



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

TATIANE BEATRIZ MERTENS

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E TAXAS DE APLICAÇÃO DE HERBICIDA EM
PRÉ-EMERGÊNCIA PARA CONTROLE DE *Ipomoea grandifolia***

BANDEIRANTES, PR, BRASIL

2018

TATIANE BEATRIZ MERTENS

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E TAXAS DE APLICAÇÃO DE HERBICIDA EM
PRÉ-EMERGÊNCIA PARA CONTROLE DE *Ipomoea grandifolia***

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo
Coorientador: Prof. Dr. Jethro Barros Osipe

BANDEIRANTES, PR, BRASIL

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

M575p Mertens, Tatiane Beatriz
Pontas de pulverização e taxas de aplicação de herbicida em pré-emergência para controle de *Ipomoea grandifolia* / Tatiane Beatriz Mertens; orientador Marco Antonio Gandolfo; co-orientador Jethro Barros Osipe - Bandeirantes, 2018.
28 p.

Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia, 2018.

1. Cana-de-açúcar. 2. Cobertura. 3. Eficiência. 4. Planta daninha. 5. Tecnologia de aplicação. I. Gandolfo, Marco Antonio, orient. II. Osipe, Jethro Barros, co-orient. III. Título.

TATIANE BEATRIZ MERTENS

**PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E TAXAS DE APLICAÇÃO DE HERBICIDA EM
PRÉ-EMERGÊNCIA PARA CONTROLE DE *Ipomoea grandifolia***

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado
em Agronomia, da Universidade Estadual do Norte
do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 18/06/2018

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo	UENP
Prof. Dr. Ulisses Rocha Antuniassi	FCA/UNESP
Prof. Dr. Hatiro Tashima	UENP
Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi-Saab	UEL
Prof. Dr. Euripedes Bomfim Rodrigues	UENP

Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná
Campus Luiz Meneghel

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, pelo maravilhoso presente que é a vida e por iluminar e abençoar o meu caminho.

Aos meus pais Mário Mertens e Noeli Mertens.

Ao meu namorado Jorge Vitalino de Oliveira Neto.

Ao meu orientador Professor Dr. Marco Antônio Gandolfo e ao meu coorientador Professor Dr. Jethro Barros Osipe.

A equipe do NITEC, pela ajuda na realização do ensaio.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

À todos aqueles que ajudaram de alguma maneira e incentivaram para a conquista deste trabalho.

Muito obrigada!

MERTENS, Tatiane Beatriz. **Pontas de pulverização e taxas de aplicação de herbicida em pré-emergência para controle de *Ipomoea grandifolia***. 2018. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, 2018.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes pontas de pulverização e taxas de aplicação de herbicida em pré-emergência para controle de *Ipomoea grandifolia*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, no esquema fatorial (5 x 3) + 1, totalizando 15 tratamentos e uma testemunha. Os fatores foram constituídos de 5 taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha⁻¹), 3 pontas de pulverização (TT 11001, AVI 11001 e TVI 80050), além da testemunha que não recebeu aplicação. A calda de pulverização foi preparada em 5 recipientes, sendo composta por água, herbicida Front® (diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl) e marcador Amarelo FD&C-5. Primeiramente pesou-se em uma balança semi-analítica digital o marcador Amarelo na dose de 6 g L⁻¹, após, o herbicida Front® na dose de 2,0 kg ha⁻¹, seguindo a recomendação comercial de acordo com a textura do solo. Em cada recipiente foram pesados 10 litros de água e em um balde plástico foram pesados mais 5 litros de água com uma balança digital eletrônica, a água do balde plástico foi utilizada para diluir o marcador Amarelo e após o herbicida Front®. Após finalizar o preparo da calda de pulverização, a calda foi mantida em agitação constante através do retorno da bomba ao reservatório visando manter a homogeneização da calda. A pulverização foi realizada 60 minutos após a semeadura de *I. grandifolia*, por um simulador de pulverização de 15 m de comprimento, com sistema hidráulico composto por um controlador de pressão manual e bomba hidráulica de três pistões, movido por um motor elétrico de 1,5 kW, equipado com uma barra de pulverização de três metros e três pontas de pulverização, espaçadas em 0,5 m entre si e a uma altura de 0,5 m da parte superior dos vasos. Após a pulverização, foi realizada a avaliação de porcentagem de cobertura, avaliando-se todas as repetições em cada tratamento. Foram realizadas avaliações de controle e contagem de plantas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA). Para a avaliação de controle foi adotada a escala de notas de 0 a 100%, em que 0 representa a ausência de controle e 100 a morte de todas as plantas. A avaliação de contagem de plantas foi realizada à partir da contagem do número de plantas presentes em cada vaso. Com os resultados obtidos neste trabalho, evidencia-se a possibilidade da redução da taxa de aplicação no controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar em casa-de-vegetação, no entanto, a realização de outros ensaios à campo podem comprovar esta possibilidade. As maiores taxas de aplicação promoveram os maiores níveis de cobertura. A redução da taxa de aplicação com o herbicida Front® não gerou perda de eficiência no controle de *I. grandifolia* até os 60 DAA em casa-de-vegetação. A ponta de pulverização TVI 80050 apresentou a menor porcentagem de cobertura. Não verificou-se diferença significativa entre as pontas de pulverização para o controle e número de plantas de *I. grandifolia*.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Cobertura. Eficiência. Planta daninha. Tecnologia de aplicação.

