

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 02/12/2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DE HERBICIDAS E CONTROLE DE PLANTAS
DANINHAS EM CANA-DE-AÇÚCAR**

**Klara Silva Castro
Engenheira Agrônoma**

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DE HERBICIDAS E CONTROLE DE PLANTAS
DANINHAS EM CANA-DE-AÇÚCAR**

Klara Silva Castro

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Bianco de Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Silvano Bianco

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

2023

C355e	Castro, Klara Silva Efeito de herbicidas e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar / Klara Silva Castro. -- Jaboticabal, 2023 60 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Leonardo Bianco de Carvalho Coorientador: Silvano Bianco 1. Saccharum officinarum. 2. Mudanças-pré-brotadas. 3. Sensibilidade. 4. Injúria. 5. Mistura em tanque. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DE HERBICIDAS E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM CANA-DE-AÇUCAR

AUTORA: KLARA SILVA CASTRO

ORIENTADOR: LEONARDO BIANCO DE CARVALHO

COORIENTADOR: SILVANO BIANCO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Agronomia (Produção Vegetal), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LEONARDO BIANCO DE CARVALHO (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal

Prof. Dr. IGOR CRUZ MALASPINA (Participação Virtual)
UNIFEB / Barretos/SP

Prof. Dr. PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES (Participação Virtual)
Departamento de Biologia / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 02 de dezembro de 2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

KLARA CASTRO – Agrônoma, filha de Marcia Maria Silva Castro e Cleito Carlos de Castro, nasceu em Frutal, interior do Estado de Minas Gerais, no dia 18 de maio de 1994. cursou a graduação no curso de Agronomia com início em 2014, no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB), foi bolsista por um ano do PIBIC UNIFEB com o projeto intitulado “Avaliação da toxicidade aguda de herbicidas para um novo bioindicador neotropical (*Wolffia brasilienses*)”, foi bolsista por um ano da Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão participando como treinamento técnico do projeto intitulado “Uso de herbicidas no controle de macrófitas aquáticas submersas e seus efeitos ecotoxicológicos para organismos não alvos”. Estagiou por três anos e três meses no Laboratório de Ecotoxicologia e Eficácia de agrotóxicos de Barretos (LEEA). Em março de 2020, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia com ênfase na área de Produção Vegetal junto a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/ FCAV), Campus de Jaboticabal juntamente ao grupo de pesquisas do Laboratório de Matologia (LabMato) pertencente ao departamento de Ciências da Produção Agrícola da FCAV. Em setembro de 2021, em parceria com o Laboratório de Ecotoxicologia e Eficácia de agrotóxicos de Barretos (LEEA), deu sequência a parte experimental do curso de mestrado. Em Dezembro de 2022 se apresenta à banca examinadora para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

A minha família, pelo o amor e incentivo
sempre e em especial para meus pais Cleito e
Marcia que nunca mediram esforços para me
ajudar e estão sempre me apoiando em minhas
escolhas.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP/ FCAV), Câmpus de Jaboticabal juntamente ao grupo de pesquisas do Laboratório de Matologia (LabMato) pertencente ao departamento de Ciências da Produção Agrícola da FCAV pela oportunidade que se fez no curso de Mestrado em Agronomia com ênfase em Produção Vegetal e ao Laboratório de Ecotoxicologia e Eficácia de agrotóxicos de Barretos (LEEA) juntamente com o Professor Claudinei da Cruz e sua equipe pelo suporte a parte experimental. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro (Bolsa de Mestrado). À empresa Spinagro, juntamente à Laura Vicentini, pelo apoio ao material cedido para andamento dos experimentos do projeto proposto.

Um trabalho de mestrado é uma longa viagem e um trabalho longo, que inclui uma trajetória com inúmeros desafios, tristezas, incertezas, alegrias e muitos percalços pelo caminho. Mas, apesar do processo solitário, reúne contribuições de várias pessoas, indispensáveis para encontrar o melhor rumo em cada momento da caminhada.

