

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

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ E PÓS-
EMERGÊNCIA COM DIFERENTES VOLUMES DE
APLICAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE CALDA, NA CULTURA
DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**Alexsandro da Silva Soares
Engenheiro Agrônomo**

2018

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

**CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ E PÓS-
EMERGÊNCIA COM DIFERENTES VOLUMES DE
APLICAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE CALDA, NA CULTURA
DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Alexsandro da Silva Soares

Orientador: Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira

**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 Agronomia (Produção Vegetal)**

S676c

Soares, Alexsandro da Silva

Controle de plantas daninhas em pré e pós-emergência com diferentes volumes de aplicação e concentração de calda, na cultura da cana-de-açúcar / Alexsandro da Silva Soares. -- Jaboticabal, 2018
50 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Marcelo da Costa Ferreira

1. controle químico. 2. herbicida. 3. tecnologia de aplicação. 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.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ E PÓS-EMERGÊNCIA COM DIFERENTES VOLUMES DE APLICAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE CALDA, NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

AUTOR: ALEXSANDRO DA SILVA SOARES

ORIENTADOR: MARCELO DA COSTA FERREIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. MARCELO DA COSTA FERREIRA
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. OTAVIO JORGE GRIGOLI ABI SAAB
Departamento de Agronomia / UEL / Londrina/PR



Prof. Dr. PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES
Diretoria / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 04 de dezembro de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Alexsandro da Silva Soares – Filho de José Orlando Andrade Soares e Josefa Firmino da Silva, nasceu no dia 26 de março de 1990 na cidade de Castanhal - PA. Iniciou o ensino fundamental na Escola Estadual Breno Pacheco Borges. Na segunda série do ensino fundamental foi transferido para a Escola Estadual Professor Benício Lopes, onde cursou até o penúltimo ano do ensino médio, vindo a concluir tal nível de ensino na Escola Estadual Cônego Leitão. Em 2010 iniciou o curso superior na primeira turma de Agronomia do Instituto Federal do Pará (IFPA), Câmpus de Castanhal, durante a graduação foi bolsista de iniciação científica e monitor acadêmico da disciplina de Entomologia Agrícola, além de atuar em projetos de culturas sazonais e recuperação de áreas degradadas. Após a sua formação acadêmica de Bacharelado em Agronomia, adquiriu a primeira experiência profissional na área, através de vendas de fertilizantes agrícolas em uma empresa de Produtos Agropecuários da cidade de Castanhal, em seguida, tornou-se Instrutor do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) atuando principalmente na Formação Profissional Rural e Promoção Social de pequenos agricultores e profissionais na região do Nordeste Paraense. Em 2016 ingressou no Curso de Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP) Câmpus de Jaboticabal, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) tornando-se membro do Núcleo de Estudo e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação (NEDTA), atuando e desenvolvendo trabalhos na área de Tecnologia de Aplicação de produtos fitossanitários.

“Acima de nós apenas o céu”

(John Lennon)

Família

À minha mãe, Josefa Firmino da Silva, por me presentear a vida de uma forma simples e feliz, pela proteção, pelos cuidados, pelas preocupações, pela amizade, pelo carinho e, acima de tudo, pelo seu amor verdadeiro. Te amo mãezinha!

Ao meu pai, José Orlando Andrade Soares, por ter me dado a oportunidade da vida e o dom da sua semelhança intelectual, profissional e de persistir nos sonhos mais difíceis. Te amo meu pai!

Ao meu irmão, Alexandre Washington da Silva Soares, por ter me dado a oportunidade de ser tão parecido com ele, ao mesmo tempo tão diferente, por ser meu amigo, meu irmão, meu protetor e meu pai com apenas 18 anos de idade, por você meu irmão, você sempre será o meu orgulho Tandi.

À minha irmã, Suzane Patrícia da Silva Santos, pela imagem e semelhança em tantos traços como o sorriso, a generosidade, o carinho, a inteligência, a persistência nos sonhos, por ser essa menina tão forte, brava e de coração grandioso, tenho muito orgulho de você Susi.

Obrigado a cada um de vocês por serem a razão da minha vida, da minha felicidade e por serem os mais representativos apoiadores deste trabalho.

Dedico e Ofereço

À Professora Célia Maria Costa Guimarães, pelo apoio desde a graduação, não apenas como profissional, mas como amiga, apostando nos meus sonhos e incentivando o meu crescimento dentro da carreira acadêmica.

Obrigado por me permitir fazer parte da sua composição de alunos “B.O’s” (risos).

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser esse pai todo poderoso, me direcionando e estando presente em todos os lugares me protegendo, proporcionando forças e sabedorias para a busca da realização dos meus sonhos.

Ao meu querido orientador, Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira, que através dos seus conhecimentos, inteligência e sua honrosa carreira profissional, me orientou tornando-se um grande amigo e proporcionou a realização deste belíssimo trabalho.

Aos meus amigos integrantes do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação – NEDTA, pela parceria e sucesso do grupo, além de um agradecimento especial aos meus amigos Eng. Agrônomos Fabiano Griesang e Ana Beatriz Dilena Spadoni, pelos auxílios nos experimentos e companheirismo de trabalho.

Ao meu amigo Luciano Ramos de Medeiros meu conterrâneo, vizinho e parceiro de todos os momentos na Cidade de Jaboticabal - SP, além de contribuir com a sua ajuda em grande parte dos experimentos deste trabalho e ao meu amigo Eng. Agr. Kevein Ruas de Oliveira, pelas suas contribuições nas traduções.

Aos meus professores queridos, Dr. Antonio Sergio Ferraudó e ao Dr. Leonardo Bianco de Carvalho, membros da banca do Exame Geral de Qualificação; e aos membros da banca de defesa da dissertação o Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves e ao Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi-Saab, muitíssimo obrigado pelas contribuições e palavras de carinho.

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

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	01
1. Introdução	01
2. Revisão de Literatura	02
2.1 Interferência das plantas daninhas na cana-de-açúcar	02
2.2 Controle de plantas daninhas	04
2.3 Tecnologia de aplicação	05
3. Referências	07
CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS CALDAS FITOSSANITÁRIAS INTERFEREM NA COBERTURA DE SUPERFÍCIES TRATADAS?	12
Resumo	12
Abstract	13
1. Introdução	14
2. Material e Métodos	15
2.1 Análises dos tratamentos	15
2.2 Estabilidade das caldas	16
2.3 Análises de tensão superficial e ângulo de contato	17
3. Resultados e Discussão	20

3.1 Análises de estabilidade de caldas dos tratamentos	20
3.2 Ângulo de contato e tensão superficial	22
4. Conclusão	26
5. Referências	27
CAPÍTULO 3 – CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ E PÓSEMERGÊNCIA COM DIFERENTES DOSAGENS DO HERBICIDA E DE VOLUMES DE APLICAÇÃO	29
Resumo	29
Abstract	30
1. Introdução	31
2. Material e Métodos	32
2.1 Local e aplicação dos tratamentos	32
2.2 Avaliações realizadas	35
3. Resultados e Discussão	35
3.1 Controle de plantas daninhas	35
3.2 Análise de crescimento das plantas daninhas	40
3.3 Análise de redução das plantas daninhas	45
4. Conclusão	47
5. Referências	47
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	50

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ E PÓS-EMERGÊNCIA COM DIFERENTES VOLUMES DE APLICAÇÃO E CONCENTRAÇÃO DE CALDA, NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

RESUMO – A cana-de-açúcar é uma das culturas que possui expressiva representatividade para o Brasil em termos de produtividade. Mas existem limitações no seu desempenho, principalmente através da interferência imposta pelas plantas daninhas, podendo considerar perdas em até 85% quando não controladas de forma adequada. E o controle químico ainda é o mais utilizado devendo-se atentar aos conhecimentos e cuidados a serem tomados com a utilização dos herbicidas que serão aplicados como a dosagem, época de aplicação, estágio fenológico, condições fisiológicas e bioquímicas da cultura e das características das plantas daninhas. Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia no controle de plantas daninhas em modalidades pré e pós-emergente com diferentes volumes de aplicação e concentrações de caldas, na cultura da cana-de-açúcar. Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação. As plantas daninhas tomadas como alvos foram: IPOHF e PANMA na modalidade pré-emergente e ERICA e DIGIN pós-emergente, em vasos semeados com substrato. O produto utilizado foi o herbicida indaziflam e as aplicações foram realizadas através do delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial (4 x 2), quatro volumes (50, 75, 100 e 125 L/ha) e duas concentrações (150 e 200 mL/ha), além de uma testemunha sem aplicação, para as plantas pré-emergentes e quatro volumes (75, 100, 125 e 150 L/ha) com as mesmas concentrações do produto (150 e 200 mL/ha) e uma testemunha sem aplicação, para as plantas pós-emergentes. Foram realizadas avaliações visuais através de notas percentuais de controle aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 DAA, avaliações de crescimento e determinação do acúmulo de biomassa seca das plantas germinadas. Foram realizadas análises de estabilidade de caldas para obtenção dos efeitos de homogeneidade e heterogeneidade (floculação, sedimentação, separação de fases, formação de grumos e formação de cristais) e formação de espuma além de determinação da tensão superficial e ângulo de contato as caldas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. A utilização de indaziflam através da redução da dosagem e volume de aplicação foi eficaz no controle pré-emergente IPOHF e PANMA, mesmo com a aplicação da mínima dosagem de 150 mL e volumes a partir de 75 L. Para a aplicação em pós-emergência no controle de ERICA e DIGIN o produto apresenta efeito com a utilização da máxima dosagens e volumes a partir de 100 L/ha.

Palavras-chave: controle químico, herbicida, tecnologia de aplicação

PRE AND POST - EMERGENCY CONTROL OF WEEDS WITH DIFFERENT VOLUMES OF APPLICATION AND PRODUCT CONCENTRATION IN SUGARCANE CULTIVATION

ABSTRACT - Sugarcane is one of the most important crops for Brazil in terms of productivity. However, there are limitations for this crop when it comes to field performance, mainly due to interference imposed by weeds, resulting in production losses up to 85% when weeds are not adequately controlled. The chemical control is still the most efficient, with the use of herbicides, and attention should be paid to the dosage, application time, plant phenological stage, physiological and biochemical conditions of the crop, as well as the characteristics of the weeds. In this perspective, the objective of this work was to evaluate the efficacy in weed control in pre and post emergent modalities with different application volumes and product concentrations in the sugarcane crop. Two experiments were carried out under greenhouse conditions. Chosen weeds for this study were: IPOHF and PANMA in the pre-emergent modality and ERICA and DIGIN for the post-emergence control. Seeds were sown in pots with substrate. The indaziflam herbicide was used and the treatments were carried out in a completely randomized design in a factorial scheme (4 x 2). Four volumes (50, 75, 100 and 125 L/ha), two concentrations (150 and 200 mL/ha) and a control treatment without any application were used for the pre-emergent control, and four volumes (75, 100, 125 and 150 L/ha) with the same concentrations of the product (150 and 200 mL/ha), plus another control treatment without any application were used for the post-emergent control. Visual evaluations were done through percentage control scores at 7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after application (DAA), as well as growth assessments and determination of dry biomass accumulation of germinated plants. Stability analyzes were carried out to obtain the effects of homogeneity and heterogeneity (flocculation, sedimentation, separation of phases, formation of clumps and formation of crystals) and formation of foam in addition to determination of surface tension and contact angle of the product dissolved. The results were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 0.05 of significance. The use of indaziflam through with its reduction of dosage and application volume was effective in the pre-emergent control of IPOHF and PANMA, even with the application of the minimum dosage (150 mL) and volumes starting at 75 L. For the application in the post-emergence control of ERICA and DIGIN, the product presents effect with the use of the maximum dosages and volumes starting from 100 L/ha.

Keywords: chemical control, herbicide, application technology

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. Introdução

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância nacional e o estado de São Paulo, atualmente, é o maior produtor com mais de 52 % de toda a área plantada (CONAB, 2018).

Além dos fatores de aumento de produtividade, deve-se destacar aqueles que são limitantes para o sucesso da cultura, como as condições climáticas, as doenças, os insetos e as plantas daninhas (Negrisoli et al., 2004). As plantas daninhas são interferentes importantes e históricos no cultivo da cana-de-açúcar e podem provocar perdas em até 85%, quando não controladas adequadamente (Victoria Filho e Christoffoleti, 2004).

O controle químico de plantas daninhas ainda é o método mais utilizado, principalmente em razão da grande extensão das áreas cultivadas, escassez de mão-de-obra, facilidade de aplicação, eficácia do tratamento e principalmente a redução dos custos (Rossi, 2004). Muitos cuidados devem ser tomados com a escolha do método químico e conhecimento dos herbicidas que serão aplicados como: a dosagem, época de aplicação, estágio fenológico, condições fisiológicas e bioquímicas da cultura e das características das plantas daninhas, pois alguns produtos apresentam variações no grau de seletividade para as culturas (Velini et al., 1993; Velini et al., 2000).

A escolha do método de aplicação é o primeiro passo para o sucesso do controle das plantas daninhas, haja visto que, a falta de informações sobre a correta tecnologia de aplicação dos produtos prejudica o seu desempenho (Cunha et al., 2011). Segundo Matuo (1990), a tecnologia de aplicação compreende todos os conhecimentos técnicos e científicos que possibilitem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo em quantidade necessária, de forma econômica e com a mínima contaminação de outras áreas.

As concentrações mínimas e máximas dos herbicidas são estabelecidas em determinadas quantidades que assegurem o controle do alvo, com diferentes níveis de suscetibilidade (King e Oliver, 1992 e Klingman et al., 1992). No entanto, em

condições ambientais favoráveis, essas dosagens podem ser reduzidas e, mesmo assim, controlar as plantas daninhas de forma eficaz (Devlin et al., 1991).

Com perspectivas de aumentar a capacidade de campo operacional e redução dos custos de produção, opta-se em diminuir o volume de aplicação e, conseqüentemente, a diminuição do tamanho das gotas visando manter a maior cobertura do alvo. Porém, o uso destas classes de gotas aumenta o potencial de perdas, principalmente por deriva ou evaporação (Bonadiman, 2008; Miranda et al., 2010; Nascimento et al., 2012), podendo não depositar a quantidade de ingrediente ativo em concentração suficiente no alvo, necessária para o controle eficaz.

Alguns autores afirmam que é possível a redução do volume de aplicação sem a perda de eficácia no controle de plantas daninhas, bem como utilizar adjuvantes e pontas específicas de pulverização em diferentes volumes de calda também (Barbosa et al., 2011).

Outro fator importante está relacionado às características físico-químicas das caldas, como pH, condutividade elétrica, viscosidade, tensão superficial e ângulo de contato, visto que irão influenciar na interação da calda com a superfície do alvo, pois estas podem interferir no espectro de gotas geradas, no depósito, na absorção e penetração das gotas sobre a superfície foliar (Cunha et al., 2017).

É importante atentar-se às diminuições dos erros durante as aplicações, buscando-se inovações e adequações dos equipamentos ao formato das plantas até ao tamanho ótimo das gotas, do espalhamento, deposição das caldas e escolha das pontas de pulverização. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia no controle de plantas daninhas em modalidades pré e pós-emergentes com diferentes volumes de aplicação e concentrações de caldas na cultura da cana-de-açúcar.

2. Revisão de Literatura

2.1 Interferência das plantas daninhas na cana-de-açúcar

O Brasil possui expressiva representação mundial na produção de cana-de-açúcar, com uma área de cultivo estimada em nove milhões de hectares para a safra 2018/19, distribuído principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná, Mato Grosso do Sul, Alagoas e Pernambuco, sendo a maior concentração

no Estado de São Paulo com 4,7 milhões de hectares e produtividade média de 72.671 kg/ha (CONAB, 2018).

A cultura tem expressiva participação na economia brasileira e mundial, não só pela produção de açúcar, mas também pela produção de etanol e pelo fornecimento de matéria-prima para indústrias químicas, subprodutos aproveitados na alimentação animal e na produção de fertilizantes, além da grande capacidade em gerar energia para diversos outros setores (Rodrigues et al., 2011).