MERTENS, Tatiane Beatriz. **Spray nozzles and application rate of pre-emergence herbicide to control *Ipomoea grandifolia***. 2018. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2018.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate different spraying tips and herbicide application rates in pre-emergence to control *Ipomoea grandifolia*. The experimental design was completely randomized, with four replications, in the factorial scheme (5 x 3) + 1, totaling 15 treatments and one control. The factors were constituted of 5 application rates (50, 75, 100, 150 and 200 L ha⁻¹), 3 spray tips (TT 11001, AVI 11001 and TVI 80050), besides the control that received no application. The spray syrup was prepared in 5 containers, consisting of water, Front[®] herbicide (diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl) and FD&C-5 Yellow marker. The yellow marker at the dose of 6 g L⁻¹ was first weighed on a digital semi-analytical balance after the Front[®] herbicide at the dose of 2.0 kg ha⁻¹, following the commercial recommendation according to the texture of the ground. In each vessel were weighed 10 liters of water and in a plastic bucket were weighed another 5 liters of water with an electronic digital scale, the water from the plastic bucket was used to dilute the marker Yellow and after the herbicide Front[®]. After completion of the preparation of the spray syrup, the syrup was kept under constant stirring by returning the pump to the reservoir in order to maintain homogenization of the syrup. Spraying was carried out 60 minutes after sowing *I. grandifolia* by a spraying simulator of 15 m in length, with hydraulic system composed of a manual pressure controller and hydraulic pump of three pistons, moved by an electric motor of 1, 5 kW, equipped with a three-meter spray bar and three spray tips, spaced 0.5 m apart from each other and 0.5 m above the top of the vessels. After the spraying, the percentage of coverage was evaluated, evaluating all replicates in each treatment. Control and counting evaluations were performed at 15, 30, 45 and 60 days after application (DAA). For the control evaluation was adopted the scale of grades from 0 to 100%, where 0 represents the absence of control and 100 the death of all plants. The evaluation of plant count was performed from the count of the number of plants present in each pot. With the results obtained in this work, it is evident the possibility of reducing the rate of application in the weed control in sugarcane cultivation in greenhouse, however, other field trials can prove this possibility. The higher rates of application promoted the highest levels of coverage. Reduction of the application rate with the herbicide Front[®] did not generate a loss of efficiency in the control of *I. grandifolia* up to 60 DAA in greenhouse. The spray tip TVI 80050 showed the lowest coverage percentage. There was no significant difference between the spray tips for the control and number of *I. grandifolia* plants.

