira etapa, buscou-se avaliar o efeito de diferentes doses do herbicida tembotrione + óleo mineral, de acordo com a recomendação de bula do fabricante (0; 50,4; 75,6; 100,8; e 126 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 108 g i.a. ha<sup>-1</sup> respectivamente), sobre diferentes épocas de aplicação; 0 dias (ao mesmo dia de transplântio), 20 e 40 dias após transplântio na variedade RB867515. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições, totalizando 15 tratamentos e 60 parcelas. Na segunda etapa, utilizou-se delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições, totalizando 8 tratamentos e 32 parcelas. O primeiro fator, buscou avaliar o efeito de 75% da dose do herbicida tembotrione + óleo mineral, de acordo com a recomendação de bula do fabricante (75,6 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 108 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente), além do controle (sem aplicação). No segundo fator, avaliou-se os efeitos do herbicida sobre quatro diferentes genótipos de cana-de-açúcar: RB966928, RB855156, RB93509 e IACSP95-5000. Durante a condução das duas etapas, foram realizadas avaliações de fitotoxicidade aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação e ao final determinou-se o número de perfilhos, assim como, massa fresca e massa seca. Os dados foram submetidos a análise de variância, realizado pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Verificou-se que o herbicida Soberan<sup>®</sup>, quando aplicado em doses recomendadas e em períodos iniciais da cultura em pós-emergência, apresenta seletividade para as variedades RB867515, RB966928, RB855156, e RB93509, contudo, proporciona um decréscimo no acúmulo de massa seca sobre a variedade IACSP95-5000.

**Palavras-chaves:** *Saccharum* spp. Herbicidas pós emergentes. Fitotoxicidade.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>Sustentabilidade no setor sucroenergético .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Plantas daninhas e seu controle.....</b>	<b>9</b>
<b>2.3</b>	<b>Mudas pré-brotadas .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4</b>	<b>Tembotrione .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5</b>	<b>Seletividade de herbicidas em cana-de-açúcar .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Descrição do local de realização .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Primeira etapa.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Segunda etapa .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>Caracteres avaliados .....</b>	<b>18</b>
<b>3.5</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>Primeira etapa.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Segunda etapa .....</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>33</b>
	<b>ANEXO.....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, maior produtor e exportador de açúcar e o segundo maior produtor de etanol. A área colhida na safra 2018/19 deve ultrapassar 8,6 milhões de hectares, sendo que o estado de São Paulo tem expressiva contribuição com aproximadamente 65% da área (CONAB, 2019). O setor sucroenergético tem significativa contribuição para a economia do país, com geração de recursos e empregos.

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil é favorecido pelas condições edafoclimáticas propícias à cultura, porém uma gama de fatores pode afetar a sua produção. Um dos componentes bióticos que interferem no desenvolvimento e produção da cana-de-açúcar, trazendo grandes prejuízos, é a matocompetição (KUVA et al., 2003). De acordo com Lorenzi (1995), o custo com o controle de plantas daninhas na cultura pode chegar a 30% do custo de produção na cana-soca e até 25% em cana planta.

Grandes perdas são proporcionadas pelas plantas daninhas, que por sua vez devem ser controladas de forma eficiente, ou seja, com eficácia, viabilidade econômica e responsabilidade ambiental, buscando sempre, menores impactos negativos ao meio ambiente. Contudo, o método de controle mais utilizado é o químico, com o uso de herbicidas. Com isso, tem-se a necessidade de buscar produtos que atendam às necessidades de controle de forma eficiente e que não sejam agressivos a cultura, tendo em vista que, alguns herbicidas causam sintomas de intoxicação na cana-de-açúcar (SILVA; SILVA, 2007).

Os herbicidas disponíveis no mercado com registro para a cultura da cana-de-açúcar apresentam alterações específicas em relação ao nível de seletividade, decorrente da dose utilizada, da época de aplicação, condições edafoclimáticas e estágio de desenvolvimento da cultura, assim como, das condições fisiológicas e bioquímicas da planta (SOUZA et al., 2009). Os danos são identificados por sintomas visuais de fitotoxicidade, porém, alguns produtos podem causar diminuição na produtividade sem causar sintomas visuais, ao passo que, alguns herbicidas podem provocar danos com sintomas visíveis e sem impacto na produtividade, permitindo a recuperação da cultura (SILVA et al., 2003).

Com o advento da tecnologia de mudas pré-brotadas (MPB), que segundo Landell et al. (2013), é um sistema que traz diversos benefícios na fase de implantação da cultura e que vem se expandindo nas grandes regiões produtoras, julga-se necessário, o estudo de novos herbicidas pós-emergentes, assim como, seu comportamento quando aplicados sobre as mudas. Visto que, não existem muitos trabalhos que fomentam a base científica do controle de plantas daninhas no sistema de MPB.

Portanto, para que a cultura da cana-de-açúcar continue sendo competitiva e se expanda cada vez mais no Brasil, tem-se, como fundamental, a identificação de herbicidas de aplicação em pós-emergência da cultura, que apresentem seletividade e compatibilidade com a tecnologia MPB. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a seletividade do herbicida Tembotrione em diferentes doses e épocas de aplicação, bem como, a tolerância de diferentes genótipos de cana-de-açúcar no sistema de mudas pré-brotadas.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Sustentabilidade no setor sucroenergético

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) teve sua classificação taxonômica descrita como pertencente ao grupo de gramíneas até meados de 1980, onde, foi ajustado por Cronquist (1981) como Poaceae. A planta tem como centro de origem o Sudeste da Ásia, na região de Nova Guiné e Indonésia (JAMES, 2004). O Brasil detém a primeira posição em produção no ranking de países produtores de cana-de-açúcar, seguido por Índia e China (BRASIL, 2019).

A estimativa para safra 2018/19, é que a produção alcance 615,8 milhões de toneladas, apresentando uma redução de 2,8% em relação à safra 2017/18. A área colhida será de aproximadamente de 8,6 milhões de hectares, também apresentando uma queda de 1,1% em relação à safra anterior. A região Sudeste é a maior produtora, responsável por 65% da produção nacional, seguida pelo Centro-Oeste, com 22%, Nordeste, com 7%, Sul, com 6% e a região Norte, com 0,5% (CONAB, 2019).

Atualmente o Brasil conta com 411 unidades processadoras, entre usinas e destilarias em operação e mais de 70 mil fornecedores (UNICA, 2019). Do montante produzido, estima-se que 31,7 milhões de toneladas sejam destinadas à produção de açúcar, tendo assim, uma diminuição de 16% em contra partida a safra anterior.

A produção de etanol receberá um incremento de 19% em relação a última safra, chegando a 32,3 bilhões de litros. Destes, 10,7 bilhões referem-se ao etanol anidro, o qual é utilizado na mistura com gasolina e 21,6 bilhões de litros de etanol hidratado, sendo este, o etanol comercializado nos postos de combustível (CONAB, 2019).

A cadeia sucroenergética tem grande representatividade no agronegócio brasileiro, gerando recursos e empregos. Estima-se que o setor proporciona de forma direta, mais de 794 mil empregos formais (CEPEA, 2019). O Brasil é o maior produtor e exportador de açúcar do mundo, corresponde a 20% da produção mundial e 45% da exportação mundial, respectivamente. No ranking mundial de produção de etanol, o Brasil ocupa o segundo lugar, ficando atrás somente dos Estados Unidos, cuja principal matéria prima para produção de etanol é o milho.

Além da produção de etanol e açúcar, as unidades vêm buscando aumentar a eficiência nos processos e diminuir os custos, com a cogeração de energia, a partir do aproveitamento de alguns subprodutos, como o bagaço e a palhada. Deste modo, a cana-de-açúcar se tornou a principal matriz energética renovável do Brasil, pois, além de renovável e limpa a

bioeletricidade gerada nas unidades processadores, correspondem a 17,5% da matriz energética nacional (CONAB, 2019).

O aumento da demanda mundial por etanol, a grande capacidade de expansão áreas de produção, assim como, as condições edafoclimáticas favoráveis à cultura, garantem ao Brasil elevada competitividade (CONAB, 2019). No entanto, altas produtividades são fatores indispensáveis no cenário atual, porém, a produtividade média brasileira corresponde a 75,9 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2019). O que equivale a menos de 25% do potencial total de produção, segundo Landell et al. (2005), a cana-de-açúcar possui um potencial biológico de produção de colmos de cerca de 350 t ha<sup>-1</sup> em um período de 360 dias. Este fato é decorrente de fatores bióticos e abióticos, que interagem proporcionando “gargalos” de restrição (LANDELL et al., 2015).