O apoio imensurável de meus pais e minha família se fez único ao caminho para condução e finalização do curso.

Nestes anos de mestrado, agradeço a todos que passaram pela minha trajetória que de alguma forma se fizeram importante para a conclusão desta etapa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

EFEITO DE HERBICIDAS E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO – A utilização de mudas pré-brotadas (MPB) de cana-de-açúcar demanda por estudos acerca da seletividade de herbicidas e do controle das plantas daninhas. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de controle das plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Digitaria insularis*, *Euphorbia heterphylla*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea purpurea* e *Spermacoce latifolia*, e determinar a seletividade dos herbicidas imazethapyr e mesotrione+atrazine em MPB de três cultivares de cana-de-açúcar. Os ensaios foram conduzidos em vasos e os tratamentos consistiram na aplicação de imazethapyr (Zaphir®) (0,5 e 1,5 L ha⁻¹), atrazine+mesotrione (Calipen®) (0,5 L ha⁻¹ e 2,4 L ha⁻¹) e misturas de atrazine+mesotrione+imazethapyr (0,8+0,5 L ha⁻¹; 1,2+0,5 L ha⁻¹; 0,8+1,0 L ha⁻¹; 1,2+1,0 L ha⁻¹; 2,4+1,0 L ha⁻¹ e 2,4+1,5 L ha⁻¹). Foram avaliadas a altura das plantas de cana-de-açúcar, a eficácia de controle das plantas daninhas e a biomassa seca da parte aérea de todas as plantas ao final do estudo. Os dados foram submetidos à análise de variância com médias comparadas pelo teste de Tukey. A mistura comercial de atrazine + mesotrione (Calipen®) não alterou o crescimento inicial das cultivares RB 96 6928, RB 97 5201 e CTC 9001 BT. Já o herbicida imazethapyr na formulação comercial (Zaphir®), e a mistura de atrazine+mesotrione+imazethapyr ocasionaram sintomas de injúria e alteraram o crescimento inicial da cultivares. O imazethapyr não foi eficaz apenas no controle de *I. purpurea* e *S. latifolia*. A mistura de atrazine+mesotrione controlou todas as plantas daninhas. O imazethapyr aplicado com atrazine+mesotrione ocasionou maiores notas de controle e reduções de massa seca das plantas daninhas.

Palavras-chave: *Saccharum officinarum*, mudas-pré-brotadas, sensibilidade, injúria, mistura em tanque

EFFECT OF HERBICIDES AND WEED CONTROL IN SUGARCANE

ABSTRACT – The use of pre-sprouted seedlings (MPB) of sugarcane requires studies on the selectivity of herbicides and weed control. The objective of this study was to evaluate the control effectiveness of the weeds *Bidens pilosa*, *Digitaria insularis*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea purpurea* and *Spermacoce latifolia*, and to determine the selectivity of the herbicides imazethapyr and mesotrione+atrazine in MPB of three sugarcane cultivars. of sugar. The tests were carried out in pots and the treatments consisted of the application of imazethapyr (Zaphir®) (0.5 and 1.5 L ha⁻¹), atrazine+mesotrione (Calipen®) (0.5 L ha⁻¹ and 2, 4 L ha⁻¹) and mixtures of atrazine+mesotrione+imazethapyr (0.8+0.5 L ha⁻¹; 1.2+0.5 L ha⁻¹; 0.8+1.0 L ha⁻¹; 1.2+1.0 L ha⁻¹; 2.4+1.0 L ha⁻¹ and 2.4+1.5 L ha⁻¹). The height of the sugarcane plants, the effectiveness of weed control and the dry biomass of the aerial part of all the plants at the end of the study were evaluated. Data were subjected to analysis of variance with means compared by Tukey's test. The commercial mixture of atrazine + mesotrione (Calipen®) did not alter the initial growth of RB 96 6928, RB 97 5201 and CTC 9001 BT cultivars. The herbicide imazethapyr in the commercial formulation (Zaphir®), and the mixture of atrazine+mesotrione+imazethapyr caused symptoms of injury and altered the initial growth of the cultivars. Imazethapyr was not only effective in controlling *I. purpurea* and *S latifolia*. The mixture of atrazine+mesotrione controlled all weeds. Imazethapyr applied with atrazine+mesotrione resulted in higher control scores and reductions in weed dry mass.

