

AVALIAÇÃO DA SELETIVIDADE DO INDAZIFLAM EM MUDAS PRÉ
BROTADAS DE CANA-DE-AÇÚCAR
EVALUATION OF INDAZIFLAM SELECTIVITY IN PRE-BUDDDED SEEDLINGS
TREES SUGAR CANE

Elton Kendy KAWAMOTO¹; Susi Meire Maximino LEITE²; Luciano Soares de SOUZA³.

¹ *Discente em Engenharia Agrônômica na UNIMAR – Universidade de Marília, Marília – SP e em Mecanização em Agricultura de Precisão na FATEC Pompéia “Shunji Nishimura”, Pompéia-SP. Fone: (14) 99853-9654 elton_kendy@hotmail.com*

² *Docente do curso Mecanização em Agricultura de Precisão, FATEC Pompéia, Pompéia-SP.*

³ *Docente do curso Engenharia Agrônômica, UNIMAR – Universidade de Marília, Marília – SP.*

Resumo

As plantas daninhas têm uma alta competição e interferência no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, principalmente pelos recursos naturais, com água, luz e nutrientes. O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação da FATEC - Shunji Nishimura, Pompeia - SP, com o objetivo de avaliar a seletividade do herbicida Indaziflam (produto comercial Alion®) sobre variedade de mudas de cana de açúcar pré-brotadas (MPB) da variedade CTC 16. O experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo que os tratamentos foram compostos por seis doses de ingrediente ativo: 0; 37,50; 56,25; 75,00; 112,50 e 139,17 g i.a. ha⁻¹, com 5 repetições. Observou-se efeito fitotóxico do herbicida indaziflam (produto comercial Alion®) sobre cana-muda até 21 DAA, sendo observado redução significativa da altura das plantas, diâmetro de colo e número de folhas, além de aumento das lesões necróticas em tecidos foliares.

Palavras-chave: Alion, fitotoxicidade, herbicida, *Saccharum officinarum*.

Abstract

The weeds have a high competition and interference in the development of the sugarcane crop, mainly by the natural resources, with water, light and nutrients. The present work was conducted in a greenhouse of FATEC - Shunji Nishimura, Pompeia - SP, Brazil, in

order to evaluate the selectivity of the herbicide Indaziflam (commercial product Alion ®) on the variety of pre - sprouted sugar cane seedlings (MPB) variety CTC 16. The experiment was installed in a completely randomized experimental design, and the treatments were composed of six doses of active ingredient: 0; 37.50; 56.25; 75.00; 112.50 and 139.17 g i.a. ha⁻¹, with 5 replicates. A phytotoxic effect of the indaziflam herbicide (commercial product Alion®) on sugarcane was observed up to 21 DAA, with a significant reduction in plant height, leaf diameter and number of leaves, as well as increased necrotic lesions in leaf tissues.

Key-Words: Alion, Phytotoxicity, Herbicide, *Saccharum officinarum*.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar, apesar de ser altamente eficiente na utilização de recursos disponíveis para o seu desenvolvimento, é afetada nas fases iniciais de crescimento pelas plantas daninhas, que em muitos casos utilizam os mesmos recursos, por apresentarem mesma rota metabólica de fixação de carbono (C4) (PROCÓPIO et al., 2003).

Nesta cultura as plantas daninhas interferem tanto na cana planta como na soqueira, sendo assim, pelo fato do plantio da cana-de-açúcar ocorrer em períodos bem distintos, dependendo da região, as condições climáticas ocorrentes é que determinam as espécies de plantas daninhas predominantes e o período de interferência com a cultura (VICTORIA FILHO; CHRISTOFFOLETI, 2004).