Neste contexto, o setor vem passando por um grande desafio de aumentar a produtividade, visando alcançar a chamada cana três dígitos, a qual se refere a produtividades acima de 100 t ha<sup>-1</sup> na média dos primeiros cinco anos. Via de regra, é necessário que o manejo agrícola seja eficiente no uso dos insumos e defensivos, trazendo maior sustentabilidade ao sistema e que com isso possa mitigar as perdas causadas pelos fatores intrínsecos e extrínsecos que estão ligados a cultura.

A matocompetição compõem um fator bastante expressivo em relação às perdas de produtividade. Segundo Gonçalves et al. (2015), a concorrência da cultura com plantas daninhas pode acarretar perdas diretas na produção, assim como, perdas indiretas, visto que, algumas plantas também são hospedeiras de patógenos. Perdas por matocompetição podem ocasionar uma redução de até 85% na produção de colmos segundo pesquisas realizadas (VICTORIA FILHO; CHRISTOFFOLETI, 2004)

## **2.2 Plantas daninhas e seu controle**

Na produção de cana-de-açúcar, as plantas daninhas compõem um dos principais fatores bióticos que interferem no desenvolvimento, assim como, na produtividade da cultura (KUYA et al., 2003). Tais perdas são causadas pela alta população de plantas indesejáveis na área, que proporcionam uma competição principalmente por água, nutrientes e luz, algumas espécies podem atuar na liberação de substâncias alelopáticas que interferem na brotação da cana-de-açúcar.

Além disso, trazem outros aspectos negativos, como a diminuição da longevidade do canavial, redução na qualidade industrial da matéria-prima e redução de eficiência nas operações de colheita e transporte (PITELLI, 1985). Segundo estudos de Averaldo e

Bertoncini (1999), existem mais de 1000 espécies de plantas daninhas que estão presentes em diferentes regiões, dentro do ecossistema da cultura da cana-de-açúcar no mundo.

Em relação aos períodos de convivência entre plantas daninhas e a cultura, ressaltam-se três estágios: (1) Período anterior à interferência (PAI), o qual se define ao tempo máximo que as plantas podem estar presente no campo, junto a cultura, sem causar interferência no que se refere a perdas; (2) Período total de prevenção a interferência (PTPI), este, corresponde ao intervalo de tempo entre o plantio ou rebrota e o momento em que a interferência é mínima e o controle é desnecessário, desse modo, as plantas daninhas que germinam após o PTPI não causam perdas; e (3) Período crítico de prevenção da interferência (PCPI), é definido pelo período de tempo que a cultura necessita ser mantida sem a presença de plantas daninhas antes das perdas de rendimento (PITELLI; DURIGAN, 1984).

Tendo em vista que a cultura da cana-de-açúcar, assim como outras culturas, é susceptível a interferência de plantas daninhas, julga-se necessário o controle destas. O controle pode ser feito através da aplicação de métodos preventivos, culturais, físicos, mecânicos e químicos, sendo que o controle químico é o mais utilizado, pois quando comparado aos outros métodos, apresenta maior eficácia, maior viabilidade econômica e maior rendimento (MONQUERO et al., 2008).

Entretanto, diferente de outras culturas que possuem produtos extremamente seletivos e eficientes, a indústria tem colocado poucas moléculas com registro à disposição dos produtores de cana-de-açúcar. Nesse contexto, resalta-se o advento do uso de mudas pré-brotadas (MPB), o qual se mostra como uma alternativa para reduzir custo e incrementar a produção (LANDELL et al., 2013), com isso, há a necessidade de se conhecer mais informações sobre o comportamento de herbicidas quando aplicados em sistemas de plantio com MPB.

### **2.3 Mudanças pré-brotadas**

O sistema de produção de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar garante mudas com homogeneidade genética, sanidade, vigor e uniformidade de plantio, tem ainda como principal vantagem o menor volume de mudas transportadas, visto que, o sistema convencional necessita de aproximadamente 20 t ha<sup>-1</sup> de colmos para o plantio (LANDELL et al., 2013).

Assim, observa-se a redução da necessidade de trânsito de maquinário pesado na área de plantio, que pode ocasionar perdas indiretas a longo prazo, por compactação do solo. Vale

ainda ressaltar que, as 20 t ha<sup>-1</sup> de colmos que seriam usadas para o plantio no sistema convencional, podem ser levadas para a unidade de processamento, gerando ganhos diretos para o sistema de produção e abaixando o custo de implantação de novas áreas (GOMES, 2013).

A técnica de produção de MPB de cana-de-açúcar, tem como princípio básico a utilização do meristema lateral, que é um tecido de multiplicação que compõem a gema, para a obtenção de uma nova planta. A gema pode ser extraída de forma manual ou mecânica, respeitando-se uma quantidade mínima de reserva que deve retirada junto a mesma (IAC, 2019). Não obstante, tem-se a obtenção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar através da micropropagação e cultura de tecidos, porém é um método que demanda mão-de-obra especializada, tornado o processo bastante oneroso.

A obtenção de gemas para o processo de produção de mudas deve ser feita a partir de viveiros básicos que foram submetidos a protocolos que garantirão a qualidade genética e fitossanitária. Segundo Landell et al. (2013), o sistema de produção de MPB é composto por seis estádios.

Estádio 1- retirada dos colmos e corte de minirrebolos, estágio 2- tratamento das gemas, estágio 3- brotação, estágio 4- repicagem, estágio 5 e 6- aclimatação, ao final deste processo que dura em média 45 dias, as mudas estão aptas para o plantio.

Além de todos os benefícios que o sistema pode trazer, em relação aos fatores intrínsecos das mudas, tais que, garantirão bons resultados e diminuição de perdas na fase de implantação, o sistema de produção de MPB permite também, um ganho econômico bastante expressivo na implantação de viveiros, mostra-se uma opção de grande potencial para o replantio de falhas em áreas comerciais (IAC, 2019).

Entretanto, para implantação do sistema em grande escala, são necessários ainda esforços entre instituições de pesquisas e empresas privadas, para que haja produção de informação científica e experimentação, visto que tais, servirão de suporte técnico para o desenvolvimento da tecnologia MPB.

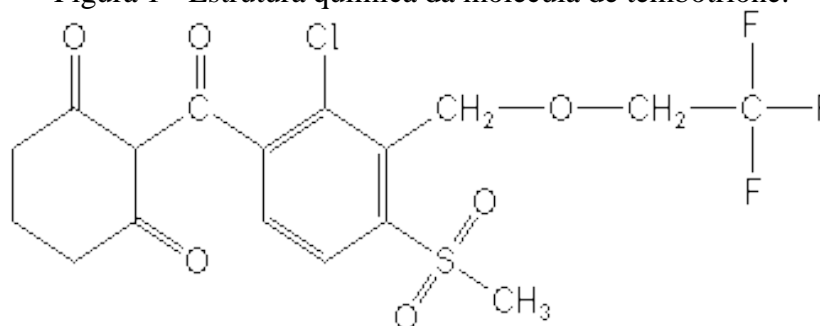
## 2.4 Tembotrione

O tembotrione é um herbicida pós-emergente indicado para o controle de plantas daninhas na cultura do milho (AGROFIT, 2019).

É pertencente ao grupo químico das tricetonas e apresenta ser um potencial herbicida para utilização na cultura da cana-de-açúcar.

O tembotrione (2-{2-Chloro-4-mesy-3-[(trifluoroethoxy)methyl]benzoyl}cyclohexane-1,3-dione) (FIGURA 1), atua como inibidor da enzima 4-hidroxifenilpiruvatodioxigenase (HPPD), na síntese de carotenóides, cuja sintoma nas plantas daninhas é caracterizado pela intensa coloração esbranquiçada, evoluindo para a seca e posterior morte do tecido (KARAM et al., 2009).

Figura 1 - Estrutura química da molécula de tembotrione.



Fonte: Karam et al. (2009).

As suas características físico-químicas e ecotoxicológicas estão descritas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Características ecotoxicológicas do herbicida tembotrione.