Keywords: *Saccharum officinarum*, pre-sprouted seedlings, sensitivity, injury, tank mix

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior área plantada com cana-de-açúcar no mundo, com cerca de 88.078.696 de hectares na safra 2022 e produção de 654,8 milhões de toneladas na safra 20/21. No ciclo de 2021/22, a produtividade foi estimada em 69,355 toneladas por hectare. Já em 2020/21 a produtividade das lavouras ficou em torno de 70,357 toneladas por hectare. (CONAB, 2022; CONAB, 2021).

O Estado de São Paulo é responsável por 65% da área plantada de cana-de-açúcar no País (CONAB, 2021). Porém, a produtividade média brasileira corresponde a apenas 72,23 t ha⁻¹ (CONAB, 2019), equivalendo a menos de 25% do potencial total de produção, que é de cerca de 350 t ha⁻¹ de colmos em um período de 360 dias (Landell et al., 2015).

Em decorrência de baixas produtividades no setor, principalmente provocadas por canaviais mais velhos e baixa taxa de renovação, tecnologias como a utilização de mudas pré brotadas de cana-de-açúcar (MPB) vem ganhando destaque. Tanto no plantio de MPB's de cana-de-açúcar como nos plantios convencionais com colmos, o controle das plantas daninhas é extremamente importante para o pleno desenvolvimento da cultura (Junior et al., 2001). Dessa forma, para minimizar as perdas, o controle químico acaba sendo o método mais utilizado, em razão das grandes áreas plantadas, da eficiência e do alto rendimento, aliado ao baixo custo em relação a outros métodos de controle e, também, por haver no mercado vários herbicidas registrados para essa cultura (Christoffoleti et al., 2004).

A mato competição compõe um fator expressivo em relação às perdas de produtividade. Em áreas com infestação de monocotiledôneas e dicotiledôneas, a associação de herbicidas é comumente utilizada uma vez que pode proporcionar aumento do espectro de controle e é considerada uma prática benéfica no manejo e prevenção de plantas daninhas resistentes aos herbicidas.

O herbicida imazethapyr pertence à família das imidazolinonas e controla um amplo espectro de plantas daninhas, incluindo gramíneas, ciperáceas e

latifoliadas. É absorvido pelas raízes e folhas (Tan et al., 2005), transportado pelo floema e xilema e acumula-se nos pontos de crescimento. O controle é proporcionado pela inibição da enzima acetolactato sintetase (ALS), que é essencial no processo de síntese de aminoácidos de cadeias ramificadas em plantas, como a valina, leucina e isoleucina (Tan et al., 2006).

Pertencente ao grupo químico das tricetonas, o mesotrione atua sobre as plantas daninhas inibindo a biossíntese de carotenóides através da interferência na atividade da enzima 4-hidroxifenil-piruvato-dioxigenase nos cloroplastos. A aplicação deve ser realizada em pós-emergência das plantas daninhas, em estágio inicial de desenvolvimento, visando uma maior eficiência (Matte et al. 2018).

Os produtos formulados comercialmente facilitam a utilização e proporcionam segurança no momento do preparo da calda de aplicação, uma vez que a mistura em tanque está propícia a erros de dosagem. O herbicida Calipen® é uma mistura formulada com [atrazine+mesotrione], que vem sendo utilizado como opção no manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Estudos sobre misturas em tanque ajudam no uso conjunto de princípios ativos, entretanto podem provocar efeitos adversos, tornando-se indispensáveis pesquisas sobre as suas prováveis interações entre controle de plantas daninhas e seletividade de culturas, possibilitando apontar o uso adequado (Matte et al. 2018).