Todavia, dentre os problemas existentes no setor produtivo canavieiro e que oneram a produção, o principal é a interferência imposta pelas plantas daninhas, responsáveis por mais de 80% das perdas na produção (Barros e Leonel, 2001; Azania, 2004). A presença de plantas daninhas pode causar reduções na quantidade e qualidade do produto, através da competição por água, luz, nutriente e pela liberação de substâncias com efeitos alelopáticos (Fay e Duke, 1977). Vale ressaltar que a competição por nutrientes exercida pelas plantas daninhas é um dos principais fatores que limitam o crescimento e a produção das plantas cultivadas (Pitelli, 1985).

Planta daninha é qualquer vegetal que cresce onde não é desejado, ocasionando perdas significativas às culturas agrícolas (Lorenzi, 1988). Aproximadamente 1000 espécies de plantas daninhas habitam as diversas regiões produtoras de cana no Brasil (Azania et al., 2010), com destaque para corda-de-viola (*Ipomoea hederifolia* L.), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), buva (*Conyza canadensis*) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*).

O entendimento das características biológicas das plantas daninhas é importante para definir a melhor forma e momento da intervenção a ser utilizada. As plantas daninhas apresentam padrões de emergência e germinação complexos e, por vezes, bastante diferentes entre as espécies, de modo que as medidas de manejo precisam ser adequadas a estas características. De forma geral, durante o período mais quente do ano, observa-se que os fluxos de plantas daninhas são maiores e mais rápidos, já que existe temperatura, precipitação, quantidade e qualidade de luz adequada para o estímulo da germinação e emergência dessas plantas (Franconere, 2010).

2.2 Controle de plantas daninhas

O controle de plantas daninhas tem como objetivos evitar perdas devidas à interferência, favorecer a condição de colheita, evitar o aumento do banco de sementes, problemas de seleção/resistência e a contaminação do meio ambiente, como a redução da quantidade de herbicidas aplicadas no solo e nas plantas (Christoffoleti, 2008). Segundo Kuva et al. (2008), o método mais utilizado em todo o território nacional é o controle químico devido à sua alta eficiência, praticidade e baixo custo, em comparação aos demais métodos de controle (Hernandez et al., 2001).

De acordo com a escolha por um herbicida devem-se levar em consideração aspectos técnicos e econômicos, tais como eficiência, seletividade para a cultura, efeito residual, métodos de aplicação, espectro de controle e custo.

Na cultura da cana-de-açúcar existem mais de trinta moléculas de herbicidas registradas e que podem ser ferramentas de manejo em condições de pré-emergência (PRÉ) ou pós-emergência (PÓS), que devem ser escolhidos conforme um planejamento a ser adotado (Rodrigues; Almeida, 2005).

Franconere (2010) afirmou que, para a aplicação de herbicidas em condições de PRÉ, cujo alvo é o solo, é necessário ter como base o histórico de infestação da área e as características da comunidade infestante nela presente. O sucesso da aplicação nesta modalidade está relacionado às boas condições de umidade do solo, exigida para a solubilização do composto e para sua distribuição no solo, onde ocorre a germinação das sementes das plantas daninhas.

Em relação à aplicação em PÓS é permitida a maior flexibilidade na escolha do produto e dose a serem utilizados. Porém, esta forma de manejo requer maior atenção à seletividade, mediante os produtos aplicados e ao estágio de desenvolvimento da planta daninha (Franconere, 2010). A uniformidade do jato nas aplicações é extremamente importante para a adequada distribuição do produto na área-alvo (Ferreira et al., 2007). Sabe-se que a germinação da maior parte das plantas daninhas inicia com a chegada das chuvas, mas algumas delas, em especial as gramíneas, apresentam a capacidade de germinar mesmo no período seco.

O Indaziflam (N-[(1R,2S)-2,3-dihydro-2,6-dimethyl-1H-inden-1-yl]-6-[(1R)-1-fluoroethyl]-1,3,5-triazine-2,4-diamine) é um ingrediente ativo com efeito herbicida,

pertencente à classe química “alkylazine”. O seu mecanismo de ação é a inibição da biossíntese de celulose (Tompkins, 2010).

De acordo com as suas características físico-químicas, o herbicida possui baixa solubilidade em água ($0,0028 \text{ kg m}^{-3}$ a 20°C), o $K_{oc} < 1.000 \text{ mL g}^{-1}$ de carbono orgânico, o $P_{ka} = 3,5$ e o $\log K_{ow}$ em pH 4; 7 ou 9 = 2,8 (Tompkins, 2010). Segundo Kawamoto e Urano (1989), quanto menor a solubilidade em água do herbicida, maior será a afinidade da molécula pela matéria orgânica, a qual é o principal sítio de sorção de herbicidas pouco solúveis em água, devido à sua alta CTC e característica lipofílica. Esses herbicidas também podem ser adsorvidos pelos colóides de argila (Inoue et al., 2008). Em relação à mobilidade, esse produto está classificado como entre moderadamente móvel a móvel (Tompkins, 2010).

No ano de 2013 os herbicidas corresponderam 54% do total comercializado de defensivos agrícolas no Brasil, alcançando a cifra de 3,7 bilhões de dólares. Do total comercializado no país em 2013 (11,5 bilhões de dólares), 745 milhões de dólares (6,5% do total) foram destinados somente a herbicidas na cultura da cana-de-açúcar.

Segundo Christoffoleti (2008), o controle de plantas daninhas é um grande desafio para o técnico responsável pelos tratamentos culturais, principalmente na recomendação de estratégias de manejo, uma vez que o plantio e a colheita da cana-de-açúcar são atividades realizadas praticamente o ano todo e em diversas regiões produtoras do país, com características edafoclimáticas distintas.

2.3 Tecnologia de aplicação

Conforme Cunha et al. (2010), a forma de aplicação dos herbicidas também deve ser considerada, pois a falta de informações sobre a correta tecnologia de aplicação dos produtos prejudica o seu desempenho. A utilização equivocada de tecnologias e conceitos resulta em número maior de aplicações ou até mesmo em aplicações desnecessárias.

A tecnologia de aplicação é um dos campos mais multidisciplinares dentro da agricultura, uma vez que se reporta não apenas ao controle de plantas daninhas, mas ao controle de insetos e ácaros e de outros agentes patogênicos, que considera aspectos da biologia, química, engenharia, ecologia, sociologia, economia (Ferreira, 2006).

As aplicações devem ser realizadas de forma consciente, atentando às tecnologias empregadas. Em termos gerais, o sucesso de uma boa aplicação depende da sinergia entre fatores como: composição da calda, volume, tamanho de gota, tipo de ponta, pressão e conhecimento das características do alvo (Cunha et al., 2010).

As dosagens recomendadas pelos fabricantes para os herbicidas são estabelecidas para assegurar o controle de inúmeras espécies com vários níveis de suscetibilidade e sob condições que possam ser diferentes daquelas consideradas ótimas da ação tóxica dos produtos (King e Oliver, 1992 e Klingman et al., 1992).

Sendo assim, o volume de aplicação em interação com as condições agrometeorológicas e a concentração de produtos diluídos na calda podem influenciar na qualidade de distribuição, deposição e, conseqüentemente, na eficácia dos produtos (Almeida, 2018). O volume de aplicação consiste no volume de calda pulverizada, por área ou por planta (Matuo 1990, Shiratsuchi; Fontes, 2002), e é importante para o sucesso da aplicação.

O volume a ser aplicado depende do tipo de alvo a ser atingido, da forma de ação do produto e da técnica de aplicação, além de ser ajustado às características da cultura como a arquitetura da planta a ser pulverizada (Matuo 1990; Hoffmann; Boller, 2004; Rodrigues-Costa et al., 2011).

Atualmente, têm-se reduzido o volume de aplicação a fim de aumentar a capacidade de campo operacional e reduzir os custos de produção. Normalmente, em pulverizações com a redução do volume de aplicação, reduz-se o tamanho das gotas para finas ou muito finas, visando manter boa cobertura do alvo. Contudo, o uso destas classes de gotas aumenta o potencial de perdas, principalmente por deriva ou evaporação (Bonadiman, 2008; Miranda et al., 2010; Nascimento et al., 2012), podendo não depositar a quantidade de ingrediente ativo em concentração suficiente no alvo, necessária para a eficácia do controle.

Os herbicidas são importantes ferramentas para o controle de plantas daninhas na agricultura, entretanto, o mesmo nível de importância deve ser dado à deriva que possa ocorrer em cada aplicação de herbicidas. A deriva de herbicidas durante a aplicação é uma fonte de contaminação ambiental que tem potenciais impactos tanto na saúde humana como também para as plantas não-alvo, animais e outros recursos naturais (Pimentel et al., 1991; Leach; Mumford, 2008).

A otimização do processo de aplicação de herbicidas tem sido obtida por meio de caldas com maior concentração do produto, mas o aumento da concentração pode influenciar na qualidade de distribuição, deposição e, conseqüentemente, na intoxicação das culturas (Almeida et al., 2014).

A eficiência das aplicações é realizada considerando as características físico-químicas das caldas, pois estas podem interferir no espectro de gotas geradas, no depósito, na absorção e penetração das gotas sobre a superfície foliar. As principais propriedades avaliadas para os herbicidas são: pH, condutividade elétrica, viscosidade, tensão superficial e ângulo de contato, visto que irão influenciar na interação da calda com a superfície do alvo (Cunha et al., 2017).

A tensão superficial é o resultado de interações intermoleculares, e quanto menor a tensão maior será a capacidade de espalhamento do líquido. Numa planta a molhabilidade de suas folhas depende dos constituintes de sua epiderme (Kissmann, 1998; Behring et al., 2004). Dessa forma, as características da redução do ângulo de contato sobre uma superfície são dependentes das características anatômicas do alvo (Iost e Raetano, 2010).

3. Referências

Almeida DP (2018) **Volume de aplicação reduzido e concentrações de glyphosate na calda em condições meteorológicas distintas para dessecação de cobertura vegetal em sistema de plantio direto**. 75 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção Vegetal) - Unesp, Jaboticabal.

Almeida DP, Timossi PC, Lima, SF, Silva, UR, Reis, EF (2014) Condições atmosféricas e volumes de aplicação na dessecação de *Urochloa ruziziensis* vegetação espontânea. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 3, p. 245-251.

Azania CAM (2004) **Comparação de métodos para determinar a seletividade de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar**. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Produção Vegetal) - Unesp, Jaboticabal.

Azania CAM et al. (2010) Eficácia de herbicidas no controle de espécies de corda-de-violão em cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 41-45.

Barbosa BFF et al. (2011) Controle de *Ipomoea nil* utilizando ponta centrífuga de pulverização em diferentes 266 volumes de aplicação com e sem adjuvante. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, 267 p.277-290.

Barros AC, Leonel DM (2001) Eficácia e seletividade da mistura trifloxy sulfuron sodium / ametryne para o controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.3, p.93-106.

Behring JL, Lucas M, Machado C, Barcellos IO (2004) Adaptação no método do peso da gota para determinação da tensão superficial: Um método simplificado para a quantificação da CMC de surfactantes no ensino da química. **Química Nova**. v. 27, n.3, p. 492-495.

Bonadiman R (2008) **Pontas de pulverização e volumes de calda no controle de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 e *Piezodorus guildinii* (Westwood, 1837) na cultura da soja *Glycinemax***. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), UFSM, Santa Maria.

Christoffoleti PJ et al. (2008) Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas. In: SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2., 2008, Piracicaba. Simpósio... Piracicaba: ESALQ/POTAFOS, 2008. Palestras.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2018). Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_11_28_16_42_59_perfil_su_croalcool2014e15.pdf. Acesso em: 11 març. 2018.

Cunha JPAR (2011) Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.343-351.

Cunha JPAR, Alves GS, Marques RS (2017) Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 261-270.

Cunha JPAR, Silva Júnior AD (2010) Volumes de calda e pontas de pulverização no controle químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do sorgo forrageiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.4, p. 692-699.

Devlin DL, Long JH, Maddlux LD (1991) Using reduced rates of postemergence herbicides in soybean (*Glycine max*). **Weed Technol.**, v. 5, n. 4, p. 834-40.

Fay PK e Duke WB (1977) An assesment of allelopathic potencial in Avenagermoplasm. **Weed Science**, v.25, p.224-228.

Ferreira MC et al. (2007) Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica Adga 110015 para pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.471-8.

Ferreira MC (2006) Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em cana-de-açúcar. In: Segato SV, Pinto AS, Jendiroba E, Nóbrega JCM. (Org.). Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Prol – Editora Gráfica, v.1, p. 293 - 303.

Franconere R (2010) **Mercado de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar**. 54 f. Dissertação (Mestrado)- Escola de Economia de São Paulo, São Paulo.

Hernandez DD, Alves PLCA, Martins JVF (2001) Influência do resíduo de colheita de cana-de-açúcar sem queima sobre a eficiência do imazapic e imazapic + pendimethalin. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 419-426.

Hoffmann LL, Boller W (2004) Tecnologia de aplicação de fungicidas em soja. Coodetec, Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. Cascavel: Bayer Crop Science, p. 46-60.

Inoue MH. et al. (2008) Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. **Acta Sci. Agron.**, v. 30, n. 5, p. 631-638.

lost CAR, Raetano CG (2010) Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.4, p. 670-680.

Kawamoto K, Urano, K (1989) Parameters for predicting fate of organochlorine pesticides in the environment (II) Adsorption constant to soil. *Chemosphere*, v. 19, n. 8, p. 1223-1231.

King CA, Oliver LR (1992) Application rate and timing of acifluorfen, bentazon, chlorimuron, and imazaquin. **Weed Technol.**, v.6 p. 526-534.

Kismann KG (1998) Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: Guedes JVC, Dornelles SB. Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p. 39-51.

Klingman TE, King CA, Oliver LR (1992) Effect of application rate, weed species, and weed stage of growth on Imazethapyr activity. **Weed Science**, v. 40, n. 2, p. 227-232.

Kuva MA et al. (2008) Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema de cana-crua. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 549-557.

Leach AW, Mumford JD (2008) Pesticide environmental accounting: A method for assessing the external costs of individual pesticide applications. *Environmental Pollution*. v. 151, n. 1, p. 139-147.

Lorenzi H (1998) Plantas daninhas e seu controle na cultura da cana-de-açúcar. IN: IV SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4, Piracicaba. Anais... São Paulo: COPERSUCAR, p. 281-301.

Matuo T (1990) Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. Jaboticabal, Funep, 139 p.

Miranda JE, Maruyama LCT, Fernandes MG, Timossi PC, Ferreira MC (2010) Deriva de produtos fitossanitários na cultura do algodão: causas e prevenção. Campina Grande: Embrapa Algodão. Embrapa Algodão. Documentos, 237, 32 p.

Nascimento BA, Oliveira GM, Balan MG, Higashibara LR, Abi-Saab OJG (2012) Deposição de glifosato e utilização de adjuvante para diferentes pontas de pulverização e horário de aplicação. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.5, n.2, p. 105-116.

Negrisoli E et al (2004) Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 567-575.

Pimentel D, Mclaughlin L, Zepp A, Lakitan B, Kraus T, Kleinman P (1991) Environmental and economic effects of reducing pesticide use. *Bio Science*. v. 41, n. 6, p. 402-409.

Pitelli R (1985) Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Inf. Agropec*, v. 11, n. 129, p. 16-27.

Rodrigues EB, Abi-Saab OJG, Gandolfo MA (2011) Cana-de-açúcar: Avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glifosato. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.15, n.1, p. 90-95.

Rodrigues BN, Almeida FS (2005) Guia de herbicidas. 5.ed. Londrina: 2005. p. 275-289.

Rodrigues-Costa ACP, Martins D, Costa NV, Pereira MRR, Silva JIC (2011) Desempenho de pontas de pulverização na deposição de gotas de pulverização na cultura do amendoim. *Semina. Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1745-1758.

Rossi CVS (2004) **Dinâmica e eficácia no controle de plantas daninhas pelo herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar**. 2004, 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Unesp Botucatu.