Característica	Unidade	Valor
LD 50 oral – mamíferos (ratos)	mg/kg	2500
LD 50 dermal – mamíferos (ratos)	mg/kg	2000
LD 50 – ave ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	mg/kg	292
LC 50 – peixes (96 horas) ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	mg/kg	100

Fonte: The Pesticide Properties Database (2008).

Tabela 2 - Características físico-químicas do herbicida tembotrione.

<b>Característica</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Solubilidade em água a 20° C	mg/L	28300
Solubilidade em solvente orgânico a 20°C - etanol	mg/L	8200
Solubilidade em solvente orgânico a 20°C -n-hexano	mg/L	47600
Solubilidade em solvente orgânico a 20°C - tolueno	mg/L	75700
Solubilidade em solvente orgânico a 20°C -acetato de ethyl	mg/L	180200
Ponto de fusão	°C	123
Constante de dessorção a 25°C	pKa	3,18
Pressão de vapor a 24°C	mPa	1,1 x10 <sup>-5</sup>
Degradação no solo - laboratório a 20°C	dias	30,4 (4,3 a 56,4)
Degradação no solo - campo	dias	3,4 (2,3 a 9,5)
Fotólise a pH 7	dias	56,3
Hidrólise a pH – 20°C	dias	estável
Koc constante de adsorção carbono orgânico	dias	66

Fonte: Karam et al. (2009).

As tricetonas são moléculas que atuam nos cloroplastos, inibindo a formação de carotenóides, os quais, agem como preservadores da clorofila, evitando a sua fotodegradação. A ausência de carotenóides inibe a função da clorofila, causando morte da planta por ineficiência do processo de fotossíntese (KARAM et al., 2009).

O tembotrione tem translocação via movimento apoplásto, desse modo, é absorvido de forma facilitada pelos tecidos meristemáticos de raízes e folhas, proporcionando acúmulo nos cloroplastos (CONSTANTIN, 2006).

O herbicida expressa características relevantes em relação ao manejo de plantas daninhas do ponto de vista prático, apresenta amplo espectro de ação (TABELA 3), assim como, uma boa persistência independente da dose. De acordo com trabalhos de Blanco et al. (2008) usando bioensaios com plantas de beterraba (*Beta vulgaris*), o herbicida apresenta persistência de 60 dias após a aplicação. Tal persistência, possibilita o crescimento da cana-de-açúcar sem matocompetição até o fechamento da mesma na entrelinha, quando plantada no sistema de cana de ano e meio. Ademais, tem alta eficiência no controle de gramíneas e uma resposta positiva ao uso de produtos adjuvantes, evidenciando assim, a obrigatoriedade do uso de óleo mineral.

Tabela 3 - Espécies de plantas invasoras controladas pela aplicação do herbicida tembotrione na cultura do milho registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

<b>Plantas daninhas registradas</b>	
<i>Alternanthera tenella</i>	Apaga fogo; corrente; periquito
<i>Commelina benghalensis</i>	Marianinha; mata brasil; trapoeraba
<i>Ipomoea nil</i>	Amarra amarra; campainha; corda-de-viola
<i>Ipomeae purpúrea</i>	Campainha; corda-de-viola; corriola
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma; mata pasto; relógio
<i>Nicandra physaloides</i>	Balão; bexiga; joá-de-capote
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Amendoin bravo; café-do-diabo; flor-de-poetas
<i>Bidens pilosa</i>	Fura capa; picão; picão preto
<i>Bidens subalternans</i>	Picão-preto
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poia; poia-branca; poia-do-campo
<i>Glycine max</i>	Soja
<i>Leonurus sibiricus</i>	Chá-de-frade; cordão-de-são Francisco; erva macaé
<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiária; braquiária decumbens; capim braquiária
<i>Cenchrus echinatus</i>	Capim amargoso; capim carrapicho; capim roseta
<i>Digitaria ciliares</i>	Capim colchão; capim-da-roça; capim tinga
<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim marmelada; capim papuã; capim-são-paulo
<i>Ipomoea acuminata</i>	Corda-de-viola
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Nabiça; nabo; nabo bravo

Fonte: AGROFIT (2019).

## 2.5 Seletividade de herbicidas em cana-de-açúcar

Em relação a intoxicação de plantas, os herbicidas de modo geral, mesmo possuindo registro para determinada cultura, podem provocar danos em tal. Quando aplicado de forma inadequada, a similaridade anatômica e fisiológica entre as plantas de interesse econômico e as plantas daninhas são bastante evidentes, ocasionando assim, riscos de intoxicação quando se faz aplicação de herbicidas (NEGRISOLI et al., 2004).

A seletividade é a capacidade que determinado herbicida tem de controlar as plantas daninhas em uma cultura, sem causar perdas de produtividade e qualidade a mesma (NEGRISOLI et al., 2004). Desse modo, a seletividade não deve ser estabelecida somente pela visualização de sintomas de intoxicação, visto que, existem herbicidas que causam sintomas de fitotoxicidade, porém, não interferem na produtividade e qualidade do produto (SILVA; SILVA, 2007).

Atualmente existem várias opções de herbicidas que podem ser utilizados para a aplicação em pré-emergência na cana-de-açúcar, contudo, o número de herbicidas seletivos

para a aplicação em pós-emergência é limitado. No montante, encontra-se 42 ingredientes ativos disponíveis e 384 marcas comerciais registradas para o controle de plantas daninhas na cultura (AGROFIT, 2019).

Dentre esses, destacam-se o tebuthiuron que é inibidor do fotossistema II, trifloxysulfuron-sodium que inibe a enzima acetolactato sintase, o sulfentrazone que é inibidor da enzima protoporfirinogênio, a mistura de diuron + hexazinona que atua também no fotossistema II e o clomazone que é um inibidor da síntese de carotenóides.

Tendo em vista o uso do tembotrione na cultura da cana-de-açúcar, alguns estudos trazem resultados satisfatórios em relação a sua aplicação. O trabalho de Silva (2010) buscou avaliar os efeitos dos herbicidas tembotrione, MSMA, diuron + hexazinona, sulfentrazone, trifloxysulfuron-sodium, tebuthiuron e clomazone sobre diferentes variedades de cana-de-açúcar. Onde, os tratamentos com tembotrione e tebuthiuron não apresentaram sintomas de intoxicação, ao contrário dos demais. Assim como, os tratamentos com tembotrione e MSMA não proporcionaram diferenças significativas no acúmulo de massa seca nas folhas das variedades.

Em relação a seletividade em MPB, de acordo com Sabbag et al. (2017), os herbicidas podem causar efeitos diferentes em função da época de aplicação e da variedade. Seus trabalhos avaliaram os herbicidas ametryn, clomazone, hexazinoma + diuron, metribuzin, sulfentrazone e tebuthiuron aplicados de forma isolada e em conjunto com saflufenacil, na qual a variedade RB867515 foi a mais tolerante a aplicação de saflufenacil + clomazone, visto que, o clomazone foi o herbicida que mais causou sintomas de fitotoxicidade entre os tratamentos avaliados.

Por sua vez, o herbicida mesotrione, pertencente ao mesmo grupo químico do tembotrione, os quais apresentam características bastante semelhantes, se mostra eficiente no controle de plantas daninhas na cultura do milho e possui registro para a cultura da cana-de-açúcar (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005). Entretanto, possui um espectro de ação muito reduzido quando aplicado isoladamente, tendo assim, a necessidade de ser aplicado em misturas, tais que, potencializam o seu efeito no controle das plantas daninhas.

Diante do exposto, infere-se o potencial uso do herbicida tembotrione no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar, visto que, quando comparados, o tembotrione apresenta maior eficiência no controle, posto que, existe um grande número de espécies de plantas que podem afetar a cultura pela matocompetição.



### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Descrição do local de realização

O trabalho foi dividido em duas etapas, realizadas no período de julho a dezembro de 2018, onde foram conduzidos em condições de casa de vegetação, com temperatura e regime de irrigação controlados, situado no Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada na cidade de Lavras (44° 59' longitude oeste e 21° 14' latitude sul; altitude = 919 m), no estado de Minas Gerais, Brasil.

As unidades experimentais foram compostas por vasos de polietileno, preenchidos com 5 dm<sup>3</sup> de substrato composto de Latossolo Vermelho-Amarelo (NOVAIS et al., 2007), com a caracterização química descrita na Tabela 4. Os vasos foram dispostos de maneira equidistante, com espaçamento de aproximadamente 0,5 m, afim de facilitar a circulação do avaliador e garantir área suficiente para o desenvolvimento da parte aérea das plantas. Após a aplicação dos corretivos o solo foi incubado por 30 dias. Decorrido o período de incubação, realizou-se o transplante de uma muda pré-brotada de cana-de-açúcar para cada vaso.