Segundo Victoria Filho e Christoffoleti (2004), a ocorrência de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar provoca perdas sérias na produtividade, quando não controladas adequadamente e estas podem ser erradicadas por três principais tipos de controle: mecânico, cultural e químico. Segundo Rosseto e Santiago (2005), estes controles apresentam vantagens e desvantagens, além de demandarem do uso concomitante de ao menos duas práticas. O controle mecânico pode ser efetuado manualmente, com o uso da tração animal, ou através de equipamentos tratorizados para o preparo do solo. Essa prática requisita atenção na escolha do implemento adequando ao tipo de solo e ao tipo de plantas daninhas. O controle cultural é realizado através do planejamento e preparo adequado do solo antes do plantio; utilização de variedades adaptadas às condições locais e tolerantes às plantas daninhas; correta densidade de plantio para evitar a formação de um ambiente propício às plantas invasoras e rotação de culturas para dificultar a seleção de espécies. O controle químico é realizado com o uso de defensivos agrícolas, que devem ser aplicados em doses corretas com o objetivo de

aniquilar ou retardar o crescimento das plantas daninhas, sendo os benefícios a economia de mão-de-obra e a rapidez da aplicação dos herbicidas.

Nos últimos anos foram poucas as novas moléculas desenvolvidas e registradas para uso comercial (GUERRA et al., 2013). O indaziflam (N-[(1R,2S)-2,3-dihidro-2,6-dimetil-1H-inden-1-il]-6-[(1R)-1-fluoroetilo]-1,3,5-triazina-2,4-diamina) é um novo herbicida que oferece possibilidade de uso principalmente em pré-emergência de plantas daninhas das famílias Liliopsidas e Magnoliopsidas (KAAPRO; HALL, 2012).

Trata-se de um novo ingrediente ativo com efeito herbicida, cujo função é a não formação da biossíntese de celulose, pertencente à classe química “alkylazine” (TOMPKINS, 2010). Segundo Guerra et al (2013), este herbicida também interrompe a formação de cristais na parede celular, não havendo o surgimento de novas folhas, porém as folhas completamente desenvolvidas dificilmente serão afetadas pelo Indaziflam, uma vez que a formação da parede celular já está concluída e nenhuma nova síntese de celulose ocorre.

Segundo Myers et al (2009), esta molécula possui amplo espectro de ação e duradoura eficácia mesmo com a aplicação de baixas doses. Para o controle de gramíneas anuais suscetíveis, as doses oscilam de 25 a 100 g ha⁻¹, podendo chegar a 150 g ha⁻¹ em espécies mais tolerantes.

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a seletividade do herbicida Indaziflam (produto comercial Alion ®) sobre variedade de mudas de cana de açúcar pré-brotadas (MPB).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da FATEC Shunji Nishimura, localizada na Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia no município de Pompéia-SP, na latitude 22° 6'42.10"S e longitude 50°11'48.66"O, a uma altitude de 609 metros, onde o clima é caracterizado como Aw, segundo a classificação de Köppen (CEPAGRI, 2016).

A unidade amostral foi constituída por vaso de polietileno de 16,7 litros de capacidade. O solo utilizado no experimento constituiu de terra coletada da camada arável de um de Latossolo Vermelho Distrófico, cuja análise granulométrica e química foi realizada no Laboratório de Análise Agronômicas da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia. As principais características físicas e químicas do solo, são apresentadas no Tabela 1.

TABELA 1. Resultados da análise química do solo tipo Latossolo Vermelho Distrófico utilizado como substrato para cultivo de mudas de cana-muda.

Química									Física			
P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V	Argila	Areia	Silte
mg/dm ³	g/dm ³	CaCl ₂						mmol _c /dm ³	%		g kg ⁻¹	
26	7	4,8	1,1	9	2	17	12	29	42	34	877	89

Fonte: Laboratório de Análise Agronômicas da Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia, 2017.

A partir dos resultados da análise de solo foram recomendadas as quantidades de fertilizantes necessárias, utilizando 80 kg.ha⁻¹ N e 110 kg.ha⁻¹ de K₂O para elevar os teores de nitrogênio e potássio, como recomendado pelo Boletim 100 (Boletim 100, 2009). Após a correção do solo, este foi homogeneizado e colocado nos vasos.

O substrato utilizado na produção das mudas pré-brotadas foi obtido através da mistura de ¾ de bagaço de cana-de-açúcar, ¼ de casca de amendoim, 300 gramas de sulfato de amônio, 200 gramas de cloreto de potássio, 200 gramas de termofosfato (MAP) e 300 gramas de osmocote.