Shiratsuchi LS, Fontes JRA (2002) Tecnologia de aplicação de herbicidas. Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, 30 p.

Tompkins J (2010) Environmental Protection Agency Pesticide Fact Sheet: Indaziflam. <http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/indaziflam.pdf>. Accessed: October 10, 2010.

Velini ED et al. (1993) Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência, sobre o crescimento e produtividade de soqueiras de nove cultivares de cana-de-açúcar. IN: 5º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. Águas de São Pedro – SP, p. 125-128.

Velini ED et al. (2000) Efeito da palha da cana-de-açúcar sobre a germinação das espécies de plantas daninhas gramíneas desta cultura. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DA CIÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS, 22, Foz do Iguaçu, 2000. Resumos... Londrina: SBCPD, p.15.

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

CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DAS CALDAS FITOSSANITÁRIAS INTERFEREM NA COBERTURA DE SUPERFÍCIES TRATADAS?

RESUMO - Os herbicidas são produtos de grande importância na agricultura, principalmente por representar a classe de produtos fitossanitários mais consumidos no Brasil. E cuidados devem ser tomados como a racionalização e uso consciente desses produtos, além da compreensão das suas características físico-químicas, eficácia, comportamento e os seus destinos no ambiente. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o espalhamento, formação de gotas, e qualidades físico-químicas de caldas com o herbicida indaziflam, sob diferentes dosagens e volumes de aplicações. As caldas foram preparadas apenas com a utilização do herbicida e água, através de cinco diferentes volumes (50, 75, 100, 125 e 150 L/ha) e duas dosagens do produto (150 e 200 mL/ha). Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Foram realizadas análises de estabilidade das caldas para obtenção dos efeitos de homogeneidade e heterogeneidade (floculação, sedimentação, separação de fases, formação de grumos e cristais) e formação de espuma além de determinação da tensão superficial e ângulo de contato das soluções. Nessa perspectiva, não foram identificadas diferenças nos depósitos dos herbicidas em relação ao potencial hidrogeniônico das caldas, em que há uma forte correlação quadrática entre a tensão superficial e o ângulo de contato. Além disso, houve variação do ângulo de contato e da tensão superficial em função do volume de aplicação e da dosagem do herbicida na calda.

Palavras-chave: controle químico, espalhamento de gotas, formação de gotas, herbicidas

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PHYTOSANITARY SOLUTIONS CAN INTERFERE IN THE COVERAGE OF TREATED SURFACES?

ABSTRACT - Herbicides are the most used phytosanitary products in Brazil. Mainly because of their great importance in agriculture. Care should be taken regarding the rationalization and conscious use of these products, in addition to the understanding of their physicochemical characteristics, efficacy, and their disposal in the environment. In this context, this work aimed to evaluate the spreading, formation of drops, and physicochemical qualities of solutions with the indaziflam herbicide, under different dosages and application volumes. All the treatments were prepared using just the herbicide and water, with five different volumes (50, 75, 100, 125 and 150 L/ha) and two product dosages (150 and 200 mL/ha). The values obtained were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey's test ($p < 0.05$). Stability analyzes were carried out to obtain the effects of homogeneity, heterogeneity (flocculation, sedimentation, phase separation, formation of lumps and crystals) and foam formation, in addition to the determination of surface tension and the contact angle of the solutions. In this perspective, no differences were detected in the herbicide deposits in relation to the hydrogen ionic potential of the solutions, in which there is a strong quadratic correlation between the surface tension and the contact angle. Besides, there was variation of the contact angle and surface tension in function of the volume of application and the dosage of the herbicide in the solution.

Keywords: chemical control, droplet spreading, droplet formation, herbicides

1. Introdução

Os herbicidas são os produtos da classe de produtos fitossanitários mais consumidos no Brasil nos últimos anos. Isso justifica a maior atenção na escolha e a forma racional e consciente de utilizá-los e, para isso, muitos estudos são realizados para compreender as características físico-químicas, a eficácia e o comportamento desses produtos (Mancuso et al., 2011).

Uma vez no solo, a molécula do herbicida pode seguir para diferentes destinos no ambiente. Nessa perspectiva, o uso adequado e correto de tecnologias durante as aplicações é de extrema importância. Erros na dosagem de produtos, escolha do volume de aplicação, da ponta de pulverização, do equipamento e do melhor momento para a realização do tratamento são apenas alguns dos problemas encontrados pelos agricultores. No entanto, busca-se a diminuição dos erros através de estudos e análises da melhor adequação do equipamento ao formato das plantas, tamanho das gotas, espalhamento e deposição dos produtos (Ferreira et al., 2013).

Um dos grandes desafios atuais da Tecnologia de Aplicação é associar as informações das características físico-químicas dos herbicidas aos processos biológicos inerentes aos alvos naturais. Embora esta interação possa parecer simples de ser compreendida, é difícil isolar e entender cada efeito que interage. Quando as gotas atingem uma determinada superfície foliar, inicia-se um processo de interação gota-folha. Neste processo incluem o ângulo de contato, a área de molhamento, a adesão e a retenção foliar (Wirth et al., 1991).

O estudo do efeito de características da tensão superficial no tamanho de gotas possui grande importância para a tecnologia de aplicação. Além disso, as modificações das características físicas da calda podem aumentar ou diminuir o tamanho das gotas (Oliveira et al., 2010; Gandolfo et al., 2013).

Já a característica de espalhamento de uma gota está ligada à redução do ângulo de contato sobre uma determinada superfície, sendo dependente das características anatômicas do alvo que variam de cada espécie (Iost; Raetano, 2010), pois o ângulo de contato é utilizado para caracterização das caldas depositadas na superfície sólida. Quando esse ângulo é menor que 90° , a superfície

é denominada hidrofílica, caso contrário é denominado de hidrofóbica (Tang; Dong; Li, 2008).

Nessa perspectiva, o indaziflam é um herbicida cujo mecanismo de ação é a inibição da biossíntese de celulose, pertencente à classe química “alkylazine”. O produto possui registro no país para uso em cana-de-açúcar, café, citros, eucalipto e pinus (Brasil, 2010) e possui baixa solubilidade em água (Tompkins, 2010).

Essa solubilidade é definida como a abundância do produto químico na fase aquosa, quando a solução está em equilíbrio com o composto puro em seu estado de agregação à temperatura e pressão específicas (Schwarzenbach et al., 1993), ou seja, a habilidade do produto em se diluir em água. Isso está relacionado pela importância do momento de preparo da calda, pois vários fatores influenciam a eficácia de controle das plantas daninhas por ação direta sobre o comportamento dos herbicidas (Carvalho, 2013).

É importante frisar a importância da água que será utilizada nas soluções, principalmente em relação ao pH, tanto para a questão da dissociação dos herbicidas ionizáveis quanto para a questão da degradação por hidrólise, sendo que isso poderá modificar os aspectos físico-químicos dos produtos e reduzir a eficiência das caldas fitossanitárias.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o espalhamento, formação de gotas, e qualidades físico-químicas do herbicida indaziflam sob baixas dosagens e volumes de aplicações.

2. Material e Métodos

2.1 Análises dos tratamentos

O herbicida utilizado nos ensaios foi o indaziflam, cujo ingrediente ativo encontra-se nos produtos comerciais Alion 500 e Esplanade.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com a utilização de cinco volumes (50, 75, 100, 125 e 150 L/ha) e duas dosagens (150 e 200 mL/ha). Os tratamentos encontram-se descritos na Tabela 1.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O software utilizado para a realização da estatística foi o AgroEstat® (Barbosa e Maldonado Jr, 2015).

Tabela 1 – Composição dos tratamentos utilizados para as análises de estabilidade de calda, tensão superficial e ângulo de contato.

Tratamentos	
Dosagem (mL/ha)	Volume (L/ha)
Indaziflam	Indaziflam + água
150	50
150	75
150	100
150	125
150	150
200	50
200	75
200	100
200	125
200	150

As condições climáticas médias durante as análises em laboratório foram de temperatura 20,5 °C e umidade relativa do ar 60%.

2.2. Estabilidade das caldas

O pH e condutividade elétrica foram medidos antes e após a mistura. Foi utilizada água-padrão de 20 mg/kg em equivalente de CaCO_3 , conforme a NBR 13074, no preparo das caldas (ABNT, 2016).

As avaliações das caldas foram realizadas nos seguintes intervalos: separação imediata após a mistura (0) e após 2, 6 e 24 horas em período de repouso.

Foram observados os possíveis efeitos das interações entre os produtos quanto à homogeneidade e heterogeneidade (floculação, sedimentação, separação de fases, formação de grumos e formação de cristais) e formação de espuma (ABNT, 2014). Para avaliar a floculação, formação de grumos e cristais foi utilizada peneira de tecido metálico com abertura nominal de 149 μm (ABNT, 2010). A sedimentação foi medida pelo volume de calda depositada ao fundo da proveta (Figura 1).



Figura 1 – Distribuição dos tratamentos para análises de estabilidade de caldas.

2.3. Análises de tensão superficial e ângulo de contato

Para a determinação da tensão superficial e ângulo de contato, as caldas foram previamente agitadas para homogeneização e, em seguida, foram retiradas com uma seringa da marca Hamilton[®] de 500 μL . Cada calda foi adicionada ao injetor automático do equipamento tensiômetro Contact Angle System OCA 15 Plus (Dataphysics[®]), composto por câmera digital de alta resolução temporal e definição com 300 poses por segundo (Figura 2) e as gotas foram formadas através da ponta da agulha de diâmetro de 0,52 mm.

As gotas formadas foram elaboradas pelo acionamento automático do injetor do tensiômetro que movimentam o êmbolo da seringa, por intermédio do software SCA20[®] para automatização e processamento das imagens obtidas. As gotas foram formadas com volumes de 3 μL , visando evitar seu desprendimento da ponta da agulha. Os valores de tensão superficial foram estabelecidos a cada segundo através da unidade de mN m^{-1} .

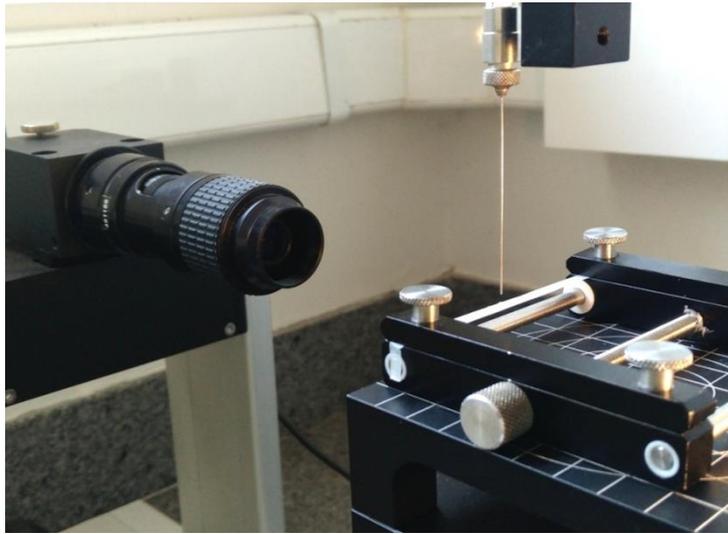


Figura 2 – Equipamento tensiômetro (Contact Angle System OCA 15-Plus (Dataphysics®) utilizado para medir a tensão superficial e ângulo de contato das caldas.

A tensão superficial foi estabelecida através do método da gota pendente gerando a imagem da gota na ponta da seringa sendo capturada por uma câmera CCD de alta resolução (30 quadros por segundo) que, através da captura da imagem, analisa o formato da gota (Figura 3) por assimetria de eixos (ADSA axisymmetric drop shape analysis). O cálculo da tensão superficial é realizado com base na equação de Yang-Laplace, em função da deformação das gotas emitidas em cada amostragem (Ferreira et al., 2013).

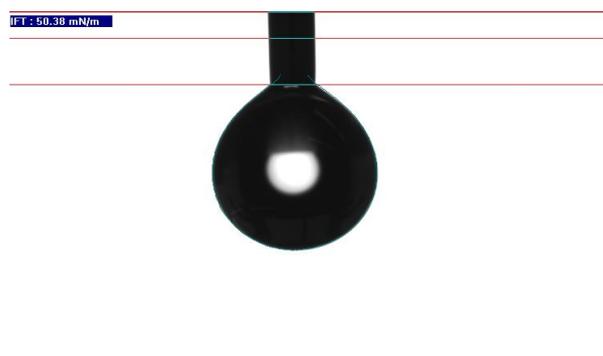


Figura 3 – Imagem capturada pelo software SCA20® através do método de gota pendente.

A tensão estática da gota foi analisada durante o tempo de 60 segundos após a formação da gota e foram considerados os momentos de 5, 10, 20, 40 e 60 segundos; esses tempos foram determinados pela análise da curva de redução do ângulo de contato da gota.

As análises de tensão superficial foram estabelecidas através de 10 tratamentos, representados pelas caldas, mais uma testemunha, composta por água, em três repetições. Em cada repetição houve leitura por período de 60 segundos, totalizando 60 valores.

Para o ângulo de contato, foi utilizada superfície artificial: parafilme (Parafilm M[®]), que é um termoplástico maleável, à prova d'água, inodoro, transparente e coesivo; e o vidro representado por uma lâmina de microscopia (Solidor[®]).

Para o preparo das caldas utilizou-se água residual (pH = 8,3; condutividade elétrica = 171 $\mu\text{S}/\text{cm}$). O herbicida utilizado foi o produto comercial Alion (indaziflam) em diferentes concentrações diluídos apenas com água, em seguida foram agitadas para homogeneização, retiradas com a seringa e acopladas ao injetor automático do tensiômetro. Após a formação das gotas na ponta da agulha, foi determinado o acionamento automático do equipamento para obtenção da movimentação do êmbolo da seringa.

As gotas com volumes de 3 μL foram depositadas sobre a superfície artificial (parafilme) e os valores de ângulo de contato foram mensurados a cada segundo (Figura 4).

O ângulo de contato das gotas decresce mediante o decorrer do tempo. Portanto, foi estabelecido como valor útil de ângulo de contato aos 30 segundos para todos os tratamentos.

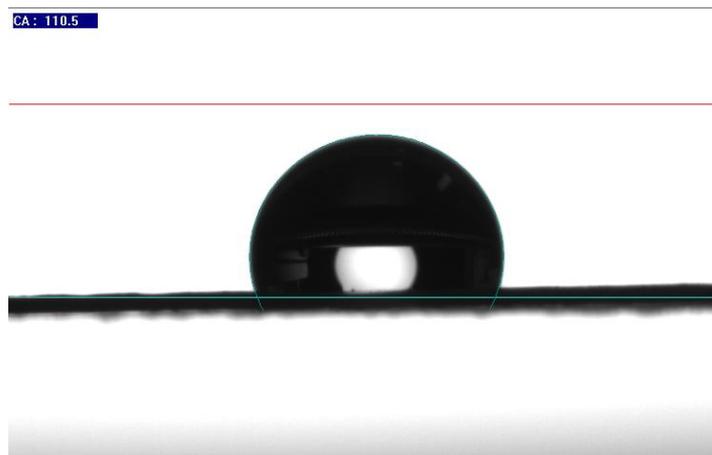


Figura 4 – Gota de água depositada sobre a superfície artificial (parafilme), analisada através do software SCA20[®] do equipamento (tensiômetro), para análises de espalhamentos de gotas

3. Resultados e Discussão

3.1 Análises de estabilidade de caldas dos tratamentos

O pH das caldas variaram através de um máximo de 10,1 (150 mL / 150 L, imediatamente após o preparo) e de um mínimo de 9,4 (calda 200 mL / 50 L, 24 h após o preparo). Sendo assim, embora se verifique uma redução do valor do pH ao longo do tempo, esta variação não interferiu na funcionalidade dos produtos utilizados (Figura 5).

Os produtos são formulados para tolerar alguma variabilidade no pH das caldas. Valores extremos, todavia, podem afetar a estabilidade física. Segundo Kissmann KG (1998) alguns produtos fitossanitários apresentam a maior eficiência quando as caldas são pouco ácidas, com pH entre 6,0 e 6,5.