De acordo com Fagliari et al. (2001), a seletividade de novos herbicidas deve ser avaliada nas cultivares de cana-de-açúcar mais plantadas, assim como a tolerância de cultivares recém-lançadas aos herbicidas tradicionalmente utilizados.

No controle químico, os herbicidas devem apresentar seletividade às culturas agrícolas de interesse econômico, ou seja, controlar as plantas daninhas sem comprometer o desenvolvimento nem a produtividade da cultura. Sendo assim, para que a cultura da cana-de-açúcar continue sendo competitiva e expandindo seu cultivo, torna-se fundamental a identificação de herbicidas de aplicação em pós-emergência da cultura, que apresentem seletividade e compatibilidade com a tecnologia de mudas pré-brotadas. Devido à importância

econômica da cultura, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a seletividade a cana-de-açúcar das cultivares RB 96 6928, RB 97 5201 e CTC 9001 BT em função da aplicação dos herbicidas imazethapyr e atrazine+mesotrione, isolados ou em associação e a eficácia destes herbicidas no controle das plantas daninhas *Bidens pilosa*, *Digitaria insularis*, *Euphorbia heterophylla*, *Ipomoea nil*, *Ipomoea purpurea* e *Spermacoce latifolia*.

5 CONCLUSÕES

Com os resultados da presente pesquisa, conclui-se que os herbicidas foram seletivos para as três cultivares de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar utilizadas, que varia conforme a cultivar. A mistura comercial de atrazine + mesotrione (Calipen[®]) não alterou o crescimento inicial das cultivares RB966928, RB975201 e CTC 9001 BT. O herbicida imazethapyr na formulação comercial Zaphir[®], e a mistura de atrazine + mesotrione + imazethapyr proporcionaram sintomas de injúria e alteraram o crescimento inicial da cultivares.

A combinação dos herbicidas atrazine + mesotrione foi eficaz no controle de todas as plantas daninhas estudadas. No entanto, apesar da baixa eficácia de controle de *Ipomoea purpurea* e *Spermacoce latifolia*, quando aplicado de forma isolada, o imazethapyr acrescido à mistura de atrazine + mesotrione ocasionou as maiores notas de controle em todas as plantas daninhas e reduções totais de massa seca.

Além disso, vale ressaltar que as pesquisas aqui apresentadas foram conduzidas em condição de casa de vegetação. Estudos em condições de campo podem permitir melhores observações a respeito do comportamento dos herbicidas na plantas estudadas.

6 REFERÊNCIAS

Alister C, Kogan M (2005). Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. **Crop protection** 24: 375-379.

Anton N, Benoit JP, Saulnier P (2008). Design and production of nanoparticles formulated from nano-emulsion templates: a review. **Journal of Controlled Release** 128:185–199.

Akbulut GB, Yigit E (2010). The changes in some biochemical parameters in *Zea mays* cv.“Martha F1” treated with atrazine. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 73: 1429-1432.

Asociación latinoamericana de malezas – ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas (1974). **ALAM**, v: 35-38.

Azania AAPM, Azania CAM, Gravena R, Pavani MCMD, Pitelli RA (2002). Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. **Planta daninha** 20: 207-212.

Barbosa JC; Maldonado JW (2015). **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 396 p.

Barroso AAM, Ferreira PSH, Martins D (2019). Growth and development of Ipomoea weeds. **Planta Daninha**, 37.

Belapart D (2016) **Efeito da palha de cana-de-açúcar no regime térmico do solo e no controle de plantas daninhas**. 126f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unesp, Botucatu.

Beluci LR, Vitorino R, Azania CAM, Azania ADPAM, Tortorelli HF (2015). Utilização do perfil isoenzimático como ferramenta na avaliação da seletividade de herbicidas em cana-de-açúcar. **Nucleus** 12: 157-166.

Bertolino CB; Alves PLDCA (2014). Seletividade de herbicidas para cana-de-açúcar no sistema Plene[®] em pré e pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas** 13: 197.