Tabela 4 - Caracterização dos atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo típico (LVA), da camada de 0-20 cm.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	m
(H <sub>2</sub> O)	---mg/dm <sup>3</sup> ---		----- cmolc/dm <sup>3</sup> -----						----%----		
6,06	1,47 <sup>1</sup>	17,77	0,92	0,10	0,0	2,37	1,06	1,07	3,43	31	0,0

<sup>1</sup> P- Mehlich-1.

Fonte: Do Autor (2019).

#### 3.2 Primeira etapa

A primeira etapa buscou avaliar o efeito de diferentes doses do herbicida Tembotrione sobre diferentes épocas de aplicação, em um único genótipo de cana-de-açúcar. O delineamento utilizado foi o DBC (delineamento em blocos casualizados) em esquema fatorial 5 x 3, com quatro repetições.

Foram utilizadas mudas da variedade RB867515, a qual tem grande representatividade no cenário atual, segundo o censo varietal a variedade obteve segundo lugar no ranking de área plantada e primeiro lugar em porcentagem de área cultivada na safra 2017/2018 (RIDESA, 2019).

As mudas usadas foram obtidas pelo método de cultura de meristemas, fornecidas pela empresa parceira PRÓ-MUDAS, localizada no município de Lavras-MG. As mudas pré-

brotadas (MPB) de cana-de-açúcar foram transplantadas para os vasos com 40 dias de idade, apresentando 15 cm de altura.

Os tratamentos do experimento foram compostos por combinações fatoriais entre cinco níveis de concentração do ingrediente ativo tembotrione (0; 50%; 75%; 100% e 125%) + óleo mineral, de acordo com a recomendação de bula do fabricante (0; 50,4; 75,6; 100,8; e 126 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 108 g i.a. ha<sup>-1</sup>), respectivamente (TABELA 5). O segundo fator foi composto por três níveis de época de aplicação: 0 dias (ao mesmo dia de transplântio), 20 e 40 dias após transplântio (DAT), totalizando 15 tratamentos e 60 parcelas.

Tabela 5 - Características dos produtos utilizados no experimento.

<b>Herbicida</b>		
Nome comum	Nome comercial	Dose i.a. <sup>1</sup> (g ha <sup>-1</sup> )
1. Testemunha (sem aplicação)	-	-
2. Tembotrione + óleo mineral	Soberan <sup>®</sup> + Áureo <sup>®</sup>	50,4 + 108
3. Tembotrione + óleo mineral	Soberan <sup>®</sup> + Áureo <sup>®</sup>	75,6 + 108
4. Tembotrione + óleo mineral	Soberan <sup>®</sup> + Áureo <sup>®</sup>	100,8 + 108
5. Tembotrione + óleo mineral	Soberan <sup>®</sup> + Áureo <sup>®</sup>	126 + 108

<sup>1</sup>i.a.= ingrediente ativo.

Fonte: Do Autor (2019).

### 3.3 Segunda etapa

De acordo com os resultados da primeira etapa, objetivou-se avaliar o efeito de 75% da dose de bula do herbicida Tembotrione recomendada pelo fabricante, sobre quatro diferentes genótipos de cana-de-açúcar. O delineamento utilizado foi o DBC (delineamento em blocos casualizados) em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições, totalizando 8 tratamentos e 32 parcelas.

Utilizaram-se mudas das variedades RB966928, RB855156, RB93509 e IACSP95-5000, que foram obtidas por meio de propagação de minitoletes, realizada nas próprias dependências da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na qual, aos 40 dias de idade foram transplantadas para os vasos de polietileno.

Os tratamentos da segunda etapa do experimento foram compostos por combinações fatoriais entre dois níveis, sem aplicação e com aplicação, sendo que neste nível a concentração de ingrediente ativo foi de 75% + óleo mineral, de acordo com a menor recomendação de bula do fabricante (75,6 g i.a. ha<sup>-1</sup> + 108 g i.a. ha<sup>-1</sup>, respectivamente)

(TABELA 6). O segundo fator foi composto por quatro níveis de diferentes genótipos em uma mesma época de aplicação, aos 0 DAT (ao mesmo dia do transplante).

Tabela 6 - Características dos produtos utilizados no experimento.

<b>Herbicida</b>		
Nome comum	Nome comercial	Dose i.a. <sup>1</sup> (g ha <sup>-1</sup> )
1. Testemunha (sem aplicação)	-	-
2. Tembotrione + óleo mineral	Soberan <sup>®</sup> + Áureo <sup>®</sup>	75,6 + 108

<sup>1</sup>i.a.= ingrediente ativo.

Fonte: Do Autor (2019).

A execução dos tratamentos dos dois experimentos foi realizada com auxílio de um pulverizador costal, pressurizado por CO<sub>2</sub>, equipado com uma barra de quatro pontas de jato “tipo leque” TT110015, com espaçamento de 0,5 m entre si. Foi utilizado um volume de aplicação de 150 L ha<sup>-1</sup>, com uma pressão de trabalho de 26,1068 Psi.

As aplicações foram realizadas fora da casa de vegetação nos períodos onde a temperatura e condições de vento eram amenas, evitando-se a perda por evaporação e deriva, respectivamente. Após a pulverização, as mudas ficaram isoladas por um período de 24 horas, em local sem trânsito de pessoas e sem irrigação por aspersão afim de se evitar o molhamento da superfície foliar das plantas.

### 3.4 Caracteres avaliados

Os caracteres avaliados nos dois experimentos foram: fitotoxicidade (FTO), número de perfilhos (NP), massa fresca (MF) e massa seca (MS).

Nas duas etapas, a fitotoxicidade nos genótipos de cana-de-açúcar foi avaliada visualmente aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA) dos tratamentos, baseando-se na metodologia proposta por Velini et al. (1995), que consiste na atribuição de notas de acordo com a porcentagem de área foliar e colmos afetados com sintomas visuais causados pelo herbicida (descoloração, deformação), variando de 0% ausência de dano sobre a cultura e 100% morte da planta (ANEXO A).

Para determinação do número de perfilhos (NP), foi realizada a contagem ao final do período de avaliação, que se deu aos 28 DAA. Ainda, foram determinados os possíveis efeitos da fitointoxicação sobre o crescimento das mudas por meio da determinação do acúmulo de massa seca (MS).

Foi realizado o corte de toda a parte aérea das plantas aos 78 DAA para a primeira etapa e aos 78 DAA para a segunda etapa. O material foi acondicionado em sacos de papel pardo, os quais foram identificados e levados ao laboratório para a determinação da massa fresca (MF), medida que foi obtida por pesagem em balança analítica.

Afim de se obter a massa seca, as amostras depois de terem passado por uma pré-secagem a pleno sol, seguiram para estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, até atingirem peso constante, sendo novamente pesadas em balança analítica para determinação da umidade.

### **3.5 Análise estatística**

Realizaram-se as análises de variância individuais pelo teste F para os experimentos das duas etapas, seguida da aplicação de teste de Scott-Knott (5%) para comparação das variáveis. Em ambas as análises adotou-se o nível de 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Foi realizado a transformação dos dados para os caracteres em porcentagens, adotando raiz ( $x + 0,5$ ), para atender as premissas da Anova.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Primeira etapa

No primeiro momento o experimento buscou avaliar o efeito de diferentes doses do herbicida tembotrione (0; 50,4; 75,6; 100,8; e 126 g i.a. ha<sup>-1</sup>), sobre diferentes épocas de aplicação, 0 dias (ao mesmo dia de transplântio), 20 e 40 dias após transplântio (DAT), cujas doses de 75,6 e 100,8 g i.a. ha<sup>-1</sup>, são as recomendadas pelo fabricante (bula). Os caracteres avaliados foram a fitotoxicidade, número de perfilhos, massa fresca e massa seca.

Em relação a fitotoxicidade, houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a interação entre época de aplicação e doses do herbicida tembotrione sobre a variedade RB867515 (TABELA 7) (APÊNDICE A).

Tabela 7 – Porcentagens de fitotoxicidade para a interação entre época de aplicação e doses do herbicida tembotrione.