As caldas sofreram formações de creme em todos os tratamentos a partir das 24 horas de análises, além de sedimentação e formação de cristais. No entanto, não houve, em nenhum momento de análise a separação de fases, nem formações de grumos. Em relação á formação de espumas, foi identificada em todos os tratamentos, mas apenas no momento de agitação das caldas (0h).

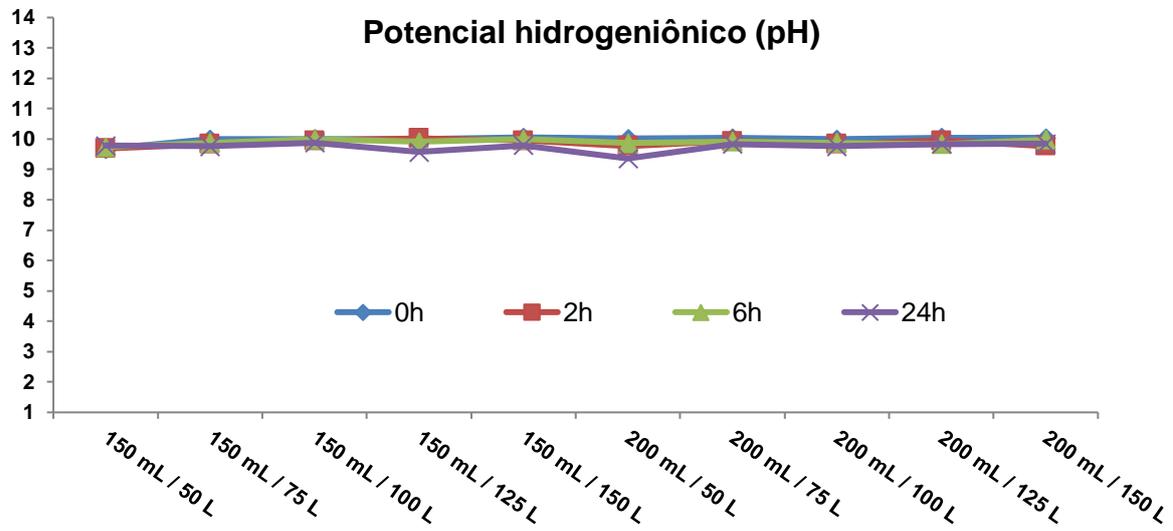


Figura 5 – Potencial hidrogeniônico dos tratamentos em tempos analisados (0h, 2h, 6h e 24h).

As condutividades elétricas das caldas variaram de um mínimo de 33,7 (200 mL / 125 L, imediatamente após o preparo) e de um máximo de 37,4 (calda 200 mL / 50 L, 24 após o preparo). Sendo assim, embora se verifique um aumento desse valor ao longo do tempo, esta variação possivelmente não interferiu na funcionalidade dos produtos utilizados (Figura 6)

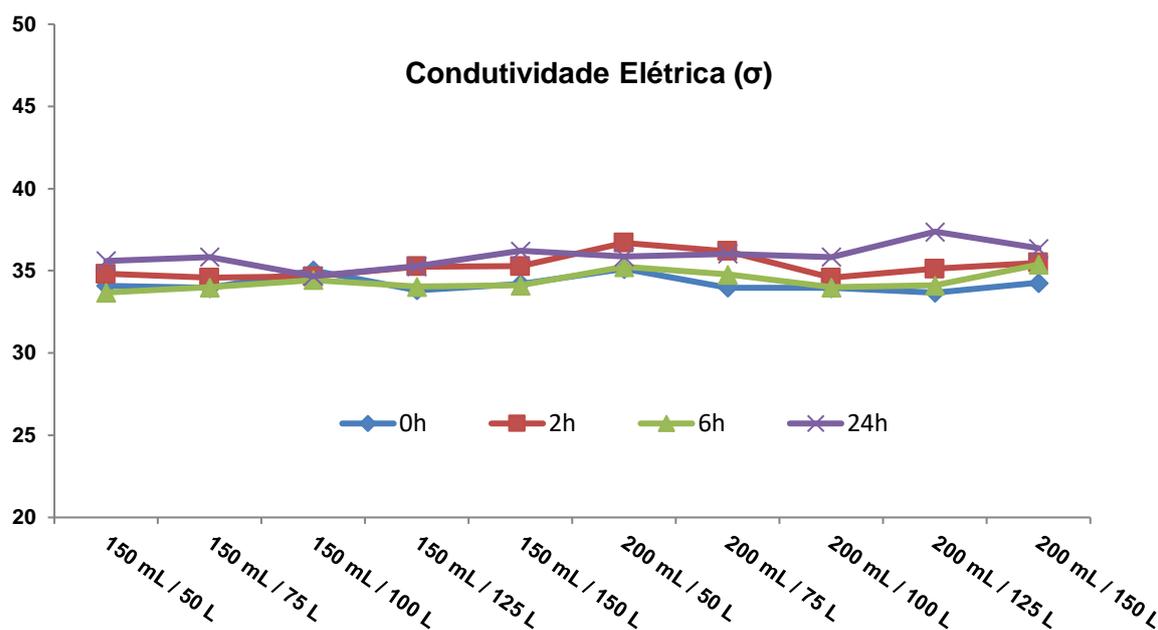


Figura 6 – Valores da condutividade elétrica dos tratamentos em tempos analisados (0h, 2h, 6h e 24h).

3.2. Ângulo de contato e tensão superficial

Houve variação do ângulo de contato e da tensão superficial em função do volume de aplicação e da dosagem do herbicida na calda (Tabela 2). De maneira geral, quanto maior a dosagem, menores são os ângulos de contato e as tensões superficiais.

Tabela 2. Ângulo de contato e tensão superficial em função dos tratamentos, aos cinco segundos de formação de gota e espalhamento.

Volume (L/ha)*	Ângulo de Contato Dosagem (mL/ha)		Tensão Superficial Dosagem (mL/ha)	
	150	200	150	200
75	101,82 aB	84,85 bD	56,70 aC	43,68 bD
100	104,59 aA	101,82 bA	58,62 aB	56,70 bA
125	103,91 aA	93,59 bB	63,13 aA	48,38 bC
150	85,92 bC	91,97 aC	51,76 bD	53,25 Ab
Testemunha	70,80		111,85	
DMS (5%)	0,84		1,47	

*As médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Letras minúsculas na mesma linha são comparações entre as dosagens; letras maiúsculas na mesma coluna são comparações entre os volumes.

O mesmo acontece com o volume de aplicação, entretanto, há um deslocamento da tensão em função do volume, sendo que, nos menores volumes de aplicação (75 para 100 L/ha) há uma inversão, com aumento tanto da tensão superficial quanto do ângulo de contato. Esta inversão também acontece no maior volume de aplicação em relação à dosagem herbicida.

Isto denota uma relação não linear entre dosagem e volume de aplicação, com variação, portanto dos efeitos das caldas em função destes fatores (volume e dosagem), que efetivamente alteram a concentração da calda. Ainda assim, considerando variações apenas de concentração do herbicida na calda, que é o que ocorre entre as alterações de volume de aplicação e dosagem, esta também não é linear para tensão e ângulo de contato, como evidenciado nos resultados (Tabela 2).

Resultados semelhantes já foram verificados em outros trabalhos, onde os autores atribuem esta variação à saturação da calda, inclusive com a formação de micelas, com o aumento da concentração da calda (Iost e Raetano, 2010; Barreto, 2011). Aparentemente, o fenômeno apresenta maior complexidade do que isto, uma vez que mesmo em concentrações menores (maior volume de aplicação) há efeitos invertidos.

Ao que tudo indica, há influência da quantidade de líquido presente no momento de preparação das caldas, uma vez que a diluição inicial ocorre com quantidades de diluentes diferentes no recipiente de preparo.

Estes efeitos são perceptíveis nas avaliações de dinâmica da tensão superficial e do ângulo de contato, sendo verificadas modificações particularizadas, não necessariamente relacionadas à dosagem e ao volume de aplicação (Figura 7).

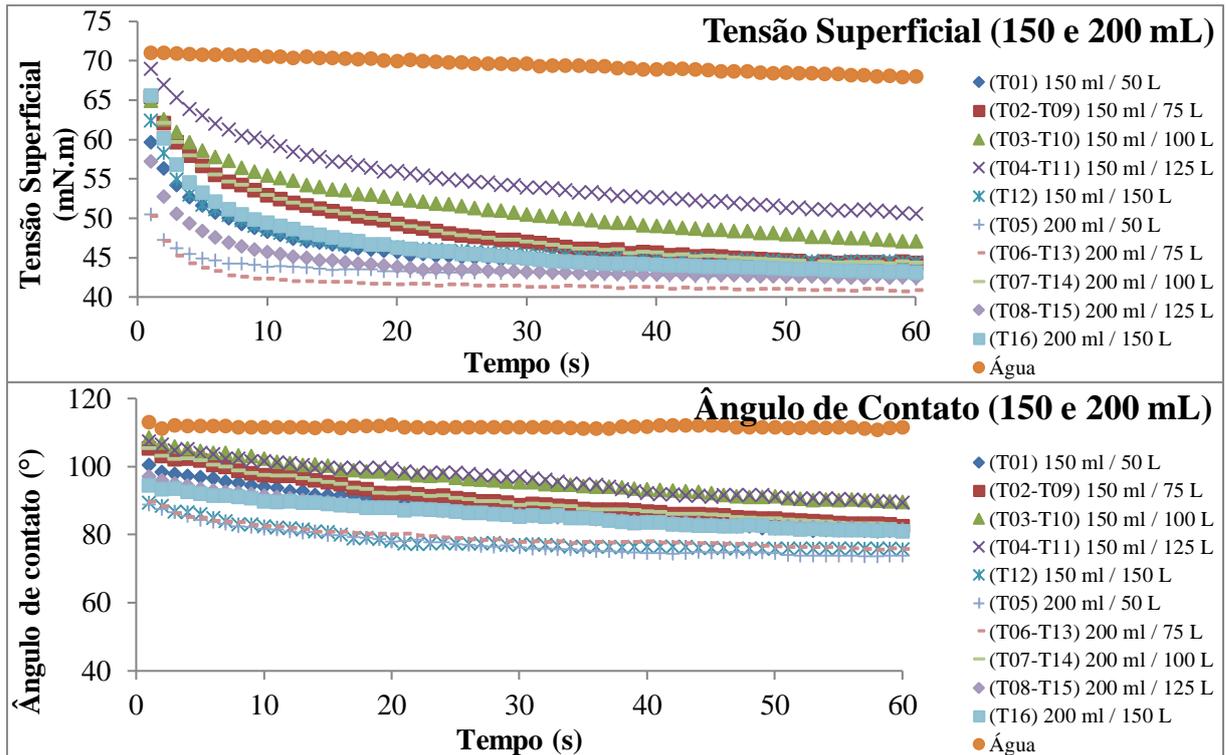


Figura 7 – Variação da tensão superficial e do ângulo de contato de caldas sobre superfícies artificiais, em função do tempo, do volume de aplicação e da dosagem de herbicida.

Verifica-se uma redução rápida da tensão superficial e do ângulo de contato, até 20s após a formação da gota e seu depósito sobre a superfície (Figura 7). A partir deste ponto a variação diminui.

Estas variações de tensão e ângulo de contato apresentam forte correlação entre si (Figura 8).

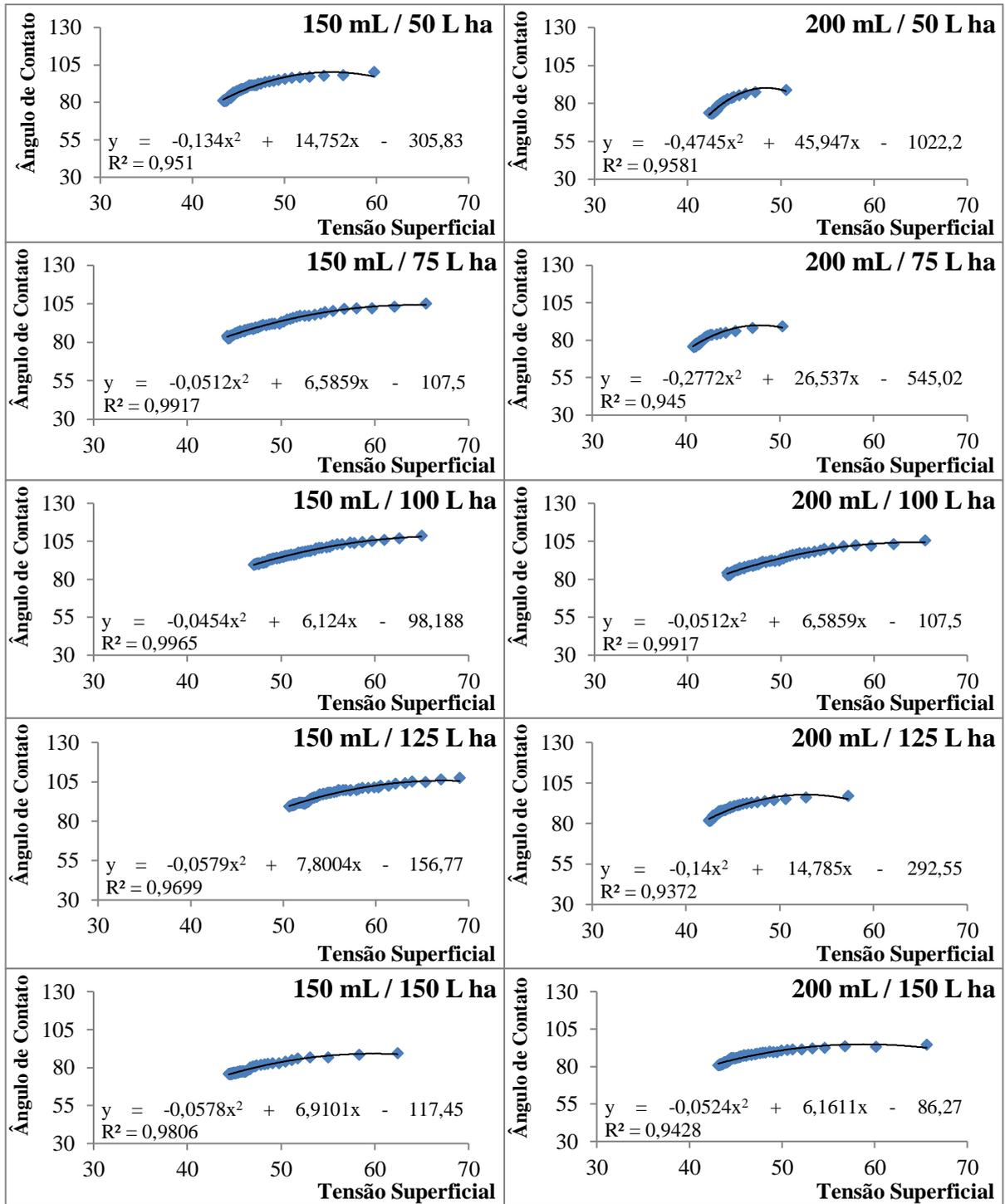


Figura 8 – Correlação da tensão superficial e do ângulo de contato de caldas sobre superfícies artificiais, em função do tempo, do volume de aplicação e da dosagem de herbicida.

Verifica-se um coeficiente de determinação (R^2) sempre superior a 0,93 para todas as variações de dosagem e volume de aplicação, indicando elevada adequação do modelo de regressão quadrático (Figura 8). Há uma variação

aparentemente maior do efeito na tensão superficial para as caldas com maior dosagem e menor volume de aplicação (mais concentradas). O efeito, entretanto, não é tão bem definido com inversões de deslocamento de valores em função das combinações volumétricas entre o herbicida e a água.

Por se tratarem de líquidos complexos, considerando que na própria formulação dos produtos comerciais há uma combinação de ingredientes, estes, ao serem diluídas com a água amplificam o seu grau de complexidade quanto ao efeito sobre a tensão superficial. Este efeito é ainda mais amplificado quando se considera a superfície tratada, considerando as especificidades vegetais, agravada com efeitos de clima.