A variedade de cana-de-açúcar CTC 16 foi plantada pela técnica de muda pré-brotadas (MPB), onde foram utilizadas duas mudas por vaso, previamente selecionadas para padronização de tamanho e vigor, sendo que no momento do plantio todas se encontravam com 90 dias de brotação (DAB) e apresentando aproximadamente 12 cm de altura.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado contando com 6 doses do ingrediente ativo (i.a.) do herbicida Indaziflam (0; 37,5; 56,25; 75,00; 112,5 e 139,17 g i.a. ha⁻¹) e cinco repetições, totalizando 30 parcelas. Foram utilizadas 2 mudas pré-brotadas por vaso e o herbicida foi aplicado na fase inicial de emergência das mudas de cana-de-açúcar.

Foram avaliadas as variáveis, índice de clorofila (cor verde das folhas adimensional), número de folhas, diâmetro de plantas, nodulação (número e massa seca dos nódulos), massa seca da parte aérea, massa de 1000 grãos e a produtividade. O índice de clorofila foi determinado, com medidor portátil Clorofilog®, modelo 3010, da marca Falker.

A água utilizada para o preparo da calda de pulverização apresentava dureza de 81 mg eq. de CaCO₃ L⁻¹ e pH de 7,3, sendo considerada alcalina, onde no momento da aplicação apresentou o pH de 6,5. Decorrido o período de 24 horas após a aplicação dos herbicidas os

vasos foram colocados em local definitivo em casa de vegetação. A aplicação do herbicida foi realizada 7 dias após o plantio (DAP), com um pulverizador costal pressurizado com CO₂, provido de barra de pulverização contendo quatro pontas tipo leque Jacto LD 110.02. A taxa de aplicação adotado foi equivalente a 200 L ha⁻¹, velocidade de aplicação de 7 km.h⁻¹ e pressão de trabalho de 310,265 kPa, o que proporcionou a formação de tamanho de gotas de classe Média. (CATÁLOGO JACTO JLD, 2014).

As avaliações da fitotoxidez das plantas da cana-de-açúcar deram-se através da aplicação de uma escala de notas sobre o surgimento de lesões nos tecidos das plantas. A escala utilizada foi sugerida por Frans (1972) e chamada EWRC modificada (Tabela 2), sendo aplicada aos 7, 14 e 21 dias após aplicação (DAA). Nestes momentos também foram determinadas a altura média das plantas, diâmetro de colmo, número de folhas e teor de clorofila aos 7, 14 e 21 DAA, medindo-se plantas do nível do solo até a inserção da lígula da última folha expandida.

TABELA 2. Escala notas conhecida como EWRC modificada (FRANS, 1972) utilizada para avaliação da fitotoxidez causada pela aplicação de Indaziflam em cana-muda.

Escala de Notas	Descrição de fitotoxidez
1	Nula
2	Leve
3	Média
4	Forte
5	Severa

Para análise dos dados empregou-se análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 1999). Para a análise das notas atribuídas à sintomas de fitotoxidez, utilizou a transformação dos dados aplicando-se a equação de $\sqrt{x + 0,5}$ antes da realização da análise de variância e teste de médias. Com o mesmo software estatístico, executou-se a análise de regressão dos dados.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Foi realizado uma análise prévia das mudas pré-brotadas para avaliar se havia diferenças entre os tratamentos antes da aplicação do produto comercial. Como pode ser

notado na Tabela 3, não foi observada variação significativa quanto à altura total de plantas, número de folhas, teor de clorofila e diâmetro, o que mostra que as plantas estavam bastante uniformes antes de receberem os tratamentos.

TABELA 3. Valores médios obtidos da pré-avaliação nas mudas pré brotadas de cana-de-açúcar.