Key words: Sugar cane. Coverage. Efficiency. Weed. Application technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Vedação dos vasos com papel filtro (A), remoção da camada superficial com restos vegetais e coleta de solo (B), amostras peneiradas (C) e preenchimento dos vasos com solo de textura muito argilosa (D). Bandeirantes – PR, 2018.....	8
Figura 3.2. Sementes de <i>I. grandifolia</i> (A) e quantidade de sementes semeadas em cada vaso (B). Bandeirantes – PR, 2018.....	9
Figura 3.3. Ponta AVI 11001 (Jacto®) (A), TVI 80050 (Jacto®) (B) e TT 11001 (TeeJet®) (C) utilizadas na pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.....	10
Figura 3.4. Herbicida Front® (diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl) (A), marcador Amarelo de Tartrasina FD&C-5 (B) e recipientes utilizados para a calda de pulverização (C). Bandeirantes – PR, 2018.....	11
Figura 3.5. Simulador de pulverização de 15 m de comprimento (A), barra de pulverização de três metros com três pontas de pulverização espaçadas em 0,5 m (B) e sistema hidráulico (C). Bandeirantes – PR, 2018.....	12
Figura 3.6. Medição da distância entre os vasos (A) e distribuição dos vasos (B). Bandeirantes – PR, 2018.....	12
Figura 3.7. Termo-higro-anemômetro de luxímetro digital portátil, modelo THAL-300, Instrutherm® utilizado na verificação da temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%). Bandeirantes – PR, 2018.....	13
Figura 3.8. Fluxograma dos procedimentos executados para avaliação de porcentagem de cobertura. Bandeirantes – PR, 2018.....	14
Figura 3.9. Dados de precipitação (mm), temperatura máxima e mínima (°C) durante os meses de Janeiro à Março de 2018. Bandeirantes – PR, 2018.....	15
Figura 4.1. Porcentagem de cobertura em pré-emergência de <i>I. grandifolia</i> após a aplicação do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha ⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.....	18
Figura 4.2. Porcentagem de controle de <i>I. grandifolia</i> em relação à testemunha aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha ⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.....	19
Figura 4.3. Número de plantas de <i>I. grandifolia</i> aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha ⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Características físico-químicas da amostra de solo utilizada no ensaio. Bandeirantes – PR, 2018.....	9
Tabela 4.1. Desdobramento da interação taxas de aplicação <i>versus</i> pontas de pulverização para a porcentagem de cobertura em pré-emergência de <i>I. grandifolia</i> após a aplicação do herbicida Front®. Bandeirantes – PR, 2018.....	16
Tabela 4.2. Análise de variância para a porcentagem de cobertura em pré-emergência de <i>I. grandifolia</i> após a aplicação do herbicida Front®. Bandeirantes – PR, 2018.....	17
Tabela 4.3. Análise de variância em esquema fatorial da porcentagem de controle de <i>I. grandifolia</i> em relação à testemunha aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha ⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.....	18
Tabela 4.4. Análise de variância em esquema fatorial do número de plantas de <i>I. grandifolia</i> em relação à testemunha aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha ⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.....	21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar	3
2.2. Corda-de-viola	4
2.3. Tecnologia de Aplicação	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar possibilita a produção de açúcar, álcool e apresenta importante fonte de energia renovável (MESCHEDE et al., 2011). Além disso, a indústria canavieira tem demonstrado grande capacidade de agregar valor na geração de resíduos como a vinhaça utilizada como fertilizante, o bagaço sendo fonte de matéria-prima industrial, alimentação animal e geração de energia, a torta de filtro e a palha para geração de energia (MESCHEDE et al., 2012; COELHO et al., 2016).

O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com 768 milhões de toneladas cultivadas (FAO, 2016). A produção de cana-de-açúcar no Brasil na safra 2017/2018 foi de 633,3 milhões de toneladas, com redução de 3,6% em relação à safra anterior. A área colhida foi de 8,73 milhões de hectares, queda de 3,5% comparada com a safra 2016/2017 (CONAB, 2018).

O Brasil apresenta grande potencial edafoclimático com condições favoráveis à produção agrícola, em especial para a cana-de-açúcar. Porém, existe uma série de fatores que prejudicam a sua produção, principalmente no que se refere à interferência das plantas daninhas (CARVALHO et al., 2011). Proporcionam prejuízos que diminuem a qualidade do produto, reduzem o valor comercial e até mesmo dificultam ou impedem a operação da colheita (VASCONCELOS et al., 2012).

As espécies da família Convolvulaceae apresentam problemas de interferência principalmente em áreas de cana-crua através da competição por recursos naturais como água, luz e nutrientes, dificultando as operações de colheita, devido aos seus ramos se entrelaçarem aos colmos, comprometendo o rendimento e eficiência das máquinas colhedoras (SILVA et al., 2015).

Devido ao fato das plantas daninhas proporcionarem um efeito negativo na emergência e produtividade da cana-de-açúcar, as práticas de controle são essenciais para a formação e o desenvolvimento adequado da cultura (MARTINELLI et al., 2011; MONQUERO et al., 2014). Neste sentido, visando minimizar os impactos ocasionados pelas plantas daninhas, a utilização simultânea de dois ou mais herbicidas seletivos, aplicados em pré-emergência, tem sido o método mais empregado na cultura da cana-de-açúcar (GIANCOTTI et al., 2012).