Combinando-se todos estes efeitos, a probabilidade de uma indicação única para todas as situações torna-se pouco aplicável.

Entretanto, há indicativos bastante claros de limites entre tensão e ângulo de contato, com evidência dos pontos de inflexão onde um fator deixa de incrementar o outro e passa a diminuí-lo. Maiores estudos devem ser conduzidos para entender a implicação destes fatores no resultado biológico dos tratamentos.

4. Conclusão

Considerando as condições em que o ensaio foi conduzido, conclui-se que não houve diferenças nos depósitos dos herbicidas em relação ao potencial hidrogeniônico das caldas e que há uma forte correlação quadrática entre a tensão superficial e o ângulo de contato resultante do volume de aplicação e da dosagem do produto, com modificação do efeito de acréscimo para decréscimo para valores específicos de cada combinação.

Portanto, as características das caldas podem ser modificadas, mediante a alteração dos volumes de aplicações, podendo comprometer o seu desempenho e a cobertura do alvo.

5. Referências

- Barbosa JC, Maldonado Junior W (2015) Experimentação Agronômica & Agroestat - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal, Funep, 396 p.
- Barreto AF (2011). **Avaliação de parâmetros da tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem asiática da soja**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Unesp Jaboticabal.
- BRASIL (2010) Ato nº 21, de 28 de maio de 2010. Resumo dos pedidos de registro, atendendo os dispositivos legais do artigo 14 do Decreto N 4074, de 04 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei n 7.802, de 11 de julho de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, ano. CXLVI, n. 104, p. 12. Seção I, parte 1.
- Carvalho LB (2013) **Herbicidas**. 1. ed. Lages, SC: Editado pelo autor. 14 p.
- Ferreira MC, Lasmar O, Decaro Junior ST, Neves S, Azevedo LH (2013) Qualidade da aplicação de inseticida em amendoim (*ArachishypogaeaL.*), com e sem adjuvantes na calda, sob chuva simulada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1431-1440.
- Gandolfo MA, Chechetto RG, Carvalho FK, Gandolfo UD, Moraes ED (2013) Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica** 44(3): p. 474-480.
- Iost CAR, Raetano CG (2010) Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Engenharia Agrícola** 30(4): p. 670-680.
- Kissmann KG (1998) Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: Guedes JVC & Dornelles SB (Org.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, p. 39-51.
- Mancuso MAC, Negrisoli E & Perim L (2011) Efeito residual de herbicidas no solo ("Carryover"). **Revista Brasileira de Herbicidas**, 10:151-164.
- Oliveira JRG, Ferreira MC, Román RAA (2010) Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Engenharia Agrícola** 30(1): p. 92 - 99.
- Schwarzenbach RP et al. (1993) Environmental Organic Chemistry. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1993. ISBN 0-471-83941-8. 681 pp.
- Tang X, Dong J, Li X (2008) A comparison of spreading behaviors of Silwet L-77 on dry and wet lotus leaves. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 325, p. 223–227.
- Tompkins J (2010) Environmental Protection Agency Pesticide Fact Sheet: Indaziflam. **Environmental Protection Agency**.

Wirth W, Storp S, Jacobsen W (1991) Mechanism controlling leaf retention of agricultural spray solutions. **Pesticide Science**, v.33, p.411-20

CAPÍTULO 3 – CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM PRÉ E PÓS-EMERGÊNCIA COM DIFERENTES DOSAGENS DO HERBICIDA E DE VOLUMES DE APLICAÇÃO

RESUMO - As plantas daninhas são importantes interferentes no cultivo da cana-de-açúcar e quando não controladas adequadamente podem provocar perdas significativas na produção. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de plantas daninhas em pré e pós-emergência com diferentes dosagens e volumes de aplicação do herbicida indaziflam. Foram realizados dois experimentos em casa de vegetação sob diferentes épocas do ano. As plantas daninhas tomadas como alvos foram: *Ipomoea hederifolia* L. e *Panicum maximum* Jacq. para aplicações na modalidade pré-emergente e *Conyza canadenses* e *Digitaria insularis* para pós-emergente, em vasos semeados com substrato. As aplicações foram realizadas através do delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial (4 x 2), quatro volumes (50, 75, 100 e 125 L/ha) e duas concentrações (150 e 200 mL/ha), além de uma testemunha sem aplicação, para as plantas pré-emergentes e quatro volumes (75, 100, 125 e 150 L/ha) com as mesmas concentrações do produto (150 e 200 mL/ha) e uma testemunha sem aplicação, para as plantas pós-emergentes. Foram realizadas avaliações visuais através de notas percentuais de controle, avaliações de crescimento e determinação do acúmulo de biomassa seca das plantas germinadas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância, concluindo que a utilização do herbicida através da redução da dosagem e volume de aplicação foi eficaz no controle pré-emergente de *I. hederifolia* e *P. maximum*, mesmo com a aplicação da mínima dosagem de 150 mL e volumes a partir de 75 L. Para a aplicação em pós-emergência no controle de *C. canadenses* e *D. insularis* o produto apresenta efeito com a utilização da dosagem de 200 mL por hectare e volumes a partir de 100 L, necessitando o aumento das dosagens.

Palavras-chave: avaliação, germinação, herbicida, infestação, tecnologia de aplicação

PRE AND POST-EMERGENCY CONTROL OF WEEDS WITH DIFFERENT DOSES OF THE HERBICIDE AND OF APPLICATION VOLUMES

ABSTRACT - Weeds can interfere in sugarcane cultivation and when not properly controlled can cause significant production losses. Therefore, the objective of this work was to evaluate pre and post-emergence weed control with different dosages and application volumes of the indaziflam herbicide. Two experiments were carried out in a greenhouse under different times of the year. Chosen weeds for this study were: *Ipomoea hederifolia* L. and *Panicum maximum* Jacq. for the pre-emergent applications, and *Conyza Canadians* and *Digitaria insularis* for the post-emergence control. Seeds were sown in pots with substrate. The experiment was carried out in a completely randomized design in a factorial scheme (4 x 2). Applications were done with four volumes (50, 75, 100 and 125 L/ha), two concentrations (150 and 200 mL/ha) and a control treatment without any application for the pre-emergent control, and four volumes (75, 100, 125 and 150 L/ha) with the same concentrations of the product (150 and 200 mL/ha), plus another control treatment without any application for the post-emergent control. Visual evaluations were done through percentage control scores, as well as growth assessments and determination of the dry biomass accumulation of the germinated plants. The results were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 0.05 of significance, concluding that the use of the herbicide through the reduction of dosage and application volume was effective in the pre-emergent control of *I. hederifolia* and *P. maximum*, even with the application of the minimum dosage (150 mL) and volumes starting at 75 L. For the post-emergence application in the control of *C. canadenses* and *D. insularis*, the product has an effect with the use of the dosage of 200 mL per hectare and volumes starting at 100 L, requiring the increase of dosages.

Keywords: evaluation, germination, herbicide, infestation, application technology

1. Introdução

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) possui grande representatividade no cenário nacional e o estado de São Paulo permanece como maior produtor, com aproximadamente 52% de toda área plantada (CONAB, 2018).

A produtividade da cultura é limitada por fatores como as condições edáficas e climáticas e por patógenos, insetos e plantas daninhas (Negrisoli, 2004). As plantas daninhas são interferentes importantes e históricos no cultivo da cana-de-açúcar e podem provocar perdas de até 85%, quando não controladas adequadamente (Victoria Filho e Christoffoleti, 2004).

As plantas daninhas podem ser manejadas com métodos de controle químico, mecânico, biológico e cultural, sendo que o método químico permanece como o mais utilizado. Isso se tem dado em razão da grande extensão das áreas cultivadas, escassez de mão-de-obra, praticidade de aplicação, eficácia do tratamento e, principalmente, à redução dos custos (Rossi, 2004).

A forma de aplicação destes produtos também deve ser considerada, mas há falta de informações sobre a correta tecnologia de aplicação, o que prejudica o seu desempenho. A utilização equivocada de tecnologias e conceitos resulta em número maior de aplicações ou até em aplicações desnecessárias (Cunha et al., 2010).

Dada a necessidade das aplicações, há uma busca constante da redução do volume de aplicação visando aumento da capacidade operacional e redução de custos. Na redução desse volume é retirada parte da água utilizada como o diluente, resultando em aumento na concentração do produto na calda, com correlação positiva entre o aumento da concentração e o controle de algumas culturas estudadas (Almeida et al., 2013; Timossi et al., 2013; Almeida et al., 2015).

O indaziflam (Alion®, Bayer S.A.), pertencente à classe química alquilazina possui registro recente no Brasil (MAPA, 2016). Esse produto possui como mecanismo de ação a inibição da biossíntese de celulose, atuando, principalmente, na formação da parede celular (Guerra et al., 2013). O indaziflam possui atividade tanto em pré-emergência quanto em pós-emergência inicial de plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas, sendo mais eficiente no controle das monocotiledôneas (Amim et al., 2014).

Rodrigues e Almeida (2011), avaliaram diferentes volumes de calda no controle de plantas daninhas com o herbicida sulfentrazone e verificaram que é possível a utilização da redução do volume de aplicação sem a perda de eficácia no controle PRÉ de *P. maximum* e *I. hederifolia*. Barbosa et al. (2011) avaliaram a eficácia de controle de *Ipomoea nil* utilizando o herbicida diuron + hexazinone com e sem adjuvante, aplicado com bicocentrífugo de pulverização, em diferentes volumes de calda. Constataram que, independentemente do volume de calda utilizado, não houve diferença quanto à eficácia de controle da planta daninha estudada, indicando o menor volume por considerarem que possuem menores impactos ambientais.

Diante disso, objetivou-se avaliar o controle de plantas daninhas em pré e pós-emergência com diferentes dosagens e volumes de aplicação do herbicida indaziflam.

2. Material e Métodos

2.1. Local e aplicação dos tratamentos

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação durante o ano agrícola de 2017 entre os meses de junho a julho (EXP I) e de novembro a dezembro (EXP II) para obtenção de respostas das diferentes épocas de aplicações. As coordenadas geográficas do local dos experimentos foram da latitude de 21°14'25"S, longitude de 48°17'19"W e altitude de 596 m.

As plantas daninhas tomadas como alvo foram: corda-de-viola (*Ipomoea hederifolia* L.), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), buva (*Coryza canadensis*) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*). As duas primeiras receberam aplicações pré-emergentes e as duas seguintes pós-emergentes. O produto utilizado foi o indaziflam (Alion®, Bayer S.A.).

As sementeiras foram realizadas em vasos com volume de 3,5 litros, contendo substrato (solo, areia e húmus – 3:1:1). Foi utilizado um total de 10 sementes de *I. hederifolia*, 20 sementes de *P. maximum*, duas plantas de *C.*

canadenses transplantadas e originárias do campo, próximas do local de estudo, e 10 sementes de *D.insularis*, em cada vaso.

A semeadura das plantas na modalidade pré-emergente foi realizada quatro dias antes das aplicações das caldas fitossanitárias e 30 dias para as plantas na modalidade PÓS. Os vasos contendo sementes de plantas daninhas em PRÉ receberam após as semeaduras 200g de palha de cana-de-açúcar.

Para aplicação dos tratamentos foi utilizado um quadriciclo experimental adaptado para pulverizações em parcelas (Figura 1), munido de barra com 60 cm de altura a partir do topo das plantas, com quatro bicos de pulverização, espaçados em 0,5m, equipados com pontas de pulverização do modelo TT 11001 ajustada para cada volume de aplicação, através de pressão constante com CO₂ (200 kPa) e velocidade de 14 km/h.



Figura 1 – Quadriciclo adaptado com barra de pulverização para a realização das aplicações dos experimentos.

As aplicações das caldas foram realizadas sobre os vasos já contendo as sementes de plantas daninhas ainda não germinadas, para as avaliações em PRÉ, e contendo as plantas germinadas para PÓS

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial (4 x 2); quatro volumes (50, 75, 100 e 125 L/ha) e duas concentrações (150 e

200 mL/ha), além de uma testemunha sem aplicação, para as plantas PRÉ e quatro volumes (75, 100, 125 e 150 L/ha) com as mesmas concentrações do produto (150 e 200 mL/ha) e uma testemunha sem aplicação, para as plantas PÓS, totalizando nove (09) tratamentos com quatro repetições, para cada experimento (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos experimentais utilizados para o controle PRÉ de PANMA e IPOHF, e as condições ambientais durante os momentos das aplicações dos produtos.

Tratamentos		Condições Ambientais					
Volume (L/ha)	Dosagem	EXP I			EXP II		
<i>Alion</i> + água	(mL/ha)	T (°C)	UR (%)	VV (m s ⁻¹)	T (°C)	UR (%)	VV (m s ⁻¹)
	<i>Alion</i>						
50	150	18,6	67	0,3	28,4	69	5,5
75	150	18,9	69	0,3	28,2	66	2,2
100	150	21,7	66	0,4	28,7	67	2,0
125	150	22,4	66	0,4	28,7	68,9	3,2
50	200	23,3	62	0,3	28,9	68	3,2
75	200	23,5	61	0,4	28,3	68	2,3
100	200	23,7	61	0,5	29,8	69	4,6
125	200	23,8	60	0,3	27,7	65	1,6
Testemunha (água)		-	-	-	-	-	-

Tabela 2. Descrição dos tratamentos experimentais utilizados para o controle PÓS de ERICA e DIGIN, e as condições ambientais durante os momentos das aplicações dos produtos.

Tratamentos		Condições Ambientais					
Volume (L/ha)	Dosagem	EXP I			EXP II		
<i>Alion</i> + água	(mL/ha)	T (°C)	UR (%)	VV (m s ⁻¹)	T (°C)	UR (%)	VV (m s ⁻¹)
	<i>Alion</i>						
75	150	23,6	61	0,3	28,1	69	1,8
100	150	23,2	61	0,3	28,9	66	3,2
125	150	24,3	61	0,4	29,4	67	3,7
150	150	24,6	60	0,5	31,8	61	3,1
75	200	24,3	61	0,3	28,8	66	3,5
100	200	23,9	60	0,3	28,2	67	3,2
125	200	23,6	60	0,3	29,8	65	1,6
150	200	23,0	61	0,3	32,0	60	2,2
Testemunha (água)		-	-	-	-	-	-

Após as aplicações, os vasos foram levados para casa de vegetação e cada vaso foi irrigado com 50 mL de água a cada quatro dias até o final das análises de cada experimento.

2.2. Avaliações realizadas

As avaliações de controle das plantas daninhas foram realizadas, visualmente, através da escala de notas da Asociación Latino Americana de Malezas (ALAM, 1974), durante o período de 42 dias. Nestas avaliações, foram atribuídas notas de controle que variaram de 0 a 100%, em que 0 (zero) não ocorreu controle e 100% ocorreu controle total das plantas. As avaliações foram realizadas no 7°, 14°, 21°, 28°, 35° e 42° dia após a aplicação (DAA), para os dois experimentos e foram realizadas medições de crescimento da parte aérea das plantas daninhas, semanalmente, para obtenção da biometria das plantas.

No final do período experimental, as plantas foram coletadas e foi determinado o acúmulo de biomassa seca (parte área + raiz) em estufa de circulação de ar forçada por 72 horas a 65 °C. E os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

3. Resultados e Discussão

3.1. Controle de plantas daninhas

A aplicação de herbicida em pré-emergência busca controlar as plantas daninhas, evitando a interferência no crescimento da cultura. Nesta modalidade, o controle de PANMA, foi em média de 95% de controle nos dois experimentos realizados, exceto no tratamento de dosagem 200 mL do herbicida por hectare e volume de 75 L ha⁻¹ (EXP I), aos 28, 35 e 42 DAA (Tabela 3). Esse tratamento atingiu 86% de controle, segundo a escala da ALAM (1974). De maneira geral,

houve pouca diferença de controle em cada experimento, mesmo com as diferentes condições climáticas.