Tratamento (g i.a ha⁻¹)	Altura de Planta (cm)	Diâmetro de Colmo (cm)	Número de Folhas	Clorofila
0	12,32 a ¹	0,61 a	5,20 a	30,32 a
37,00	12,70 a	0,59 a	5,80 a	30,59 a
56,25	12,00 a	0,57 a	5,50 a	31,52 a
75,00	11,16 a	0,54 a	4,91 a	33,34 a
112,50	11,80 a	0,56 a	5,00 a	35,73 a
139	10,80 a	0,59 a	5,10 a	29,52 a
CV(%)	12,19	6,8	9,56	10,7

Médias seguidas de letras diferentes diferiram entre si nas colunas através do teste de Scott-Knott a 5%

Fonte: Autor

Após a aplicação dos tratamentos, já aos 7 DAA foi possível observar o efeito significativo do produto sobre as mudas de cana-de-açúcar, principalmente sobre altura de plantas, número de folhas e surgimento de lesões nos tecidos. Todos esses sinais são sintomas de efeito fitotóxico do indaziflam sobre as plantas avaliadas (Tabela 4).

Inoue et al. (2007) observou que a mistura de Clomazone + Ametrina proporcionou sintomas de fitotoxicidade nas plantas no início do desenvolvimento da cultura, como cloroses, necroses e pequenas falhas visuais de brotação. Contudo, as injúrias mostraram-se de leve a moderada nas plantas, visto que nenhuma das notas de fitotoxicidade foi superior a 3,6 em todos os tratamentos químicos



FIGURA 1. Efeito de fitotoxico do Indaziflam ao 21 DAA.

Fonte: Autor

TABELA 4. Valores médios obtidos na avaliação das mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação de diferentes doses de indaziflam (Alion ®).

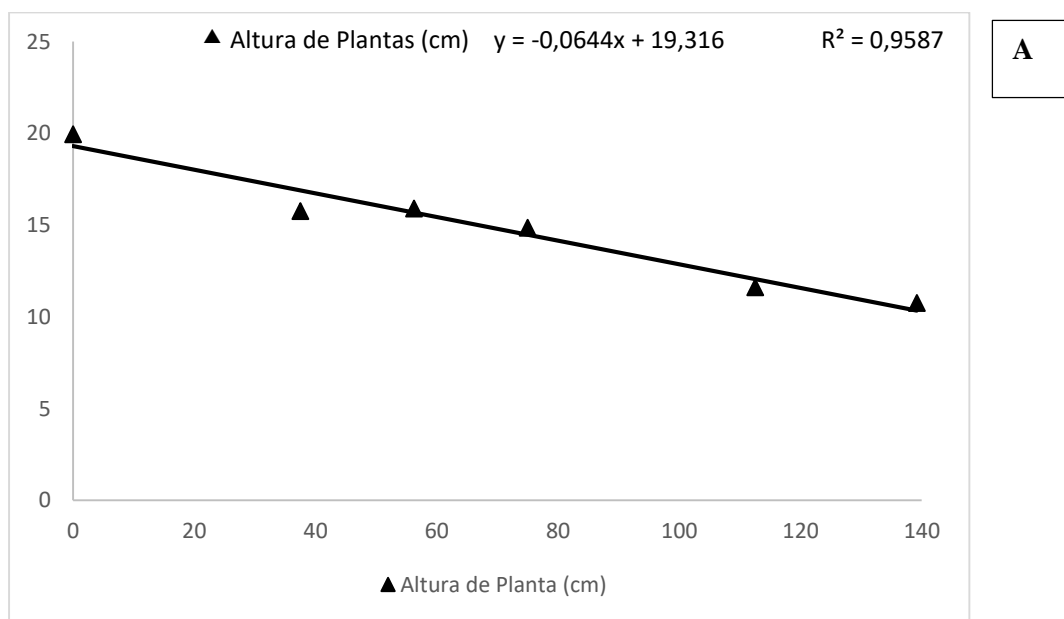
Tratamento (g i.a ha ⁻¹)	Altura de Planta (cm)	Diâmetro de Colmo (cm)	Número de Folhas	Índice de Clorofila (ICF %)	Fitotoxidez
7 dias após aplicação					
0	15,36 a	0,62 a	7,00 a	27,40 b	1,00 c
37,00	14,39 a	0,70 a	4,90 b	32,58 a	1,65 b
56,25	13,28 b	0,66 a	4,80 b	38,22 a	1,66 b
75,00	12,69 b	0,67 a	5,40 a	34,02 a	1,81 b
112,50	12,41 b	0,73 a	4,90 b	33,56 a	1,92 a
139,17	11,49 b	0,71 a	4,90 b	33,97 a	2,01 a
CV(%)	10,17	9,88	9,86	11,80	8,96
14 dias após aplicação					
0	19,15 ¹ a	0,84 a	6,62 a	41,42 a	1,00 c
37,00	15,32 b	0,80 a	5,30 b	45,22 a	2,70 b
56,25	13,44 c	0,90 a	4,50 c	47,40 a	2,80 b
75,00	14,46 b	0,82 a	4,60 c	42,48 a	3,80 a
112,50	13,52 c	0,74 a	4,20 c	41,50 a	4,10 a
139,17	12,58 c	0,80 a	3,60 c	40,40 a	4,30 a
CV(%)	8,81	11,48	17,14	14,62	20,57
21 dias após aplicação					
0	19,95 ¹ a	0,96 a	6,80 a	40,74 a	1,00 d
37,00	15,75 b	0,81 a	4,20 b	32,32 a	2,80 c
56,25	15,90 b	0,69 b	3,60 b	32,69 a	3,30 c
75,00	14,85 b	0,63 b	3,20 b	34,49 a	3,90 b
112,50	11,60 c	0,66 b	3,70 b	33,90 a	4,60 a
139,17	10,75 c	0,65 b	3,50 b	35,76 a	4,90 a
CV(%)	12,00	11,56	17,25	15,67	15,07