Além da utilização simultânea de herbicidas, outras alternativas são encontradas no manejo da cultura da cana-de-açúcar, como pulverizações de forma

antecipada, aplicações em períodos de estiagem e redução da taxa de aplicação (ALMEIDA et al., 2017). Com a redução da taxa de aplicação é possível aumentar a capacidade operacional e autonomia dos pulverizadores, diminuir o risco de perdas por escorrimento, além de reduzir o custo da aplicação, número de paradas para reabastecimento do pulverizador e aumentar a área tratada por unidade de tempo pelo mesmo equipamento (RODRIGUES et al., 2011; SOUZA et al., 2011; SCHNEIDER et al., 2013).

Com o intuito de avaliar o processo de aplicação de herbicida na superfície do solo sem a presença de palhada e tendo como referencial teórico o manejo da cultura da cana-de-açúcar após o plantio, e na pré-emergência de *Ipomoea grandifolia* e tendo em vista os benefícios proporcionados pela redução da taxa de aplicação, torna-se necessário a realização de pesquisas para verificar os impactos deste estudo na eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência. Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes pontas de pulverização e taxas de aplicação de herbicida em pré-emergência para controle de *I. grandifolia*.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Controle de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar

O método de controle de plantas daninhas mais utilizado na cultura da cana-de-açúcar é o químico, com aplicação de herbicidas sistêmicos ou de contato, aplicados em operações de dessecação, pré e pós emergência (BUENO et al., 2013). Um dos fatores que determinam grande eficiência no controle de plantas daninhas durante o período crítico de competição é a utilização de herbicidas pré-emergentes com efeito residual prolongado (INOUE et al., 2012).

Como alternativa para o controle químico de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar na época seca, Toledo et al. (2015) destacam resultados superiores à 96,0% de controle para o herbicida Front® (diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl) na dose de 1025 + 289 + 24,65 g i.a.ha⁻¹, quando aplicados em pré-emergência em diferentes espécies de corda-de-viola (*I. hederifolia*, *I. quamoclit* e *I. nil*) até os 90 DAA à campo sem a presença de palha.

O herbicida Front® (diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl) é apresentado na forma de granulado dispersível (WG) registrado para a cultura da cana-de-açúcar sendo utilizado na época seca e úmida, apresenta amplo espectro de controle para plantas daninhas de folha larga e estreita em pré-emergência (GIANCOTTI et al., 2014).

Sulfometuron-methyl é um inibidor da enzima ALS (acetato sintase), sendo amplamente utilizado como maturador químico na cultura da cana-de-açúcar (CRUSCIOL et al., 2017; VIANA et al., 2017). Também tem sido amplamente utilizado e comercializado em mistura formulada juntamente com diuron e hexazinone em campos de cana-de-açúcar no Brasil (GIANCOTTI et al., 2012; MENDES et al., 2016).

O diuron é um herbicida inibidor da fotossíntese – fotossistema II, pertence ao grupo químico das uréias, interrompendo o fluxo de elétrons entre o fotossistema II e I, impedindo a realização da fotossíntese e ocasionando a morte da planta (OLIVEIRA JR., 2011).

O herbicida hexazinone pertence ao grupo químico das triazinonas, sua ação é no Fotossistema II, inibindo o processo de transporte de elétrons da quinona Qa para Qb paralisando a fotossíntese (OLIVEIRA JR., 2011).

Estudos desenvolvidos por Garcia et al. (2012) em casa-de-vegetação com os herbicidas diuron, hexazinone e sulfometuron-methyl aplicados em formulação comercial e isoladamente em solos de textura argilosa e arenosa sem a presença de palha, avaliaram a porcentagem de controle aos 21 dias após a semeadura de *Ipomoea triloba*. Com base nos resultados, verificou-se que os herbicidas lixiviaram de maneiras distintas nas colunas de solo, com maior lixiviação para os herbicidas diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl e hexazinone isoladamente. Esses herbicidas proporcionaram 80% de controle para a profundidade de 10 cm no solo de textura argilosa, independente da precipitação, verificando que a simulação de 40 mm de precipitação não foi suficiente para promover diferenças na lixiviação. Em solo de textura arenosa, diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl e hexazinone na ausência de precipitação, ficaram próximos a 10 cm de profundidade, enquanto que, com 40 mm de precipitação, chegaram à 13 e 17 cm de profundidade, respectivamente, proporcionando 80% de controle.

Mendes et al. (2016) verificaram que o solo com textura arenosa apresentou maior potencial de lixiviação de todos os herbicidas estudados, em comparação com o solo argiloso. Quanto aos herbicidas, o hexazinone e o sulfometuron-methyl apresentaram maior potencial de lixiviação, enquanto o diuron foi detectado apenas na camada superficial de ambos os solos. Estes resultados evidenciam que a textura do solo influencia diretamente a lixiviação de hexazinone, sulfometuron-methyl e diuron.