Bhullar MS, Walia US, Singh S, Singh M, Jhala AJ (2012) Control of morningglories (*Ipomoea spp.*) in sugarcane (*Saccharum spp.*). **Weed Technology** 26:77–82

Carles L, Joly M, Joly P (2017). Mesotrione herbicide: Efficiency, effects, and fate in the environment after 15 years of agricultural use. **CLEAN–Soil, Air, Water** 45: 1700011.

Carvalho FTD, Castro RM, Otsubo RI, Pereira FAR (2010). Controle de dez espécies daninhas em cana-de-açúcar com o herbicida mesotrione em mistura com ametryn e metribuzin. **Planta Daninha**, 28, 585-590.

Carvalho LB, Cruz-Hipolito H, González-Torralva F, Alves PLDCA, Christoffoleti PJ, De Prado R (2011). Detection of sourgrass (*Digitaria insularis*) biotypes resistant to glyphosate in Brazil. **Weed Science** 59: 171-176.

Chauhan BS, Abugho SB (2012) Threelobe morningglory (*Ipomoea triloba*) germination and response to herbicides. **Weed Science** 60:199–204

Chauhan BS, Ali HH, Florentine S (2019). Seed germination ecology of *Bidens pilosa* and its implications for weed management. **Scientific Reports** 9: 1-9.

Compendium CIS (2020). Detailed coverage of invasive species threatening livelihoods and the environment worldwide. **Drosophila suzukii (Spotted Wing Drosophila)**. **CAB International: Wallingford, UK**.

Constantin J, de Oliveira Jr RS, Maciel CDG (2000). Avaliação de misturas em tanque de imazethapyr com outros herbicidas para o controle de *Bidens pilosa* e *Euphorbia heterophylla* em soja. **Revista Brasileira de Herbicidas** 1: 73-78.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento 2021. **Boletim da Safra de Cana-de-Açúcar**. Brasília-DF, 2019. 4 - Safra 2018/19 – 75.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento 2020. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**, Safra 2019/2020. 6:58p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento 2021. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: primeiro levantamento**. Brasília-DF, Conab, 7: 1-57.

CTC – Centro de Tecnologia Canavieiro 2021. Bula Técnica CTC 9001 BT. Piracicaba-SP. CTC, 1-3.

Correia NM, Durigan JC (2004). Emergência de plantas daninhas em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha** 22: 11-17.

Correia NMI, Camilo EH, Santos EA (2013) Sulfentrazone efficiency on *Ipomoea hederifolia* and *Ipomoea quamoclit* as influenced by rain and sugarcane straw. **Planta Daninha** 31:165–174

CHRISTOFFOLETI PJ, LOPEZ OVEJERO, RF, NICOLAI M. (2004). Manejo de plantas daninhas. **Atualidades Agrícolas** 10-14.

Dessein S, Robbrecht E, Smets E (2006). A new heterophyllous Spermaceae species (Rubiaceae) from the Marungu Highlands, Democratic Republic of the Congo. *Novon: A Journal for Botanical Nomenclature* 16: 231-234.

Dias JLCDS, Silva ACD, Queiroz JRG, Martins D (2017). Herbicides selectivity in pre-budded seedlings of sugarcane. *Arquivos do Instituto Biológico*, 84.

dos Reis AR, Vivian R (2011). Weed competition in the soybean crop management in Brazil. Soybean - **Applications and Technology**; **IntechOpen: London, UK**, 185-210.

Fagliari JR, de Oliveira Júnior RS, Constantin J (2001). Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Acta Scientiarum. Agronomy* 23: 1229-1234.

Garcia MP, Hijano N, Chaves ARCD, Nepomuceno MP, Alves PLDCA (2019). Herbicide selectivity in pre-sprouted seedlings of 'CTC14' sugarcane. *Arquivos do Instituto Biológico*, 86.