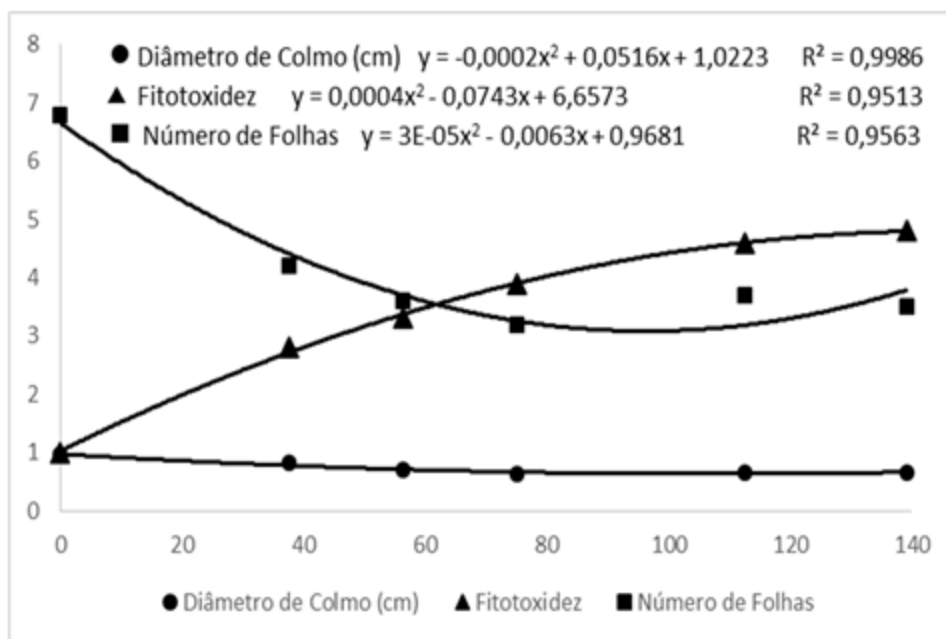
Médias seguidas de letras diferentes diferiram entre si nas colunas através do teste de Scott-Knott a 5%

Fonte: Autor

Como pode ser notado na Tabela 4, a maior variação nas médias das variáveis e deu entre os primeiros 7 e 14 DAA, sendo que entre 14 e 21 DAA as médias praticamente se mantiveram. Com base nisso, determinou-se a data de 21 DAA para realização da análise de regressão (Figura 2).

FIGURA 2. Altura de plantas (cm), teor de clorofila (A), número de folhas, diâmetro de colmo (cm) e fitotoxidez (B) de mudas pré-brotadas da cana-de-açúcar cultivar CTC 16, aos 21 DAA.