Há poucos trabalhos na literatura que avaliam o controle de PANMA com indaziflam na cultura da cana-de-açúcar. Amim et al. (2014) realizaram um trabalho com a utilização desse produto e observaram que os melhores níveis de controle foram expressos nos tratamentos aplicados em volumes de 75, 100 e 125 L/ha, constatando níveis de controle acima de 98%. Na modalidade PÓS em pomar de citros, a mistura do indaziflam com saflufenacil e glufosinato aumentou o período residual do tratamento e proporcionou 88% de controle de PANMA, aos 30 DAA (Jhala et al. 2013).

Esses resultados corroboram os observados por Kaapro e Hall (2012), os quais mostraram maior controle de capim-colonião em plantios de pinus e eucalipto na Austrália, tanto em PRÉ como em PÓS. Esses autores sugerem que, para aumentar o espectro de controle, o indaziflam deve ser combinado com outro herbicida residual, como o hexazinone (em pinus), simazinee sulfometuron (em eucalipto).

Em relação ao controle de IPOHF os tratamentos de menor dosagem do herbicida (150 mL/ha) e volume de 75 L/ha, resultaram em 78% de controle aos 35 e 42 DAA. O tratamento com o mesmo volume na dosagem 200 mL/ha controlou um máximo de 91% da planta daninha (EXP I). No segundo experimento, foram observadas diferenças de controle apenas nos tratamentos de dosagem 150 mL/ha em todo período estudado, resultando em 78% nos volumes de 50 e 125 L/ha aos 7 DAA, controle de 83% através do volume de 75L ha⁻¹ aos 35 DAA e um controle máximo de 94% utilizando o volume de 125 L ha⁻¹ na avaliação aos 42 DAA (Tabela 4).

Nas aplicações em PÓS, o controle foi menor que o verificado para as aplicações em PRÉ das plantas daninhas. As menores porcentagens de controle de ERICA foram para a maior dosagem e maior volume do herbicida, com 43 % de controle, aos 7, 21 e 28 DAA. A maior porcentagem de controle foi com o volume 125 L ha⁻¹ nas duas dosagens, durante todo o período de análise (Tabela 5), com 88% de controle aos 35 e 42 DAA, com a menor dosagem do herbicida (EXP I).

No segundo experimento, houve diferenças das dosagens para a menor dosagem do produto (150 mL ha⁻¹), com a menor percentagem de controle para o volume 75L ha⁻¹ (33%) e do volume de 125L ha⁻¹ (43%) no primeiro dia de avaliação. Utilizando a dosagem de 200 mL ha⁻¹, o controle foi maior que 90% aos 42 DAA, para todos os volumes avaliados, com 98% de controle para o volume de 125L ha⁻¹ (Tabela 5).

Amim et. al (2014) verificaram reduções de *D. sanguinalis* e *E. pilosa* (Poaceae) em comparação à testemunha. No entanto, as respostas de controle com aplicações de indaziflam em *Conyza canadensis*, não foram eficazes e não proporcionaram diferenças em relação à testemunha sem aplicação.

Para DIGIN no primeiro dia de avaliação houve 15% de controle, utilizando a 150mL do herbicida ha⁻¹, e com o volume de aplicação de 75 L ha⁻¹, no primeiro experimento e controle de 20% no segundo experimento, com os volumes de 125 e 150L ha⁻¹ também com a menor dosagem mínima do produto.

A maior percentagem de controle (EXP I - 80%; EXP II - 93%) foi observada aos 42° DAA através da dosagem de 200mL ha⁻¹ e volume de 100 L ha⁻¹ nos dois experimentos (Tabela 6).

O controle em PRÉ e PÓS pelo herbicida indaziflam sobre DIGIN tem sido muito estudado, com resultados satisfatórios de controle. Kaapro e Hall (2012) observaram 100% de controle para essa planta daninha utilizando a dosagem de 100 mL ha⁻¹.

Brosnan et al. (2011), ao avaliarem o controle da planta daninha com indaziflam aplicado em diferentes épocas, nas dosagens de 35, 52,5 e 70 mL ha⁻¹, observaram controle acima de 98% até 105 dias após a aplicação em PRÉ. Aos 195 dias após o tratamento, o controle foi reduzido, principalmente, para as menores dosagens, permanecendo, porém, acima de 90% e sem diferença significativa entre as dosagens.

Tabela 3. Notas de controle de PANMA submetidas aos tratamentos de dosagens de indaziflam e volumes de calda, em PRÉ.

Volume (L/ha)	EXPI											
	7 DAA (mL / ha)		14 DAA (mL / ha)		21 DAA (mL / ha)		28 DAA (mL / ha)		35 DAA (mL / ha)		42 DAA (mL / ha)	
	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200
50	83,8 aA	85,0 aA	83,8 aA	87,5 aA	83,8 aA	87,5 aA	85,0 aA	91,3 aA	87,5 aA	91,3 aA	88,8 aA	91,3 aA
75	92,5 aA	86,3 aA	93,8 aA	86,3 aA	93,8 aA	86,3 aA	96,3 aA	86,3 bA	96,3 aA	86,3 bA	97,5 aA	86,3 bA
100	92,5 aA	92,5 aA	92,5 aA	92,5 aA	95,0 aA	92,5 aA	95,0 aA	92,5 aA	97,5 aA	92,5 aA	97,5 aA	92,5 aA
125	90,0 aA	88,8 aA	90,0 aA	91,3 aA	93,8 aA	91,3 aA	93,8 aA	91,3 aA	96,3 aA	91,3 aA	96,3 aA	91,3 aA
DMS (5%)	13,6		12,9		12,3		12,2		10,7		10,7	
Volume (L/ha)	EXPII											
	7 DAA (mL / ha)		14 DAA (mL / ha)		21 DAA (mL / ha)		28 DAA (mL / ha)		35 DAA (mL / ha)		42 DAA (mL / ha)	
	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200
50	96,3 aA	96,3 aA	96,3 aA	97,5 aA								
75	97,5 aA	96,3 aA	98,8 aA	97,5 aA	98,8 aA	97,5 aA	98,8 aA	98,8 aA	98,8 aA	98,8 aA	98,8 aA	98,8 aA
100	97,5 aA	97,5 aA	97,5 aA	97,5 aA	97,5 aA	97,5 aA	97,5 aA	97,5 aA	97,5 aA	98,8 aA	97,5 aA	98,8 aA
125	96,3 aA	100,0 aA	97,5 aA	100,0 aA	97,5 aA	100,0 aA	97,5 aA	100,0 aA	97,5 aA	100,0 aA	97,5 aA	100,0 aA
DMS (5%)	7,5		7,1		7,1		7,0		6,5		6,5	

As médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Em cada data de avaliação e experimento, letras minúsculas na mesma linha são comparações entre as dosagens e letras maiúsculas na mesma coluna são comparações entre os volumes. Notas segundo escala ALAM (1974).

Tabela 4. Notas de controle de IPOHF submetidas aos tratamentos de dosagens de indaziflam e volumes de calda, em PRÉ.

Volume (L/ha)	EXPI											
	7 DAA (mL / ha)		14 DAA (mL / ha)		21 DAA (mL / ha)		28 DAA (mL / ha)		35 DAA (mL / ha)		42 DAA (mL / ha)	
	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200
50	62,5 aA	67,5 aA	62,5 aA	67,5 aA	60,0 aA	67,5 aA	70,0 aA	70,0 aB	70,0 aA	71,3 aB	70,0 aA	72,5 aB
75	75,0 aA	77,5 aA	75,0 aA	82,5 aA	75,0 aA	85,0 aA	77,5 aA	87,5 aAB	77,5 bA	91,3 aA	77,5 bA	91,3 aA
100	77,5 aA	72,5 aA	77,5 aA	72,5 aA	80,0 aA	75,0 aA	82,5 aA	88,8 aA	82,5 aA	88,8 aA	82,5 aA	88,8 aAB
125	67,5 aA	67,5 aA	67,5 aA	67,5 aA	65,0 aA	67,5 aA	65,0 aA	72,5 aAB	67,5 aA	76,3 aAB	67,5 aA	76,3 aAB
DMS (5%)	23,0		22,0		23,3		17,5		16,4		16,5	
Volume (L/ha)	EXPII											
	7 DAA (mL / ha)		14 DAA (mL / ha)		21 DAA (mL / ha)		28 DAA (mL / ha)		35 DAA (mL / ha)		42 DAA (mL / ha)	
	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200
50	78,8 bB	92,5 aA	81,3 bA	92,5 aA	83,8 aA	92,5 aA	87,5 aA	96,3 aA	90,0 aAB	96,3 aA	90,0 aAB	96,3 aA
75	91,3 aAB	100,0 aA	82,5 bA	100,0 aA	82,5 bA	100,0 aA	82,5 bA	100,0 aA	82,5 bB	100,0 aA	82,5 bB	100,0 aA
100	91,3 aAB	95,0 aA	85,0 aA	93,8 aA	85,0 aA	92,5 aA	85,0 aA	92,5 aA	85,0 aAB	92,5 aA	85,0 aAB	92,5 aA
125	93,8 aA	92,5 aA	93,8 aA	92,5 aA	93,8 aA	92,5 aA	93,8 aA	92,5 aA	93,8 aA	92,5 aA	93,8 aA	92,5 aA
DMS (5%)	14,8		14,6		14,1		12,0		10,3		10,3	

As médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Em cada data de avaliação e experimento, letras minúsculas na mesma linha são comparações entre as dosagens e letras maiúsculas na mesma coluna são comparações entre os volumes. Notas segundo escala ALAM (1974).

Tabela 5. Notas de controle de ERICA submetidas aos tratamentos de dosagens de indaziflam e volumes de calda, em PÓS.

Volume (L/ha)	EXPI											
	7 DAA (mL / ha)		14 DAA (mL / ha)		21 DAA (mL / ha)		28 DAA (mL / ha)		35 DAA (mL / ha)		42 DAA (mL / ha)	
	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200
75	45,0 aA	50,0 aA	47,5 aA	50,0 aA	47,5 aA	65,0 aAB	55,0 aA	65,0 aAB	55,0 aB	70,0 aAB	60,0 aA	72,5 aA
100	57,5 aA	55,0 aA	57,5 aA	55,0 aA	57,5 aA	62,5 aAB	65,0 aA	65,0 aAB	70,0 aAB	65,0 aAB	70,0 aA	70,0 aA
125	67,5 aA	75,0 aA	70,0 aA	77,5 aA	72,5 aA	82,5 aA	77,5 aA	82,5 aA	87,5 aA	82,5 aA	87,5 aA	82,5 aA
150	70,0 aA	42,5 bA	70,0 aA	45,0 aA	70,0 aA	45,0 bB	72,5 aA	47,5 bB	75,0 aAB	55,0 aB	75,0 aA	60,0 aA
DMS (5%)	34,38		33,36		30,65		30,02		27,24		28,18	
Volume (L/ha)	EXPII											
	7 DAA (mL / ha)		14 DAA (mL / ha)		21 DAA (mL / ha)		28 DAA (mL / ha)		35 DAA (mL / ha)		42 DAA (mL / ha)	
	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200
75	32,5 bA	55,0 aAB	41,3 bA	65,0 aAB	50,0 bB	72,5 aA	55,0 bB	87,5 aA	60,0 bB	87,5 aA	80,0 aA	90,0 aA
100	45,0 aA	52,5 aAB	57,5 aA	65,0 aAB	67,5 aAB	75,0 aA	81,3 aAB	88,8 aA	85,0 aAB	92,5 aA	87,5 aA	95,0 aA
125	42,5 bA	77,5 aA	67,5 aA	87,5 aA	80,0 aA	92,5 aA	88,8 aA	97,5 aA	90,0 aA	97,5 aA	95,0 aA	97,5 aA
150	45,0 aA	42,5 aB	55,0 aA	55,0 aB	65,0 aAB	65,0 aA	77,5 aAB	76,3 aA	85,0 aAB	87,5 aA	85,0 aA	90,0 aA
DMS (5%)	25,46		28,83		29,62		28,48		26,07		18,99	

As médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Em cada data de avaliação e experimento, letras minúsculas na mesma linha são comparações entre as dosagens e letras maiúsculas na mesma coluna são comparações entre os volumes. Notas segundo escala ALAM (1974).

Tabela 6. Notas de controle de DGIN submetidas aos tratamentos de dosagens de indaziflam e volumes de calda, em PÓS.

Volume (L/ha)	EXPI											
	7 DAA (mL / ha)		14 DAA (mL / ha)		21 DAA (mL / ha)		28 DAA (mL / ha)		35 DAA (mL / ha)		42 DAA (mL / ha)	
	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200
75	15,0 bB	42,5 aAB	17,5 bA	45,0 aAB	17,5 bB	55,0 aA	20,0 bA	55,0 aA	25,0 bA	55,0 aAB	25,0 bA	57,5 aA
100	42,5 aA	60,0 aA	42,5 aA	60,0 aA	42,5 bA	62,5 aA	45,0 bA	72,5 aA	47,5 bA	77,5 aA	47,5 bA	80,0 aA
125	32,5 aAB	42,5 aAB	35,0 aA	45,0 aAB	37,5 aAB	47,5 aA	37,5 aA	47,5 aAB	37,5 aA	47,5 aBC	37,5 aA	50,0 aAB
150	20,0 aAB	17,5 aB	20,0 aA	20,0 aB	20,0 aAB	20,0 aB	20,0 aA	22,5 aB	25,0 aA	25,0 aC	25,0 aA	25,0 aB
DMS (5%)	25,46		25,39		24,91		26,59		29,56		30,99	
Volume (L/ha)	EXPII											
	7 DAA (mL / ha)		14 DAA (mL / ha)		21 DAA (mL / ha)		28 DAA (mL / ha)		35 DAA (mL / ha)		42 DAA (mL / ha)	
	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200	150	200
75	22,5 bB	42,0 aA	32,5 bA	50,0 aAB	32,5 bA	55,0 aAB	42,5 aA	65,0 aAB	55,0 aA	70,0 aAB	55,0 aA	70,0 aAB
100	40,0 aA	50,0 aAB	45,0 bA	62,5 aA	47,5 bA	70,0 aA	60,0 bA	90,0 aA	65,0 aA	92,5 aA	65,0 aA	92,5 aA
125	20,0 aB	32,5 aBC	35,0 aA	40,0 aAB	42,5 aA	40,0 aB	55,0 aA	42,5 aB	62,5 aA	42,5 aB	62,5 aA	42,5 aB
150	20,0 aB	20,0 aC	27,5 aA	30,0 aB	32,5 aA	35,0 aB	50,0 aA	37,5 aB	57,5 aA	37,5 aB	57,5 aA	40,0 aB
DMS (5%)	16,76		23,03		28,11		34,18		37,93		37,79	

As médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Em cada data de avaliação e experimento, letras minúsculas na mesma linha são comparações entre as dosagens e letras maiúsculas na mesma coluna são comparações entre os volumes. Notas segundo escala ALAM (1974).

3.2. Análise de crescimento das plantas daninhas

Houve efeito visualmente perceptível sobre o crescimento das plantas daninhas no período de avaliações, com respostas ao efeito do produto aplicado (Figura 2). As plantas daninhas submetidas aos tratamentos 150 mL com 100 L ha⁻¹, 150 mL com 125 L ha⁻¹ e 200 mL com 50 L ha⁻¹ apresentaram o menor crescimento em comparação aos demais tratamentos e a testemunha sem aplicação, no primeiro experimento, durante os 42 dias de análise (Figura 3). Já no segundo experimento, os menores valores de crescimento das plantas daninhas foram para os tratamentos 150 mL com 100 L ha⁻¹, 150 mL com 125 L ha⁻¹, 200 mL com 75 L ha⁻¹ e 200 mL com 125 L ha⁻¹ (Figura 4).