Giraldeli AL, Silva AFM, de Brito FC, da Silva Araújo L, Pagenotto ACV, de Moraes JP, Victoria Filho R (2018). Crescimento inicial de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar em duas modalidades de aplicação de herbicidas. *Revista Brasileira de Herbicidas* 17: 588-1.

Giroto M, Araldi R, Velini ED, Gomes GLGC, Carbonari CA, Jasper SP, Trindade MLB (2011). Eficiência fotossintética da cana-de-açúcar submetida à aplicação de atrazine e tebuthiuron em pré-emergência. *Revista Brasileira de Herbicidas* 134-142.

Gravena R, Rodrigues JPRG, Spindola W, Pitelli RA, Alves PLCA (2004). Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium+ ametrina. *Planta Daninha* 22: 419-427.

Holm LG, Plucknett DL, Pancho JV, Herberger JP (1977). **The world's worst weeds. Distribution and biology**. University Press of Hawaii.

Hutchinson J, Dalziel JM (1958) **Flora of west tropical Africa, vol I (ii)**, 2ª edição revisado por R.W.J. Keay (1973). Crown Agents for overseas governments and administrations, London, 297-828.

Júnior AFP, Durigan JC (2001). Controle de capim-colonião na cultura da cana-de-açúcar com herbicidas aplicados em pré-emergência. *Revista Brasileira de Herbicidas* 2: 125-132.

Júnior JJA, de Almeida ÉV, Carneiro AOT, Ferreira MC, Santos LJS, Almeida MM (2022). Use of herbicide in pre and post emergency in sugarcane culture in

the central-west region of Brazil. **Brazilian Journal of Development** 8: 30303-30322.

Kissmann KG (1997) Plantas infestantes e nocivas. São Paulo: BASF Brazilian, 684p.

Kissmann KG, Groth D (2000) Plantas infestantes e nocivas. São Paulo: BASF, Tomo III, . 3: 689 p.

Kuva MA, Gravena R, Pitelli RA, Christoffoleti PJ, Alves PLCA (2001). Interference periods of weeds in the sugarcane crop. II – *Brachiaria decumbens*. **Planta Daninha** 19: 323-330.

Kuva MA, Pitelli RA, Salgado TP, Alves PLCA (2007). Phytosociology of weed community in no-burn sugar cane agroecosystems. **Planta Daninha** 25: 501-511.

Landell MGA, Berro CD, Silva CD, Xavier MA (2015). Manejo varietal em cana-de-açúcar: aspectos teóricos e aplicações de conceitos. In: Belardo GC, Cassia MT, Silva RP. **Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Editora SBEA.

Landell MDA, et al. (2012). Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. Ribeirão Preto: Instituto Agrônomo de Campinas, Documento 109.

Lima JMD, Aquino RF, Magalhães CADS, Gonçalves RH, Nóbrega JCA, Mello CR (2020). Efeito de calcário e fosfato na sorção, lixiviação e transporte de atrazina por erosão em solo. **Ciência e Agrotecnologia** 44.

Lorenzi H (2006). Manual de identificação e controle de plantas daninhas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 6: 608 p.

Lorenzi H. (2008). Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa: Plantarum 4.

Machado AFL, Meira RMS, Ferreira LR, Ferreira FA, Tuffi Santos LD, Fialho CMT, Machado MS (2008). Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha** 26: 1-8.

Macanawai AR (2014, August). *Spermacoce latifolia* - a predominant alien invasive plant in root crops and its management in Lomaivuna, Viti Levu, Fiji. In **XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): 1123** 215-220.

Martins EC, Bohone JB, Abate G (2018). Sorption and desorption of atrazine on soils: The effect of different soil fractions. **Geoderma** 322: 131-139.

Matte WD, de Oliveira Jr RS, Machado FG, Constantin J, Biffe DF, Gutierrez FDS, da Silva JRV (2018). Eficácia de [atrazine+ mesotrione] para o controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas** 17: 587-1.

MATTOS, A. R. **Açúcar e Álcool no Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1942.