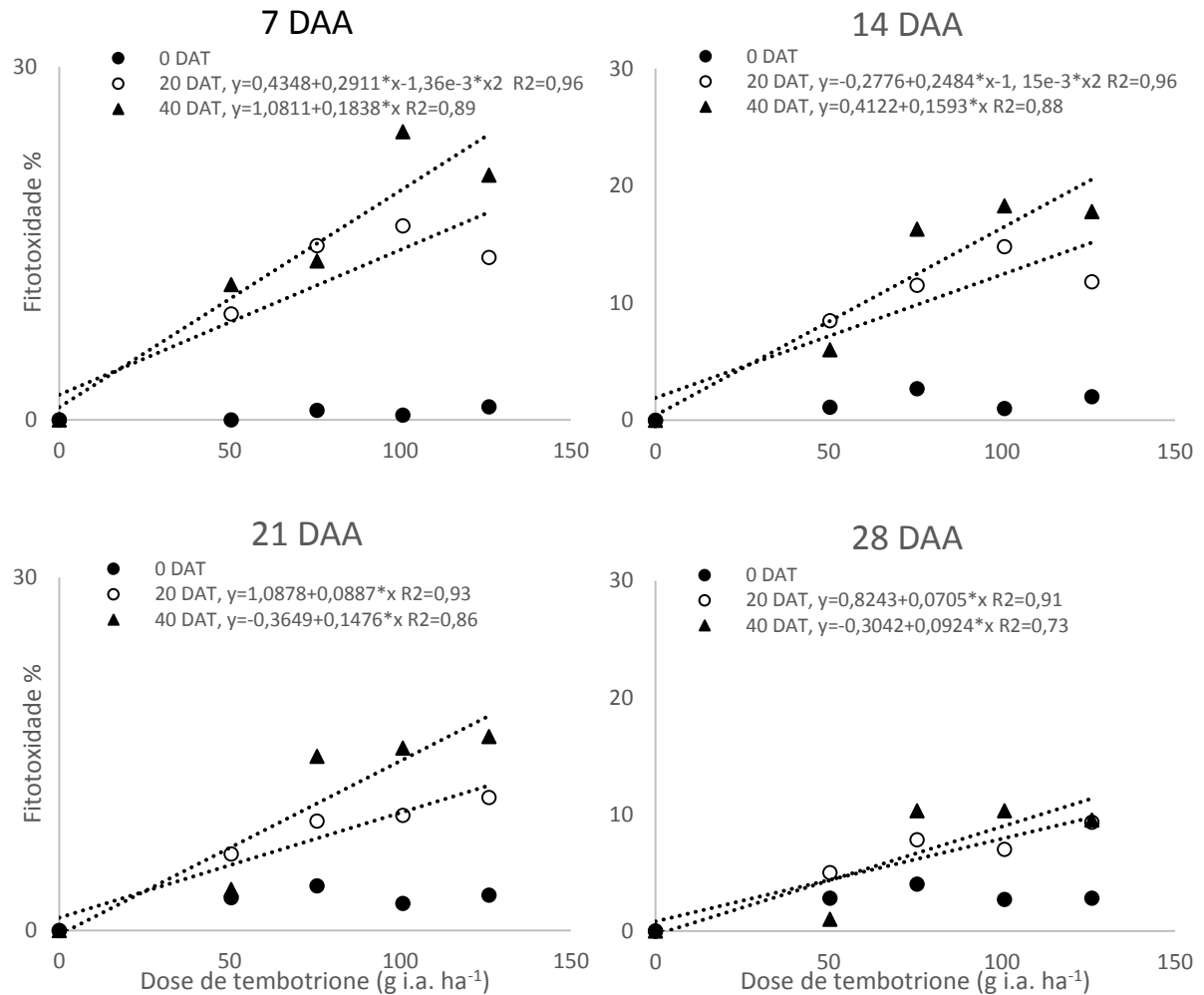
Época	Dose (g i.a. ha <sup>-1</sup> )					Média
	0,0	50,4	75,6	100,8	126,0	
7 DAA						
0 DAT	0,0 <sup>1</sup> Aa <sup>2</sup>	0,0 Aa	0,8 Aa	0,4 Aa	1,1 Aa	0,4 a
20 DAT	0,0 Aa	9,0 Bb	14,8 Bb	16,5 Bb	13,8 Bb	10,8 b
40 DAT	0,0 Aa	11,5 Bb	13,5 Bb	24,5 Cc	20,8 Cc	14,1 c
<b>Média</b>	0,0 A	6,8 B	9,7 B	13,7 C	11,9 C	
14 DAA						
0 DAT	0,0 Aa	1,1 Aa	2,7 Aa	1,0 Aa	2,0 Aa	1,4 a
20 DAT	0,0 Aa	8,5 Bb	11,5 Bb	14,8 Bb	11,8 Bb	9,3 b
40 DAT	0,0 Aa	6,0 Bb	16,3 Cc	18,3 Cb	17,8 Cc	11,7 c
<b>Média</b>	0,0 A	5,2 B	10,1 C	11,3 C	10,5 C	
21 DAA						
0 DAT	0,0 Aa	2,8 Aa	3,8 Aa	2,3 Aa	3,0 Aa	2,4 a
20 DAT	0,0 Aa	6,5 Ba	9,3 Bb	9,8 Bb	11,3 Bb	7,4 b
40 DAT	0,0 Aa	3,5 Aa	14,8 Bc	15,5 Bc	16,5 Bc	10,1 c
<b>Média</b>	0,0 A	4,3 B	9,3 C	9,2 C	10,3 C	
28 DAA						
0 DAT	0,0 Aa	2,8 Aa	4,0 Aa	2,7 Aa	2,8 Aa	2,4 a
20 DAT	0,0 Aa	5,0 Ba	7,8 Bb	7,0 Bb	9,3 Bb	5,8 b
40 DAT	0,0 Aa	1,0 Aa	10,3 Bb	10,3 Bc	9,5 Bb	6,2 b
<b>Média</b>	0,0 A	2,9 B	7,4 C	6,6 C	7,2 C	

<sup>1</sup> porcentagens de fitotoxicidade após a aplicação; <sup>2</sup> médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Posteriormente realizou-se a análise de regressão do fator dose para cada época de aplicação (FIGURA 2).

Figura 2 - Porcentagem de fitotoxidade aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação, segundo a escala visual descrita pelo SBCPD, da variedade RB867515, plantada no sistema de MPB obtida por cultura de meristemas, submetida a aplicação de diferentes doses do herbicidas tembotrione, nas épocas de 0, 20 e 40 dias após o transplântio.



Fonte: Do Autor (2019).

Para o fator época, aos 0 DAT a regressão não foi significativa, sendo as épocas 20 e 40 DAT significativas ( $p < 0,05$ ), desse modo, no período de aplicação tardia a curva para todas as avaliações foram de primeiro grau e apresentaram as maiores porcentagens de fitotoxidade, atingindo o máximo de 25% de acordo com a dose de 126 g i.a. ha<sup>-1</sup> aos 7 DAA.

As aplicações na época 0 DAT, independente da dose utilizada, tiveram porcentagens de fitotoxidez abaixo de 5%. Tais porcentagens, possivelmente foram ocasionadas pela área foliar reduzida que as plantas apresentavam no momento da aplicação, visto que, a poda é uma operação rotineira no sistema de produção de MPB, que proporciona menor perda de

água por transpiração e conseqüentemente maior rusticidade para o plantio no campo (LANDELL et al., 2013).

As aplicações de herbicidas em períodos iniciais na cultura da cana-de-açúcar, proporcionam ganhos na eficiência das operações, uma vez que, a aplicação tardia necessita de maquinários especiais e muitas vezes é feita via aérea, onerando o custo de produção. Além disso, o período de maior interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar é o período inicial. Tais aplicações, propiciam o crescimento da cultura no limpo, sem matocompetição, até o fechamento da entrelinha, onde a interferência diminui drasticamente.

Trabalhos de Sabbag et al. (2017) mostram que a variedade RB867515 quando submetida a aplicação inicial em pós-emergência dos herbicidas saflufenacil, ametryn, sulfentrazone, tebuthiuron, [diuron + hexazinone], metribuzin e clomazone, também não obtiveram diferenças significativas em relação aos níveis de fitotoxicidade, ficando abaixo de 5%.