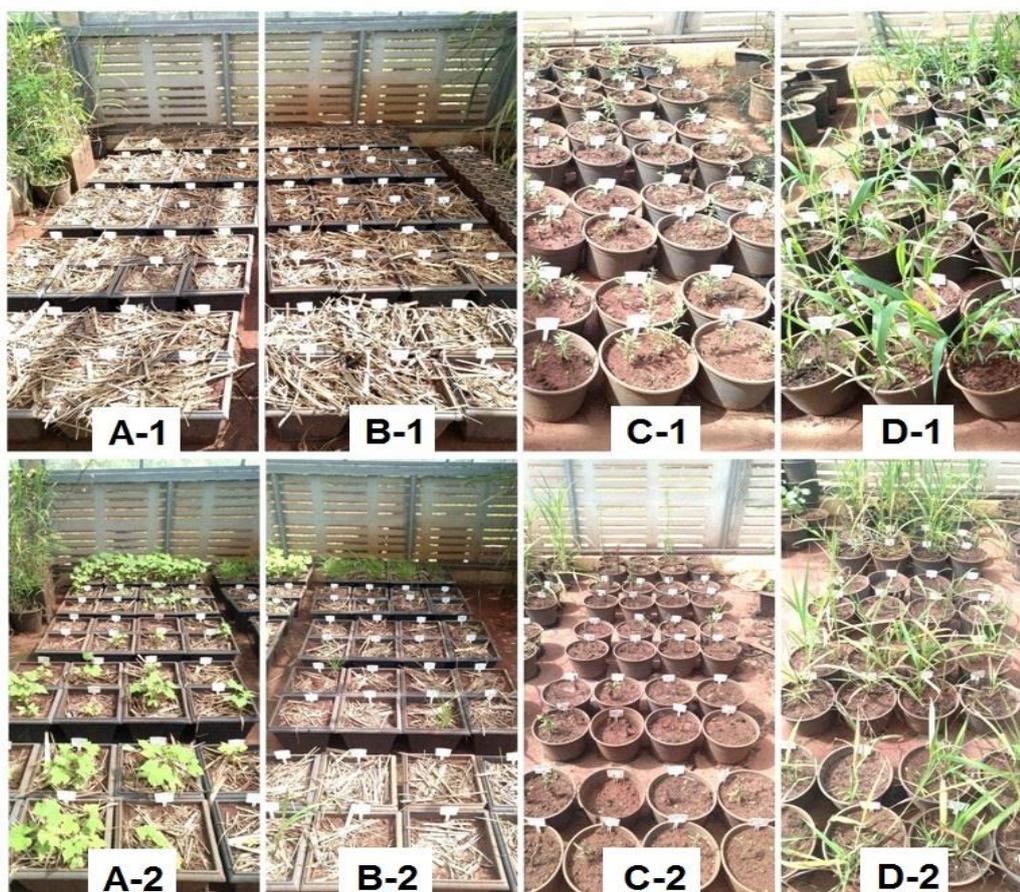


Figura 2. Análise de controle visual das plantas daninhas no 7° DAA (A-1 - IPOHF, B-1 - PANMA, C-1 - ERICA e D-1 - DIGIN) e 42° DAA (A-2 - IPOHF, B-2 - PANMA, C-2 - ERICA e D-2 - DIGIN) entre os meses de novembro a dezembro de 2017.

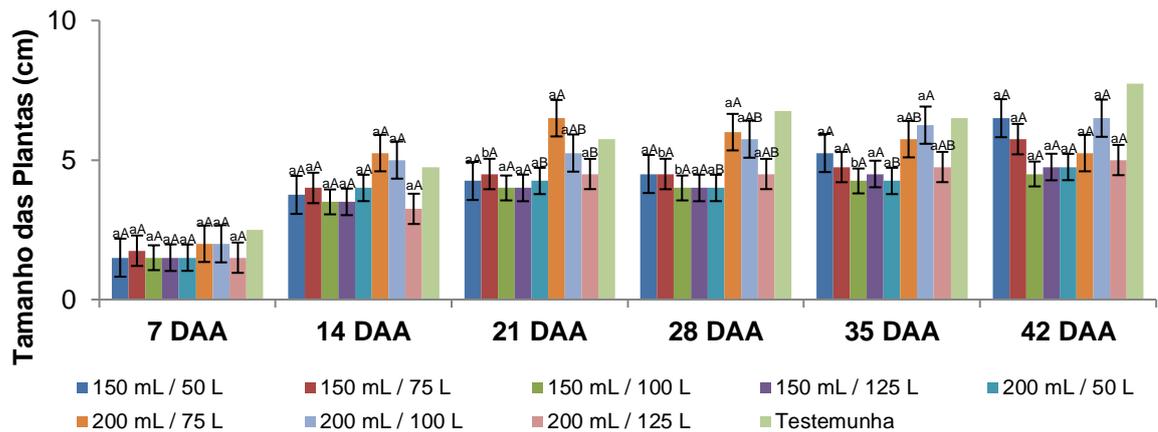


Figura 3. Análise de crescimento (altura) de *Ipomoea hederifolia* L. (EXP I) após a aplicação do herbicida indaziflam.

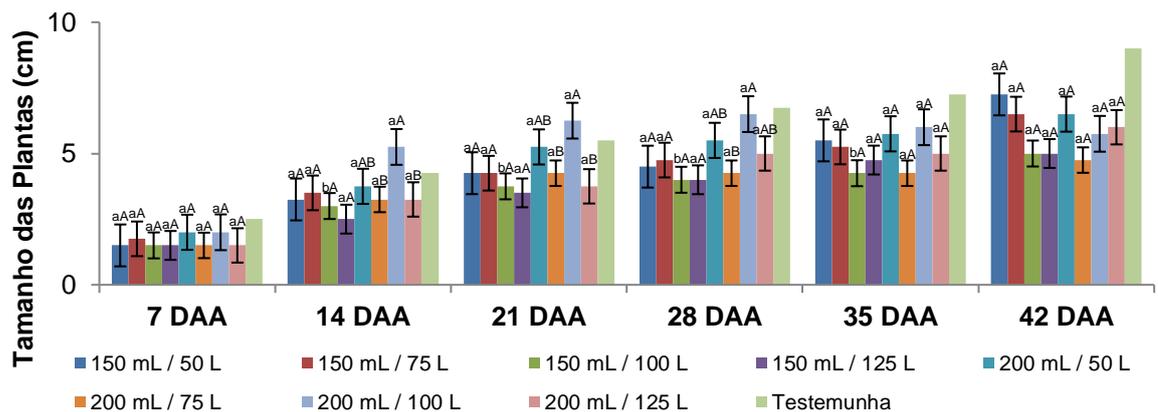


Figura 4 - Análise de crescimento (altura) de *Ipomoea hederifolia* L. (EXP II) após a aplicação do herbicida indaziflam.

PANMA apresentou o menor crescimento para a aplicação de 150 mL com 75L ha⁻¹, 150 mL com 100 L ha⁻¹, 150 mL com 125 L ha⁻¹, 200 mL com 50 L ha⁻¹ e 200 mL com 125 L ha⁻¹, em comparação aos demais tratamentos e a testemunha sem aplicação, no primeiro experimento, durante os 42 dias de análise (Figura 5). No segundo experimento (Figura 6), o menor desenvolvimento de capim-colonião ocorreu para os tratamentos 150 mL com 75L ha⁻¹, 150 mL com 100 L ha⁻¹, 200 mL com 50 L ha⁻¹, 200 mL com 125 L ha⁻¹ e 200 mL com 100 L ha⁻¹.

Os tratamentos de 1 a 4 apresentaram resultados de crescimento semelhante ao primeiro experimento (Figura 5), com redução do crescimento de PANMA.

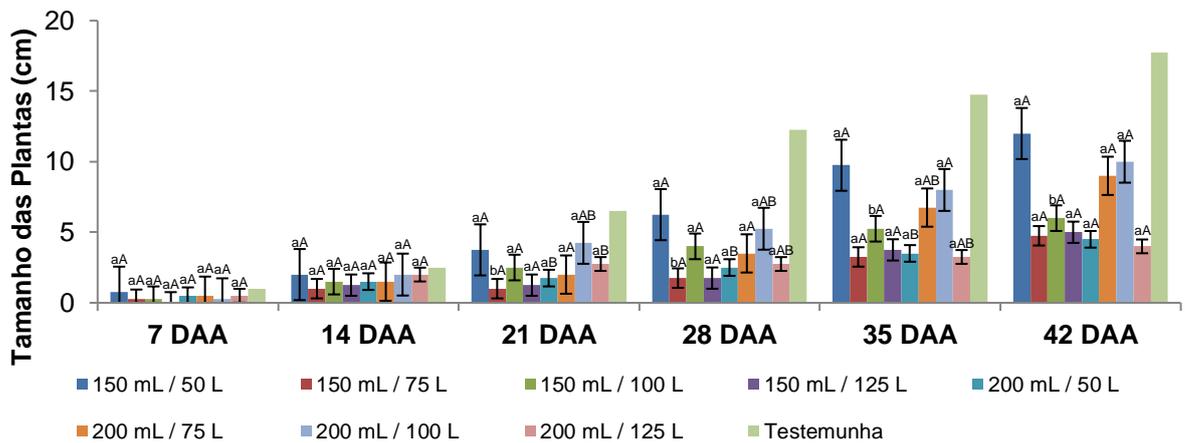


Figura 5 - Análise de crescimento (altura) de *Panicum maximum* Jacq. (EXP I) após a aplicação do herbicida indaziflam.

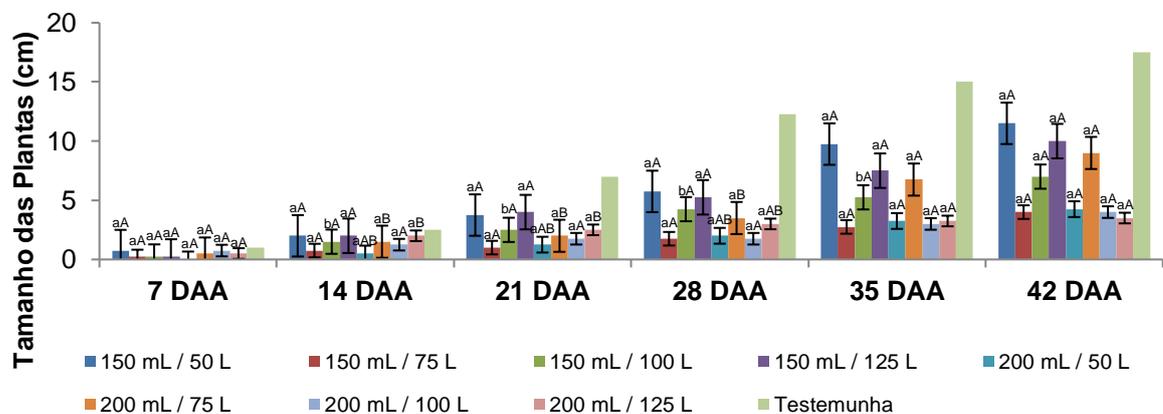


Figura 6 - Análise de crescimento (altura) de *Panicum maximum* Jacq. (EXP II) após a aplicação do herbicida indaziflam.

Para a espécie ERICA (Figuras 7 e 8), verificou-se menores crescimentos para os tratamentos 150 mL com 75 L ha⁻¹, 150 mL com 100 L ha⁻¹, 150 mL com 125 L ha⁻¹, 150 mL com 150 L ha⁻¹, 200 mL com 75 L ha⁻¹, 200 mL com 100 L ha⁻¹ e 200 mL com 125 L ha⁻¹. Nos experimentos I e II, verificou-se a maior eficiência do

controle de ERICA, através de 200 mL com 100 L ha⁻¹, que resultou em menor desenvolvimento da parte aérea desta planta daninha.

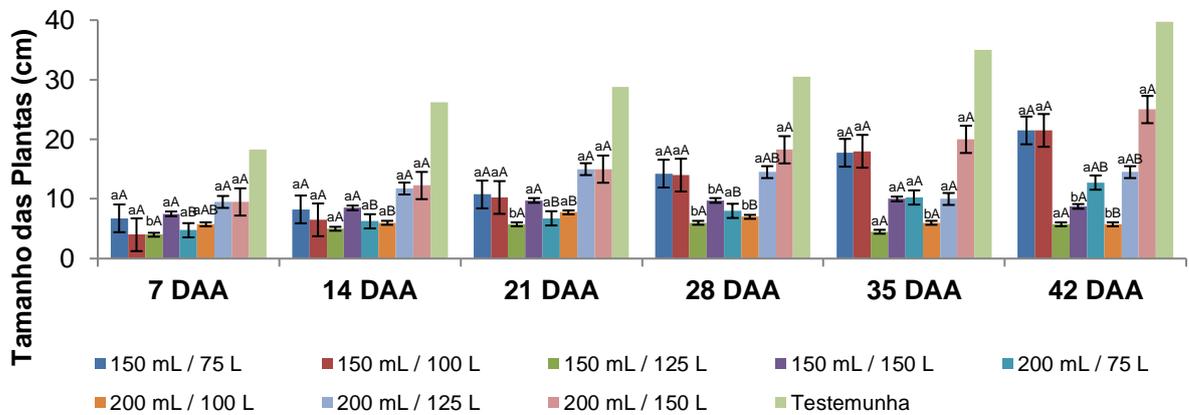


Figura 7 - Análise de crescimento de *Conyza canadensis* (EXP I) após a aplicação do herbicida indaziflam.

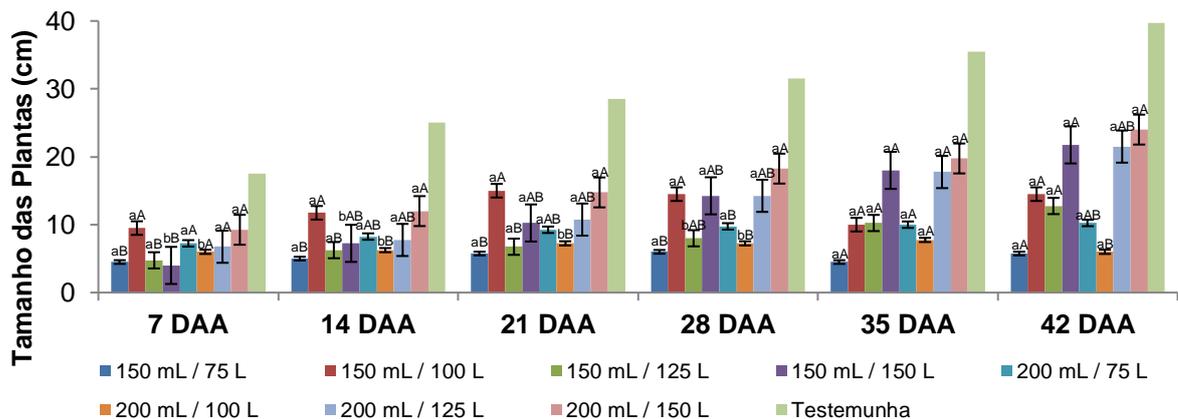


Figura 8 - Análise de crescimento de *Conyza canadensis* (EXP II) após a aplicação do herbicida indaziflam.

As aplicações com volumes de 200 mL com 100 L ha⁻¹, obtiveram as melhores respostas do menor crescimento de DIGIN em comparação aos demais tratamentos, no primeiro experimento (Figura 9). Todavia, no segundo experimento, a mesma planta daninha, mas submetida a diferentes temperaturas e umidades obteve menor desenvolvimento através do volume 200 mL com 75 L ha⁻¹ (Figura 10). No entanto, os demais tratamentos não diferiram da testemunha em nenhum período de análise após a aplicação (EXP I e EXP II). Dos resultados dos dois

experimentos infere-se para a utilização de maiores dosagens (200 mL ha⁻¹) do herbicida indaziflam, para obtenção de eficácia no controle.