Merini LJ, Bobillo C, Cuadrado V, Corach D, Giulietti AM (2009). Phytoremediation potential of the novel atrazine tolerant *Lolium multiflorum* and studies on the mechanisms involved. **Environmental Pollution** 157: 3059-3063.

Mitchell G, Bartlett DW, Fraser TEM, Hawkes TR, Holt DC, Townson JK, Wichert RA (2001). Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. **Pest Management Science: formerly Pesticide Science** 57: 120-128.

Moreira HJC, Bragança HBN (2011). **Manual de identificação de plantas infestantes: Arroz**. Campinas: FMC, 1: 854.

Nakka S, Godar AS, Wani PS, Thompson CR, Peterson DE, Roelofs J, Jugulam M (2017). Physiological and molecular characterization of hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD)-inhibitor resistance in Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Wats.). **Frontiers in Plant Science** 8: 555.

Oliveira HC, Stolf-Moreira R, Martinez CBR, Grillo R, Jesus MB, Fraceto LF (2015). Nanoencapsulation enhances the post-emergence herbicidal activity of atrazine Against mustard plants. **PLoS One** 10: 1–12.

Oliveira RS, Koskinen WC, Ferreira FA, Khakural BR, Mulla DJ, Robert PJ (1999). Spatial variability of imazethapyr sorption in soil. **Weed Science** 47: 243-248.

Pagnoncelli FDB, Trezzi MM, Brum B, Vidal RA, Portes ÁF, Scalcon EL, Machado A (2017). Morning glory species interference on the development and yield of soybeans. **Bragantia** 76: 470-479.

Pimentel GV, Costa WMN, de Souza WJG, Martins IA, Moreira SG (2021). Selectivity of the herbicide tembotrione in sugarcane genotypes in the pre-sprouted sugarcane seedlings. **Agrarian** 14: 166-175.

Pitelli RA (1985) Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Inf. Agropec.* 11: 16-27.

Perucci P, Scarponi L (1994). Effects of the herbicide imazethapyr on soil microbial biomass and various soil enzyme activities. **Biology and fertility of soils** 17: 237-240.

Pizzo IV, Azania CAM, Azania AAPM, Schiavetto AR (2010) Seletividade e eficácia de controle de plantas daninhas pela associação entre óleo fúsel e herbicidas em cana-de-açúcar. **Planta Daninha** 28:347–357

Reis FC, Victoria Filho R, Andrade MT, Barroso AAM (2019). Use of Herbicides in Sugarcane in the São Paulo State. **Planta Daninha**, 37.

RIDESA - Rede Interuniversitária Para O Desenvolvimento Do Setor Sucroenergético (2020). **Censo Varietal 2020**. São Carlos-SP.

Rutherford RS, Maphalala KZ, Koch AC, Snyman SJ, Watt MP (2017). Avaliação de campo e laboratório de mutantes de cana-de-açúcar selecionados in vitro para resistência ao herbicida imazapyr. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** 17: 107-114.

Sabbag RS, Monquero PA, Hirata ACS, dos Santos PHV (2017). Crescimento inicial de mudas pré brotadas de cana-de-açúcar submetidas a aplicação de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas** 16: 38-49.

Schutte BJ (2017). Measuring interference from midseason tall morningglory (*Ipomoea purpurea*) to develop a model for teaching weed seedbank effects on Chile pepper. **Weed Technology** 31: 155-164.

Silva IAB, Kuva MA, Alves PLCA, Salgado TP (2009). Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. **Planta daninha** 27: 265-272.

Silva DM, Azania CAM, Azania AADPM, Beluci LR, Vitorino R, Garcia JC (2013). Seletividade de herbicidas influenciada pelo estado nutricional da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas** 12: 56-67.

Silva GS, Silva AFM, Giraldeli AL, Ghirardello GA, Victoria Filho R, de Toledo REB (2018). Manejo de plantas daninhas no sistema de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas** 17: 86-94.