Para a menor dose recomendada da bula, que foi de 75,6 g i.a. ha<sup>-1</sup>, as porcentagens de fitotoxicidade ficaram abaixo de 16%, apresentando ainda, uma crescente recuperação das plantas, que aos 28 DAA mostraram porcentagens abaixo de 10%. Tal comportamento corrobora com trabalhos de Silva e Silva, (2007), no qual descrevem a característica que a cana-de-açúcar tem de compensar as injúrias causadas por fitotoxidez pouco elevada, não interferindo assim, na produtividade final.

Outros autores também observaram decréscimo nas porcentagens de fitotoxicidade ao decorrer das avaliações, Ferreira et al. (2012) em trabalhos que avaliavam o efeito de aplicação do herbicida clomazone sobre diferentes genótipos de cana-de-açúcar, constataram que a maioria das variedades testadas apresentaram alta fitotoxicidade, principalmente aos 21 DAT, com redução dos sintomas até o final das avaliações. Observaram ainda, que as variedades RB925345, RB855146 e SP80-1816 tiveram porcentagens de intoxicação de aproximadamente 60% nos períodos de 14 e 21 DAT, assistindo reduções até a colheita, as quais, ficaram próximos de 20%. Além disso, a variedade RB867515 apresentou valores acima de 40%, caindo para 5% ao final das avaliações. Trabalhos de Silva (2010), mostraram que entre os materiais testados, houve diferentes efeitos sobre a tolerância e de modo geral a variedade RB867515 foi a mais tolerante a aplicação de tembotrione.

Azania et al. (2005) descreveram em seus trabalhos que a seletividade dos herbicidas, quando aplicados na cultura da cana-de-açúcar, pode ser influenciada pelo estágio de desenvolvimento, o que corresponde a época de aplicação. Tais autores estudaram o efeito dos herbicidas (diuron + hexazinone), (azafenidin + hexazinone), metribuzin e isoxaflutole

aplicados em pós-emergência inicial e tardia, sobre a variedade RB835089. O isoxaflutole foi o herbicida que mais causou fitotoxicidade em pós-emergência inicial. Em pós-emergência tardia apenas o herbicida metribuzin não causou fitotoxidez e os herbicidas diuron + hexazinone em mistura causaram alterações na qualidade final e produtividade.

Trabalhos de Dan et al. (2010), com a cultura do sorgo granífero, evidenciam que a época de aplicação influencia diretamente nas porcentagens de fitotoxicidade. Porém, em seu trabalho, os autores observaram comportamento diferente, sendo que maiores porcentagens de fitotoxicidade foram constatadas quando se faz a aplicação precoce de tembotrione, as aplicações tardias causam sintomas de fitotoxicidade menores, concluindo assim, que o herbicida tembotrione tem potencial de utilização na cultura do sorgo.

Em relação aos caracteres morfológicos avaliados, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para o caráter massa seca, ao passo que, para os caracteres número de perfilhos e massa fresca, houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para o fator dose (TABELA 8).

Tabela 8 - Número de perfilhos, massa fresca (g) e massa seca (g) após a aplicação de diferentes doses do herbicida tembotrione em diferentes épocas.

<b>Dose (g i.a. ha<sup>-1</sup>)<sup>1</sup></b>	<b>N° Perf.<sup>3</sup></b>	<b>M. F. (g)<sup>4</sup></b>	<b>M.S. (g)<sup>5</sup></b>	
0	25,3 a <sup>6</sup>	219,8 b	53,3 a	
50,4	13,0 c	251,9 a	62,7 a	
75,8	14,4 c	279,5 a	61,5 a	
100,8	18,3 b	258,4 a	58,3 a	
126,0	14,8 c	235,9 b	54,0 a	
<b>Época</b>				
0 DAT <sup>2</sup>	17,0 a	258,8 a	59,8 a	
20 DAT	17,4 a	254,4 a	60,8 a	
40 DAT	17,1 a	233,6 a	53,3 a	
<b>Fator</b>	<b>Parâmetros estatísticos</b>			
	<b>GL</b>	<b>QM</b>		
Dose	4	4,0582 **	6236,9 **	217,9 ns
Época	2	0,0020 ns	3638,8 ns	333,5 ns
Dose*Época	8	0,5233 ns	1620,8 ns	84,4 ns
Bloco	3	0,5919 ns	4074,3 ns	267,6 ns
Erro	42	0,3057	1577,9	120,6
<b>Média Geral</b>		17,2	248,9	57,9
<b>CV (%)</b>		13,4	15,9	19,0

\*\*  $p \leq 0,01$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; ns – não significativo ( $p \geq 0,05$ ), pelo teste f, respectivamente. <sup>1</sup> doses de tembotrione; <sup>2</sup> DAT – dias após o transplante; <sup>3</sup> N° Perf. – número de perfilhos; <sup>4</sup> M.F. (g) – peso em gramas de matéria fresca; <sup>5</sup> M.S. (g) - peso em gramas de matéria seca; <sup>6</sup> médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).



Trabalhos de Ferreira et al. (2010), comprovaram que a aplicação dos herbicidas ametryn, ametryn + trifloxysulfuron-sodium, clomazone, diuron + hexazinone, isoxaflutole, imazapic, 2,4-D, tebuthiuron, sulfentrazone, MSMA sobre genótipos de cana-de-açúcar interferiu nos caracteres morfológicos número de perfilhos e massa fresca.

No presente experimento a aplicação de diferentes doses de tembotrione sobre a variedade RB867515 interferiu no número de perfilhos, porém, ao final das avaliações houve uma compensação da planta, fazendo com que não houvesse diferença significativa para massa seca, foram obtidos valores iguais para os tratamentos que receberam aplicação independente da dose e para a testemunha que não recebeu aplicação (TABELA 8). Quando feita a aplicação do herbicida tembotrione, houve uma redução no número de perfilhos. Contudo, houve um aumento na matéria fresca para as doses de 50,4; 75,6; 100,8 g i.a. ha<sup>-1</sup> (TABELA 8). Fato que, possivelmente foi ocasionado pelo maior desenvolvimento do perfilho primário.

Corroborando com nosso estudo, Silva, (2010), observaram que a aplicação do herbicida tembotrione sobre a variedade RB867515, não proporcionou reduções no acúmulo de massa seca ao final do período de avaliação, que se deu aos 41 DAA. Porém, as misturas de diuron + hexazinone e trifloxysulfuron-sodium influenciaram todos os genótipos testados de forma negativa em relação ao acúmulo de massa seca. Desse modo, tem-se a influência da época de aplicação sobre o acúmulo de massa seca, aplicações tardias trazem reduções no acúmulo de massa seca. Comportamento que não corrobora com trabalhos de Dan et al., (2010). Onde os autores observaram que as aplicações de tembotrione no período inicial da cultura do sorgo granífero, ocasionaram grandes reduções no acúmulo de matéria seca, ao passo que, as aplicações tardias causaram menores reduções no acúmulo de matéria seca da parte aérea.

## **4.2 Segunda etapa**

Com base na necessidade de se conhecer o comportamento do tembotrione em outros materiais de cana-de-açúcar, a segunda etapa avaliou o efeito da dose de 75,6 g i.a. ha<sup>-1</sup> do herbicida tembotrione, aplicado ao mesmo dia do transplântio, sobre diferentes genótipos de cana-de-açúcar. Visto que, tal tratamento apresentou os melhores resultados na primeira etapa do experimento, sendo assim, a dose que mais teve seletividade para a cultura da cana-de-açúcar e dentro da faixa recomendada na bula para a cultura do milho.

Para o caractere fitotoxidade aos 7, 14, 21 e 28 DAA, entre as variedades não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ), foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos com aplicação e sem aplicação, sendo que, a fitotoxidade foi maior nos tratamentos com aplicação, todavia, os valores médios ficaram abaixo de 1,5%, sendo que o maior valor foi de 1,3 % aos 14 DAA (TABELA 9).

Tabela 9 - Resumo das porcentagens de fitotoxidade aos 7, 14, 21 e 28 após a aplicação do herbicida tembotrione aos 0 dias após o transplante e porcentagens médias dos tratamentos com e sem aplicação, assim como, análises de variância da dose e variedade para fitotoxidade e caracteres morfológicos e valores médios de número de perfilhos, massa fresca (g).