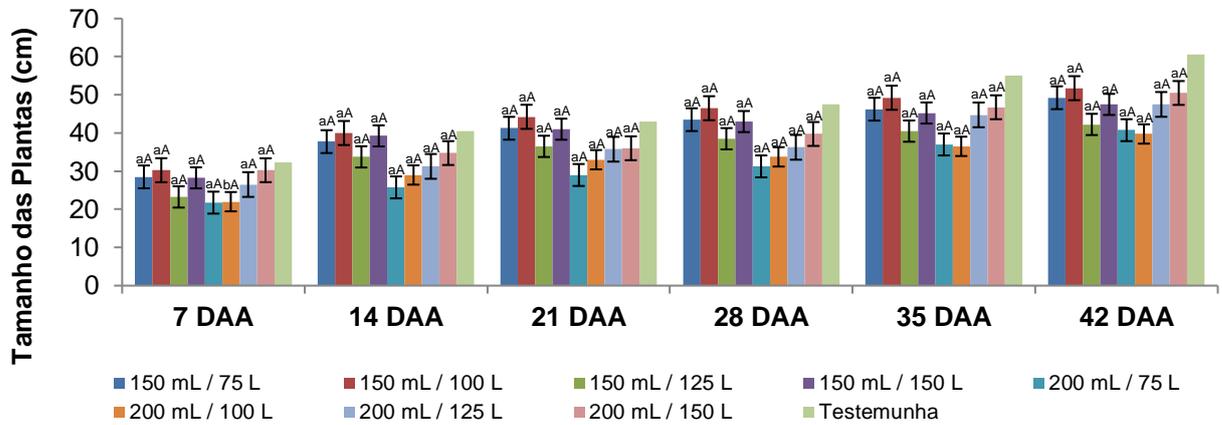


Figura 9 - Análise de crescimento de *Digitaria Insularis* (EXP I) após a aplicação do herbicida indaziflam.

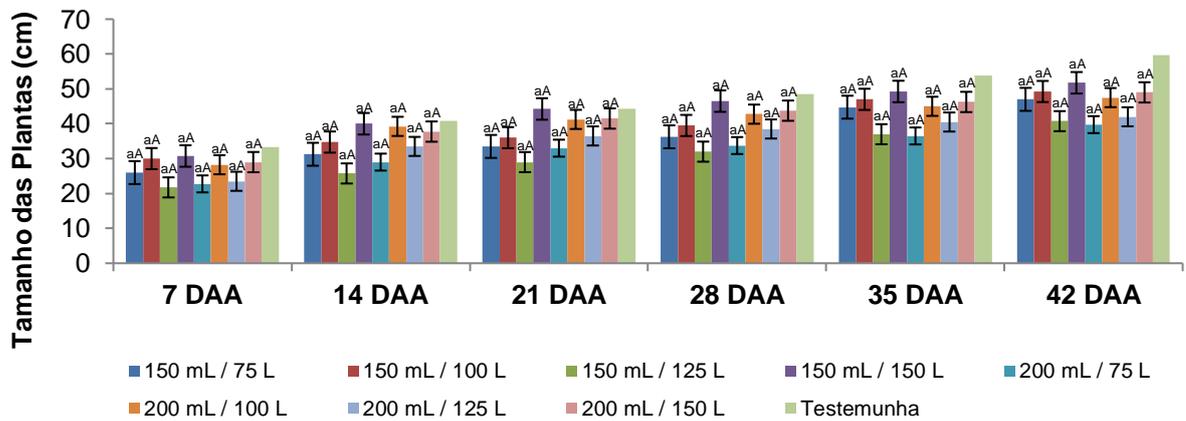


Figura 10 - Análise de crescimento de *Digitaria Insularis* (EXP II) após a aplicação do herbicida indaziflam.

3.3. Análise de redução das plantas daninhas

As plantas daninhas submetidas aos tratamentos em PRÉ (IPOHF e PANMA) obtiveram reduções significativas através das diferentes dosagens e volumes de aplicação, com redução média de biomassa seca (parte aérea + raiz) de 83% para IPOHF e 96% para PANMA, nos dois experimentos realizados (Figura 11). Além disso, os tratamentos de 75 L ha⁻¹ com 200 mL do herbicida aplicado em IPOHF – EXP I, 75 L ha⁻¹ com 150 mL do herbicida e 125 L ha⁻¹ com 200 mL do herbicida aplicados em PANMA – EXP II, resultaram em redução de 100 % da biomassa.

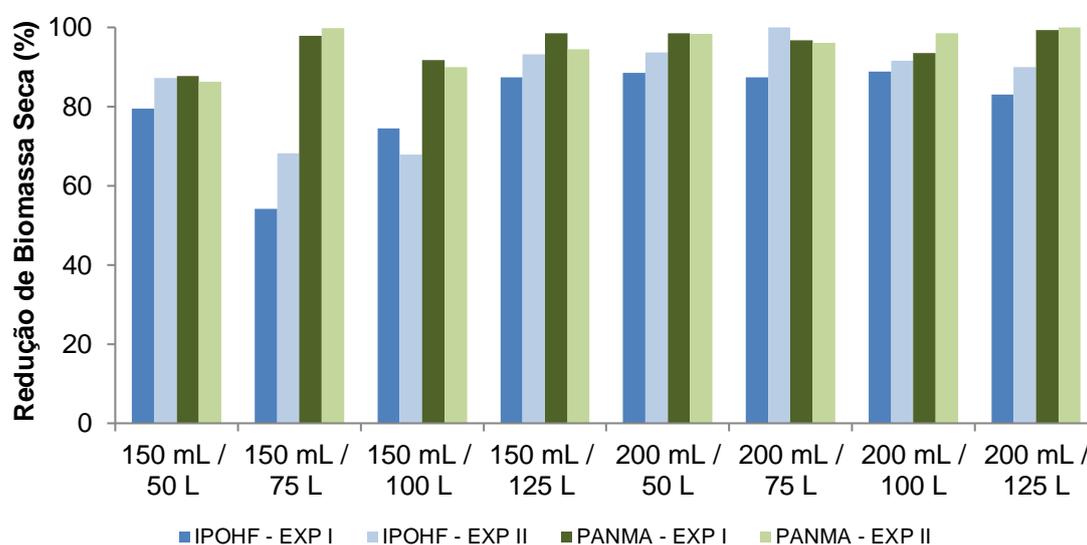


Figura 11 – Potencial de Redução das Biomassas de *Ipomoea hederifolia* L. e *Panicum maximum* nos dois períodos estudados.

Brosnan et al. (2011), avaliando *Digitaria* spp com indaziflam aplicado em diferentes épocas, nas dosagens 35, 52,5 e 70 g.ia.ha⁻¹, observaram controle acima de 98% até 105 dias após a aplicação em PRÉ.

Aos 195 dias após o tratamento, o controle foi reduzido, principalmente para as menores dosagens, permanecendo acima de 90% e sem diferença significativa entre as dosagens. Outro trabalho com dosagem de 30 g.ia.ha⁻¹, resultou em 95,3% na taxa de controle da espécie com até 60 g.ia.ha⁻¹ estimou-se 95,88% de controle e com 50 g.ia.ha⁻¹ obteve-se nível de controle satisfatório (Perry et al., 2011).

O controle de PANMA mostra que essa espécie é muito sensível ao indaziflam e, possivelmente, pode ser controlada satisfatoriamente com dosagens ainda menores que as estudadas. Jaculi (2016) ao pesquisar diferentes dosagens do herbicida na cultura da cana-de-açúcar verificou eficácia de redução superior a 90% de IPOHF, com volume de calda equivalente a 200 Lha⁻¹, e para combinação de indaziflam e sulfentrazone obteve eficiência maior que 72%.

As plantas daninhas analisadas na modalidade PÓS tiveram reduções médias das biomassas entre 63,4% e 62,4%, nos dois períodos analisados (EXP I e EXP II). O tratamento de 100 L ha⁻¹ com a utilização da maior dosagem do produto aplicado em DIGIN, no EXP II apresentou mais de 90 % de redução da biomassa seca (Figura 12). Mesmo o herbicida indaziflam sendo prioritariamente recomendado para uso em PRÉ das plantas daninhas (MAPA, 2018), verifica-se algum efeito de reduções das biomassas, ainda que com volumes reduzidos (75 L calda ha⁻¹), nas aplicações em pós-emergência.

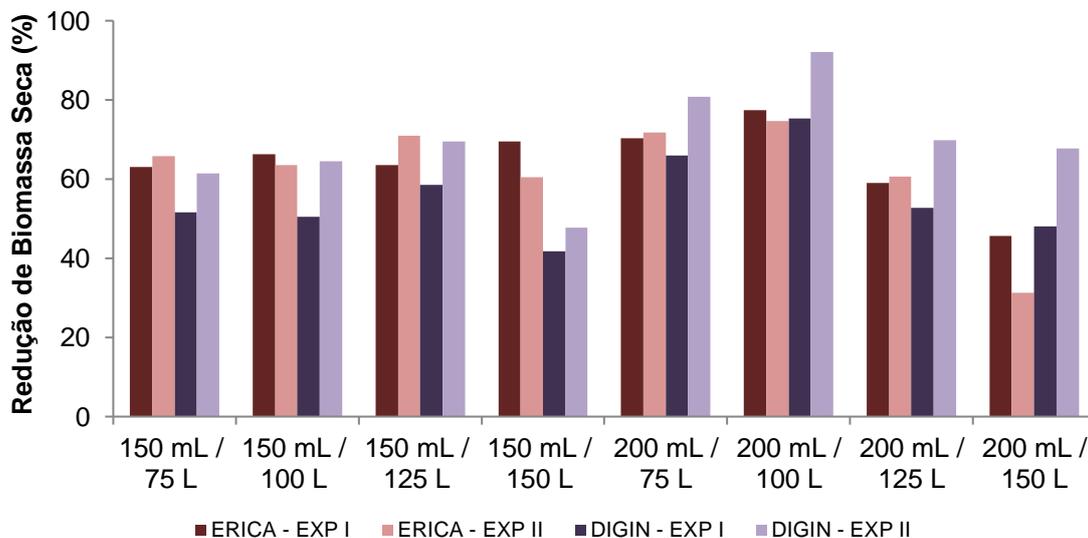


Figura 12 – Potencial de Redução das Biomassas de *Conyza canadensis* e *Digitaria insularis* nos dois períodos estudados.

Amim et al. (2014), realizaram um trabalho com a utilização de altas dosagens de indaziflam obtendo respostas de redução em 100% de *Conyza canadenses*. Os trabalhos obtidos podem ser associados a trabalhos realizados com outra espécie de ERICA e também com outras plantas daninhas. Geier et al. (2009), estudando a

eficiência de saflufenacil com volumes menores sobre *Amaranthus albus*, verificaram que a aplicação de 9 g i.a. ha⁻¹ proporcionou redução de biomassa maior que 90%, para esta espécie.

Experimentos conduzidos no Brasil demonstraram que a aplicação de indaziflam em dosagens a partir de 100 g i.a ha⁻¹, em espécies de *Digitaria spp.*, *Ageratum conyzoides*, *Sida rhombifolia* e *Bidens pilosa* proporcionaram controle satisfatório por um período de até 120 DAA (Christoffoleti, 2012; Nicolai, 2012). Simões (2018), estudando a seletividade e eficácia do herbicida indaziflam na cultura da cana-de-açúcar, afirmou que o herbicida tem potencial de redução das espécies de *Digitaria spp.* na dosagem a partir de 75 g i.a ha⁻¹. No primeiro ano de aplicação o indaziflam se mostrou seletivo mesmo em altas dosagens, não afetando as características produtivas e tecnológicas da cana-de-açúcar.

4. Conclusão

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido e para as espécies deste estudo, a utilização do herbicida através da redução da dosagem e volume de aplicação foi eficaz no controle PRÉ de IPOHF e PANMA, mesmo com a aplicação da mínima dosagem de 150 mL e volumes a partir de 75 L nos diferentes momentos de aplicações (EXP I e EXP II).

Para a aplicação em PÓS no controle de *C. canadensis* e *D. insularis* o produto apresenta efeito com a utilização da dosagem de 200 mL por hectare e volumes a partir de 100 L, contribuindo para o manejo, mas não podendo ser considerado exclusivamente como suficiente para controle nas dosagens avaliadas.

5. Referências

Almeida DP, Timossi PC, Lima SF, Silva UR (2013) Redução do volume de aplicação na dessecação de *Urochloa ruziziensis*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO, 6. Resumos... Londrina. p 1- 4.

Almeida DP, Timossi PC, Lima SF, Silva UR, Reis EF (2015) Droplets size categories and application volumes in burndown of plant covers. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 1, p. 73-82.

Amim RT, Freitas SP, Freitas ILJ, Gravina GA, Paes HMF (2014) Controle de plantas daninhas pelo indaziflam em solos com diferentes características físico-químicas. **Planta Daninha**, v.32, n.4, p.791-800.

Barbosa BFF et al. (2011) Controle de *Ipomoea nil* utilizando ponta centrífuga de pulverização em diferentes 266 volumes de aplicação com e sem adjuvante. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, 267 p.277-290.

Brosnan JT et al. (2011) Smooth crabgrass control with indaziflam at various spring timings. **Weed Technol.**, v. 25, n. 3, p. 363-366.

Christoffoleti P (2012) Indaziflam: Novo mecanismo de ação para a cana-de-açúcar. Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. p.76-80.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2018). Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_11_28_16_42_59_perfil_su_croalcool2014e15.pdf. Acesso em: 11 març. 2018.

Cunha JPAR, Silva Júnior AD (2010) Volumes de calda e pontas de pulverização no controle químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do sorgo forrageiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.4, p. 692-699.

Geier PW et al. (2009) Dose responses of five broadleaf weeds to saflufenacil. **Weed Technology**, Champaign, v. 23, n. 2, p. 313-316.

Guerra N, Oliveira Júnior RS, Constantin J, Oliveira Neto AM, Braz GBP (2013) Aminocyclopyrachlor e indaziflam: Seletividade, controle e comportamento no ambiente. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 3, p. 285 295.

Jhala AJ et al. (2013) Tank mixing saflufenacil, glufosinate and indaziflam improved burndown and residual weed control in citrus. **Weed Technol.**, v. 27, n. 2, p. 422-429.

Kaapro J, Hall J (2012) Indaziflam - a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. **Weed Sci. Res.**, Special Issue, v. 18, p. 267-270.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em <Matthews GA, Roy B, Miller P (2016) Pesticide Application Methods. 4 ed., London: Imperial College Press. 536 p.

Negrisola E et al (2004) Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 567-575.

Nicolai M (2012) Avaliação da seletividade do herbicida indaziflam ao longo de três anos para a cultura do citros. Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, p.81-85.

Perry DH et al. (2011) Indaziflam utilization for controlling problematic turfgrass weeds. **Online Appl. Turfgrass Sci.**, v. 8, n. 1.

Rodrigues BN, Almeida FS (2011) Guia de herbicidas. 6. ed. Londrina-PR. 697 p.

Rossi CVS (2004) **Dinâmica e eficácia no controle de plantas daninhas pelo herbicida metribuzin aplicado sobre palha de cana-de-açúcar.** 2004, 95p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Proteção de Plantas) – Unesp Botucatu.

Timossi PC, Almeida DP, Silva UR, Lima SF (2013) Redução do volume de calda na dessecação de vegetação espontânea para plantio direto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO.

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

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As modificações dos volumes de caldas alteram as características físico-químicas dos produtos, além de ocasionarem variações do ângulo de contato e da tensão superficial. Portanto, quanto maior a dosagem do produto utilizado nas caldas, menores serão os ângulos de contato e as tensões superficiais, obtendo como respostas uma maior molhabilidade e espalhamento do produto em contato com o alvo.

Nas condições em que foram realizados os experimentos, a redução no valor do pH e aumento da condutividade elétrica não interferiram na funcionalidade dos produtos, ao longo do tempo.

A utilização de menores volumes, na aplicação em pré-emergência do herbicida indaziflam, proporcionou controle eficaz de *I. hederifolia* e *P. maximum*, mesmo com a aplicação da mínima dosagem. Já na modalidade pós-emergente o produto apresentou efeito no controle de *C. canadensis* e *D. insularis*, utilizando maiores volumes e a máxima dosagem, obtendo contribuição para o manejo das plantas daninhas, mas não considerando como suficiente para controle nas dosagens avaliadas.