Fonte: Autor

Na análise de regressão dos dados, observou-se uma alta correlação nas equações obtidas (Figura 1 A e B). Ao realizar a derivação dos dados, notou-se que a aplicação do indaziflam surtiu efeito negativo sobre número de folhas e diâmetro de colo, sendo as doses de 98, 108 g de i.a. ha⁻¹ onde este efeito é mais significativo, respectivamente. Segundo Hijano (2016), para o diâmetro da cana-de-açúcar, houve diferença estatística a partir de 40 DAA, utilizando-se dose de 112,50 g de i.a onde se observou menor diâmetro nas plantas que passaram por aplicação em pré-plantio e para o número de folhas do colmo principal houve entre as doses houve diferença significativa a partir da avaliação de 25 DAA, com 112,5 g de i.a. ha⁻¹.

Aplicando-se a equação obtida por regressão para a variável nota de fitotoxidez, estimou-se que a dose que provocaria maior incidência de lesões em tecidos seria de 121 g de i.a. ha⁻¹ e no caso de altura de plantas houve efeito significativo na análise de regressão, permitindo o ajuste dos dados à uma equação linear para esta variável. De acordo com Hijano (2016), para a avaliação visual dos sintomas de intoxicação da cana-de-açúcar entre as doses houve diferença significativa nas avaliações de 25 e 40 DAA, com 112,5 g de i.a. ha⁻¹

Não se observou efeito da aplicação do produto sobre a variável teor de clorofila, com exceção da primeira semana após aplicação do herbicida.

CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos, observou-se efeito fitotóxico do herbicida indaziflam (produto comercial Alion®) sobre cana-muda até 21 DAA, sendo observado redução significativa da altura das plantas, diâmetro de colo e número de folhas, além de aumento das lesões necróticas em tecidos foliares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia Agrícola Quatá (Usina Zilor), em especial ao técnico Adilson Aparecido da Costa, técnico da MPB pela doação das mudas pré-brotadas da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATÁLOGO JLD - MÁQUINAS AGRÍCOLAS JACTO S.A., 2014. Disponível em https://s3.amazonaws.com/1-jacto.com.br/files/product_files_0_1492544429_Folheto_Jacto_JLD_PT_930001860.pdf Acesso em: 29 out. 2017.

CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Município de Pompéia/SP, 2017. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>. Acesso em 29 out. 2017.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análises estatísticas. Lavras: UFLA. 1999.

FRANS, R.W. Measuring plant response. In: WILKINSON, R.E. Research methods in weed science. Australian: Southern Weed Science Society, 1972. p.28-41.

GUERRA, N. et al. Aminocyclopyrachlor e indaziflam: seletividade, controle e comportamento no ambiente. **Revista Brasileira Herbicidas**. v. 12, n. 3, p. 285-295, 2013.

HIJANO, Neriane. Interferência de capim-camalote em cana-de-açúcar e seletividade de indaziflam e indaziflam+ metribuzin aplicados em cana-de-açúcar no sistema MPB. 2016112

f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal. 2016

INOUE, M. H. Performance de associações de herbicidas em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). Revista Brasileira de Herbicidas, v. 6, n. 2, p. 32-41, 2007.

KAAPRO, J., HALL, J. (2012). Indaziflam - A new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. *Weed Science Research*, 18:267-270.

MYERS, D.F. et al. Indaziflam/BCS AA170717 - a new herbicide for preemergent control of grasses and broadleaves in turf and ornamentals. **Proceeding South Society Weed Science Abstracts**, v.62, p.393, 2009.

PROCÓPIO, S.O. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 150p

ROSSETTO, R.; ANTONIO DIAS SANTIAGO, A. D. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2005. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_52_711200516718.html. Acesso em: 22 out. 2017.

TOMPKINS, J. **Pesticide Fact Sheet:** Indaziflam. Environmental Protection Agency. United States, 2010. Disponível em: < https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-080818_26-Jul-10.pdf>. Acesso em: 30 de jul. 2017

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