Genótipos	Fitotoxidade <sup>1</sup>				N° Perf. <sup>2</sup>	M. F. (g) <sup>3</sup>	
	7	14	21	28			
IAC95-5000	0,3 a <sup>4</sup>	0,7 a	0,1 a	0,1 a	4,9 a	42,1 a	
RB966928	0,5 a	0,8 a	0,3 a	0,2 a	3,6 a	33,3 b	
RB855156	0,6 a	0,7 a	0,3 a	0,1 a	3,5 a	24,1 c	
RB93509	0,7 a	0,4 a	0,1 a	0,0 a	3,4 a	24,6 c	
<b>Herbicida</b>							
Com	1,0 b	1,3 b	0,4 b	0,2 b	3,6 a	28,8 b	
Sem	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	4,1 a	33,3 a	
Fator	Parâmetros estatísticos						
	GL	QM					
Genótipo (G)	3	0,0298 <sup>ns</sup>	0,0317 <sup>ns</sup>	0,0208 <sup>ns</sup>	0,0142 <sup>ns</sup>	0,2177 <sup>ns</sup>	577,95 <sup>**</sup>
Dose (D)	1	1,7091 <sup>**</sup>	2,4643 <sup>**</sup>	0,277 <sup>*</sup>	0,0609 <sup>*</sup>	0,1339 <sup>ns</sup>	166,53 <sup>*</sup>
G*D	3	0,0298 <sup>ns</sup>	0,0318 <sup>ns</sup>	0,0208 <sup>ns</sup>	0,0142 <sup>ns</sup>	0,0441 <sup>ns</sup>	86,11 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,0339 <sup>ns</sup>	0,0942 <sup>ns</sup>	0,0661 <sup>ns</sup>	0,0142 <sup>ns</sup>	0,3247 <sup>ns</sup>	79,53 <sup>ns</sup>
erro	21	0,1115	0,0971	0,0434	0,0131	0,1617	34,27
Média Geral		0,9	0,9	0,8	0,1	2	31,0
CV (%)		35,6	31,7	26,0	15,3	19,7	18,9

\*\*  $p < 0,01$ ; \*  $p < 0,05$ ; ns – não significativo ( $p \geq 0,05$ ), pelo teste f, respectivamente. <sup>1</sup> porcentagens de fitotoxidade após a aplicação; <sup>2</sup> N° Perf. – número de perfilhos; <sup>3</sup> M.F. (g) – gramas de massa fresca; <sup>4</sup> médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Em relação aos caracteres morfológicos, observou-se que no número de perfilhos não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamentos com e sem aplicação e nem sequer diferenças entre as variedades. Houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para o caráter massa fresca, considerando os tratamentos com e sem aplicação, assim como, entre as variedades (TABELA 9).

Para as variedades, o genótipo IACSP95-5000 obteve as maiores médias de massa fresca, enquanto as variedades RB855156 e RB93509 obtiveram as menores médias. Nos tratamentos onde houve aplicação, todas as variedades obtiveram certas reduções na matéria fresca (TABELA 9).

As baixas porcentagens de fitotoxicidade que foram observadas nos diferentes genótipos podem estar ligadas a área foliar reduzida que as plantas apresentavam no momento da aplicação. Assim como observado na primeira etapa do estudo, para a variedade RB867515 sob aplicação de tembotrione na dose de 75,6 g i.a. ha<sup>-1</sup>, onde a porcentagem de fitotoxicidade foi abaixo dos 4% em todo período de avaliação. Corroborando ainda com os trabalhos de Ferreira et al. (2012), na qual os autores observaram que as variedades RB925345, RB867515, RB855156 e SP80-1816 quando submetidas a aplicações do herbicida tembotrione, apresentaram porcentagens de fitotoxicidade abaixo de 3% em todo o período de avaliação, que foi dos 7 aos 42 DAA.

A cultura tem características bastante semelhantes quando comparada ao sorgo, porém a cana-de-açúcar se mostra uma planta com maior tolerância a fitotoxicidade de herbicidas. Ao passo que, no presente experimento a dose recomendada por bula do tembotrione causou sintomas de fitotoxicidade cujas porcentagens não passaram de 1,5% para as variedades testadas.

A cultivar de sorgo BRS 716, quando submetida a aplicação de tembotrione, em doses equivalentes, tais que, aqui tratamos, apresentou porcentagens acima de 83% de fitotoxicidade, além de comprometer a produtividade final (SILVA et al. 2016).

Ao analisar a massa seca, observou-se que houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos com e sem aplicação, assim como, entre as variedades. A variedade IAC95-5000 obteve uma redução nas médias quando realizada a aplicação do herbicida tembotrione, ao passo que, não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para as variedades RB966928, RB855156 e RB93509 em relação aos tratamentos com e sem aplicação (TABELA 10).

Tabela 10 - Valores médios de massa seca (g) para os tratamentos com e sem aplicação do herbicida tembotrione.

Genótipos	Herbicida	
	Com	Sem
IAC95-5000	15,52 Ba <sup>1</sup>	18,1 Aa
RB966928	16,0 Aa	14,6 Ab
RB855156	13,1 Ab	12,4 Ab
RB93509	13,8 Ab	13,3 Ab
Média Geral	14,6	
CV (%)	9,1	

<sup>1</sup> médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor (2019).

Quando observados os tratamentos com aplicação de tembotrione as variedades IAC95 5000 e RB966928 tiveram os maiores acúmulos de massa seca e quando observados os tratamentos sem aplicação, apenas a variedade IACSP95-5000 obteve maiores médias de massa seca (TABELA 10).

Os resultados mostram que os materiais tem comportamento diferenciado em relação à tolerância ao herbicida tembotrione, fato que pode estar ligado as características genéticas de cada variedade. Visto que, diferentes dos outros genótipos testados, a variedade IACSP95-5000 apresentou redução no acúmulo de matéria seca, quando submetida a tratamento com aplicação do herbicida tembotrione. Tal redução, que foi de 2,6 g em relação as médias, o que corresponde a 13,9%.

Todavia, ressalta-se, que as reduções no acúmulo de matéria seca também podem ser ocasionadas por herbicidas de diferentes grupos químicos, os quais têm efeitos diferentes sobre a cana-de-açúcar. Trabalhos de Sabbag et al. (2017), mostram que, dentre diversas variedades testadas, apenas as que foram submetidas a aplicações de saflufenacil, ametryn, metribuzin e saflufenacil + clomazone, não sofreram reduções no acúmulo de matéria seca.

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação do herbicida tembotrione no momento do transplântio, independente da dose utilizada, não provocou intoxicação nas plantas da variedade RB867515 em sistema de MPB.

Mesmo com redução no número de perfilhos a variedade RB867515 não obteve reduções no acúmulo de massa seca, pois pode ter compensado no desenvolvimento do perfilho primário.

A aplicação de 75,6 g i.a. ha<sup>-1</sup> de tembotrione causou diferenças no caractere massa fresca, porém apresentou baixas porcentagens de fitotoxicidade, sendo o herbicida seletivo para as variedades: IACSP95-5000, RB966928, RB855156 e RB93509, em pós-emergência e em períodos iniciais. Todavia, a variedade IACSP95-5000 apresentou redução no acúmulo de massa seca.

## REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 14 maio 2019.
- AVERALDO, R. A.; BERTONCINI, E. I. Manejo químico de plantas daninhas nos resíduos de colheita de cana crua. STAB. **Açúcar, Álcool e subprodutos**, v. 17, n. 4, p. 36-38, mar./abr. 1999.
- 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.
- BLANCO, H.G.; BARBOSA, J.C.; OLIVEIRA, D.A. **Competição de uma comunidade natural de mato em cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*), de ano e meio**. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas, 14.; Congresso de Asociacion Latinoamericana de Malezas, 6., 1982, Campinas. Resumos. Campinas: 1982. p.30-31.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; ARAÚJO, J.B.M. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. I. Período crítico de competição produzido por uma comunidade natural de dicotiledôneas em culturas de ano. **Biológico**, São Paulo, v.45, p.131-140, 1979.
- BLANCO, H.G.; OLIVEIRA, D.A.; COLETI, J.T. Competição entre plantas daninhas e a cultura da cana-de-açúcar. II. Período de competição produzido por uma comunidade natural de mato, com predomínio de gramíneas, em culturas de ano. III. Influência da competição na nutrição da cana-de-açúcar. **Biológico**, São Paulo, v.47, p.77-88, 1981.
- BLANCO, F. M. G.; QUEIROZ W. O.; PANTANO A. P. **Persistência no solo dos herbicidas tembotrione e mesotrione aplicados em condições de milho safrinha** In: Congresso Nacional De Milho e Sorgo, 27.; Simpósio Brasileiro sobre a Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, 3.; Workshop sobre Manejo e Etiologia da Mancha Branca do Milho, 2008, Londrina. Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: resumos.. [Londrina]: IAPAR: [Sete Lagoas]: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 423.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento (MAPA). **Anuário estatístico da agroenergia 2018**. Brasília, 2019. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Agroenergia/anuario\\_agroenergia\\_web\\_2012.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/anuario_agroenergia_web_2012.pdf)> Acesso em 11 de maio de 2019.
- CEPEA. **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada**. Disponível em: <[https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2018\\_Relatorio%20MERCADODETRABALHO\\_CEPEA\(1\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2018_Relatorio%20MERCADODETRABALHO_CEPEA(1).pdf)> Acesso em: 11 de maio de 2019.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>> Acesso em: 29 de abril de 2019.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; BLAINSKI, E.; HOMEM, L.M., **Seletividade e eficácia agronômica do novo herbicida tembotriona para a cultura do milho**. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 25. Brasília. Anais... Brasília: UNB v. 1, 2006.