Silva JPN, SILVA MRN (2012). **Noções da cultura da cana-de-açúcar**. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/06_nocoos_cultura_cana_acucar.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2021.

Silva VJA (2022). Use of herbicide in pre and post emergency in sugarcane culture in the central-west region of Brazil. **Brazilian Journal Of Development** 8: 30303-30322.

Syngenta, 2020. Disponível em <https://portalsyngenta.com.br/produtos/calaris>. Acesso em: 27 Out 2022.

Sociedade brasileira da ciência das plantas daninhas (1995) – SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: 42.

Sousa BT, Pereira S, do Espírito A, Fraceto LF, de Oliveira HC, Dalazen G (2020). Effectiveness of nanoatrazine in post-emergent control of the tolerant weed *Digitaria insularis*. **Journal of Plant Protection Research** 185-192.

Sousa GF, Gomes DG, Campos EV, Oliveira JL, Fraceto LF, Stolf-Moreira R, Oliveira HC (2018). Post-emergence herbicidal activity of nanoatrazine against susceptible weeds. **Frontiers in Environmental Science** 6: 1–6.

Shen HY, Zhang M, Ouyang JK, Jia YX, Luo Y (2022). Two new coumarin derivatives from the whole plant of *Spermacoce latifolia*. **Phytochemistry Letters** 51: 82-85.

Sun Y, Xu Y, Sun Y, Qin,X, Wang Q (2013). Dissipation and dynamics of mesotrione in maize and soil under field ecosystem. **Bulletin of environmental contamination and toxicology** 90: 242-247.

Taiz L, Zeiger E, Møller IM, Murphy A (2017) Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Artmed Editora 705p.

Takano HK, Oliveira Jr, RSD , Constantin, J, Braz, GBP, Franchini, LHM, Burgos, NR (2016). Multiple resistance to atrazine and imazethapyr in hairy beggarticks (*Bidens pilosa*). *Ciência e Agrotecnologia*, 40, 547-554.

Takeshita, V.; Mendes K. F.; Inoue, M. H.; Guimarães, A. C. D (2018). Eficácia de atrazine sobre populações de *Paspalum virgatum* L. e seletividade em duas variedades de pastagem. **Revista Brasileira de Herbicidas** 17: 594-1.

Tan S, Evans RR, Dahmer ML, Singh BK, Shane DL (2005). Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. **Pest Management Science: Formerly Pesticide Science** 61: 246-257.

Tan S, Evans R, Singh B. (2006). Herbicidal inhibitors of amino acid biosynthesis and herbicide-tolerant crops. **Amino acids** 30: 195-204.

Taverna, M.E.; Busatto, C.A.; Lescano, M.R.; Nicolau, V.V.; Zalazar, C.S.; Meira, G.R.; Estenoz, D.A. (2018). Microparticles based on ionic and organosolv lignins for the controlled release of atrazine. **Journal of hazardous materials** 359, 139–147.

Tonieto TAP, Regitano JB (2014) Effects of straw decomposition degree on leaching and weed control efficacy of the buthiuron and hexazinone in green sugarcane harvesting. **Planta Daninha** 32:809–815

Townsend CR (2000). **Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia**. Embrapa. Rondônia 21.

Victoria Filho R, Christoffoleti PJ (2004). Manejo de plantas daninhas e produtividade da cana. **Visão Agrícola** 1: 32-37.

Voll E, Gazziero DLP, Brighenti AAM, Adegas FS (2002). Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta Daninha** 20: 17-24.

Zabalza A, Gaston S, Sandalio LM, Del Río LA, Royuela M (2007). Oxidative stress is not related to the mode of action of herbicides that inhibit acetolactate synthase. **Environ Exp Bot** 59:150-159.

Zhang C, Qin L, Dou DC, Li XN, Ge J, Li JL (2018). Atrazine induced oxidative stress and mitochondrial dysfunction in quail (*Coturnix C. coturnix*) kidney via modulating Nrf2 signaling pathway. **Chemosphere** 212: 974-982.