DAN, H.A. et al. Tolerância do sorgo granífero ao herbicida tembotrione. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.615-620, 2010.

DEUBER, R. **Maturação da cana-de-açúcar na Região Sudeste do Brasil**. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4., 1988, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 33-40.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, E. A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; SILVA, D. V.; GALON, L. L.; FRANÇA, A. C. et al. Toxicidade de herbicidas a genótipos de cana-de-açúcar. **Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 6, n. 1, p. 84-92, 2012.

FERREIRA, R. R.; OLIVEIRA, F. T. R.; DELITE, F. S.; AZEVEDO, R. A.; NICOLI, S. J. P. et al. Tolerância diferencial de variedades de cana-de-açúcar a estresse por herbicidas. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 395-404, 2010.

GOMES, C. Sistema muda conceito de plantio. **Jornal A Lavoura**, Campinas, n. 696, p. 38-39, 2013.

GONÇALVES, R.M. et al. *Digitaria horizontalis* and *D. insularis* as alternative hosts for *Pantoea ananatis* in Brazilian maize fields. **Journal of Plant Pathology**, v. 97, n. 1, p. 177-181, 2015.

IAC – **Instituto Agrônomo de Campinas**. As 7 etapas do sistema de plantio de mudas pré-brotadas. Disponível em: <http://www.novacana.com/n/cana/plantio/as-7-etapas-sistemaplantio-mudas-pre-brotadas-271113/>. Acesso em: 10 mai 2019.

JAMES, G. Sugarcane. 2nd ed. Oxford: **Blackwell**, 216 p., 2004.

KARAM, D.; SILVA, J. A. A.; PEREIRA FILHO I. A.; MAGALHÃES, P. C. Características do tembotrione na cultura do milho. **Circular Técnica**: Sete Lagoas, v.129 p.2, 2009.

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

LANDELL, M. G. A.; BERRO, C. D.; SILVA, C. D.; XAVIER, M. A. **Manejo varietal em cana-de-açúcar: aspectos teóricos e aplicações de conceitos**. In: BELARDO, G. C.; CASSIA, M. T.; SILVA, R. P. Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar. Jaboticabal: Editora SBEA, 2015. p. 273-288.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, A. C. M.; XAVIER, M. A.; BIDOIA, M. A. P.; PRADO, H.; SILVA, M. A.; DINARDO-MIRANDA, L. L.; SANTOS, A. S.; PERECIN, D.; ROSSETO, R.; SILVA, D.N.; MARTINS, A. L. M.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VEIGA FILHO, A. A.; ANJOS, I. A.; AZANIA, C. A. M.; PINTO, L. R.; SOUZA, L. C. **Variedades de cana-de-açúcar para o centro-sul do Brasil: 15ª liberação do programa cana IAC (1959-2005)**. Campinas, IAC, 2005. 37 p. (Boletim Técnico, 197).

LANDELL, M.G.A.; CAMPANHA, M.P.; FIGUEIREDO, P.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A.; DINARDO-MIRANDA, L.L. et al. Sistema de Multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB) oriundas de gemas individualizadas. Campinas: Documentos IAC – **Boletim Técnico**, v.109, n.2, 16 p, 2013.

LORENZI, H. Plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: Plantas daninhas na lavoura do nordeste brasileiro. In ENCONTRO TÉCNICO GOAL, CANA-DE-AÇÚCAR, 4., 1995, Recife. **Anais...** Recife: 1995.

MONQUERO, P.A.; SILVA, A.C.; BINHA, D.P.; AMARAL, L.P.; SILVA, P.V.; INACIO, E.M. Mobilidade e persistência de herbicidas aplicados em pré-emergência em diferentes solos. **Planta Daninha**, Viçosa, v.26, n.2, p.411-417, 2008.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. S.; SEGATO, S.V.; MATTIUZ, C. F. M. **História e morfologia da cana-de-açúcar**, In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.471-537.

NÓBREGA, J. C. M. Atualização em produção de Cana-de-açúcar. Piracicaba: -Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Universidade de São Paulo, 2006. P. 11-18.

NEGRISOLI, E. et al. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 567-575, 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.

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

PPDB, The Pesticide Properties Database. Hertfordshire: University of Hertfordshire, 2008. Disponível em: . Acesso em: 12 mai. 2019.

RIDESIA, Rede Interuniversitária Para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético. **Censo Varietal**, 2018. Disponível em: <<https://www.ridesa.com.br/censo-varietal>>. Acesso em: 20 de abril de 2018.



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

SABBAG, R. S.; MONQUERO, P. A.; HIRATA, A. C. S.; SANTOS, P. H. V. Crescimento inicial de mudas pré brotadas de cana-de-açúcar submetidas a aplicação de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 16, n. 1, p. 38-49. 2017.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. **Anatomia e botânica**. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. Cana-de-açúcar. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. 882p.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SOUZA, J. R. et al. Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 941-951, 2009.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, J. F. Controle de plantas daninhas. Brasília: ABEAS, 2003. 260 p.

UNICA. **União da Agroindústria Canavieira de São Paulo**. Estatísticas. São Paulo, 2019. Disponível em: < <http://www.unicadata.com.br/>> Acesso em: 10 de maio de 2019.

VELINI, E. D.; OSIPE, R.; GAZZIERO, D. L. P. **Procedimentos para instalação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995. 21 p.

VICTORIA F. R.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola**, v.1, n.1, p.32-37, 2004.

## APÊNDICES

**Apêndice A-** Resumo das análises de variância das doses e épocas de aplicação para o caractere fitotoxidade, aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação.

Fator	GL	QM			
		7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
<b>Dose</b>	4	344,6 **	276,2 **	228,1 **	126,3 **
<b>Época</b>	2	1006,4 **	582,8 **	305,3 **	86,5 **
<b>Dose × Época</b>	8	94,3 **	62,5 **	48,4 **	21,9 **
<b>Bloco</b>	3	24,2 ns	10,5 ns	14,6 ns	14,5 *
<b>Erro</b>	42	20,2	7,2	6,7	4,7
<b>Média geral</b>		8,4	7,5	6,6	4,9
<b>CV (%)</b>		53,4	36,2	39,4	44,7

\*\*  $p \leq 0,01$ ; \*  $p \leq 0,05$ ; ns – não significativo ( $p \geq 0,05$ ), pelo teste Scott Knott, respectivamente.

Fonte: Do Autor (2019).

**ANEXO**

**Anexo A** - Descrição dos valores conceituais aplicados para avaliações visuais de sintomas de fitotoxicidade.

<b>Descrição conceitual</b>
< 5% Sem injúria. Sem efeito sobre a cultura.
Até 20% Injúrias leves e ou redução de crescimento com rápida recuperação. Efeitos insuficientes para promover reduções de produtividade
21 a 40% Injúrias moderadas e ou reduções de crescimento com lenta recuperação ou definitiva. Efeitos intensos o suficiente para promover pequenas reduções de produtividade.
41 a 75% Injúrias severas e ou reduções de crescimento não recuperáveis e ou reduções de estande. Efeitos intensos o suficiente para promover drásticas reduções de produtividade
76 a 100% destruição completa da cultura ou somente algumas plantas vivas.

Fonte: Velini et al. (1995).