A associação diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl apresenta mobilidade vertical nos solos de textura argilosa e arenosa, sendo esta mobilidade influenciada por precipitações pluviométricas simuladas. O maior potencial de lixiviação ocorre em solo de textura arenosa, sendo constatada a presença da mistura formulada na camada de 30 cm mesmo nas simulações de precipitação de 40, 60, 80 e 100 mm. Já para o solo argiloso, a mistura formulada não ultrapassa a camada de 25 cm na maior precipitação de 100 mm (INOUE et al., 2015).

2.2. Corda-de-viola

Comunidades infestantes de espécies de plantas daninhas conhecidas popularmente como cordas-de-viola tem se destacado na cultura da cana-de-açúcar, principalmente em áreas de colheita de cana crua. Essas espécies pertencem a família

Convolvulaceae, dos gêneros *Ipomoea* e *Merremia*. No gênero *Ipomoea* destacam-se: *I. hederifolia*, *I. quamoclit*, *I. nil*, *I. grandifolia* e *I. purpurea*, enquanto no gênero *Merremia* destacam-se *M. cissoides* e *M. aegyptia* (SILVA et al., 2009).

Estudos relacionados ao efeito de temperatura, profundidade de semeadura e tipo de solo na germinação das plantas daninhas são ferramentas importantes para o desenvolvimento de técnicas adequadas de controle. Estudos realizados por Orzari et al. (2013) evidenciam que a germinação de *I. grandifolia* pode ser influenciada pela temperatura. Observou-se que temperaturas de 15 e 25°C promoveram germinação de aproximadamente 16%, já na temperatura de 35°C a germinação foi apenas de 9,75%. A máxima germinação foi verificada na temperatura de 20,37°C, com taxa de germinação de 17%. Por outro lado, na temperatura de 25°C, o índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou seu ponto máximo (2,0), verificando que nesta temperatura o processo germinativo é mais acelerado. Temperatura ótima pode ser considerada aquela que apresenta a mais alta porcentagem de germinação obtida dentro do menor espaço de tempo. Considerando os valores de índice de velocidade de emergência e porcentagem de germinação, a temperatura ótima está situada na faixa de 20 a 25°C. A espécie *I. grandifolia* apresenta maior capacidade de germinação quando submetida à ausência de luz, sendo classificada como fotoblásticas negativas.

Em relação à profundidade e tipo de solo na germinação de *I. grandifolia*, Orzari et al. (2013) verificaram que em solo argiloso (52% de argila) quando colocada na superfície do solo (0 cm) sem incorporação, apresentou germinação de 36%, porém as plantas eram pouco vigorosas e com sistema radicular superficial. Na profundidade de 0,5 a 5 cm a germinação oscilou de 29,39 a 16,37 %. A partir dos 10 cm de profundidade verificou-se queda na germinação.

Além da importância dos estudos relacionados à biologia das plantas daninhas, informações referentes à redução de produtividade da cultura da cana-de-açúcar e períodos críticos de interferência dos gêneros *Ipomoea* e *Merremia* ainda são limitados. Uma comunidade infestante de plantas daninhas com predominância de *I. hederifolia* na densidade inicial de 50 plantas m⁻² e aos 30 dias de convivência com 15 plantas m⁻² podem conviver por até 33 dias após a brotação (DAB) da cultura da cana-de-açúcar sem que ocorram prejuízos. Entretanto, a convivência da cultura com a comunidade infestante na densidade final de 2,33 plantas m⁻² durante o ciclo de 229 DAB pode resultar em uma redução do número final de colmos em 34% e produtividade de 46% (SILVA et al., 2009).

Em condições de campo, Piza et al. (2016) verificou que o período anterior à interferência (PAI) de uma comunidade infestante na cultura da cana-de-açúcar SP81-3250

no ciclo de cana-planta com predominância de *I. hederifolia* na densidade de 5 plantas m⁻² foi de 76 dias após a emergência (DAE), com um nível de 5% de perda aceitável. Devido à interferência da corda-de-viola, a perda de colmos industrializáveis foi de 17,5%, não verificando-se alteração dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar.

Outra espécie da família Convolvulaceae que afeta negativamente o crescimento inicial da cultura de cana-de-açúcar a partir dos 90 dias após o transplântio (DAT) é *Merremia cissoides*. Esse efeito aumenta com o tempo devido a competição das plantas daninhas com a cultura da cana-de-açúcar por nutrientes. A área foliar e a massa seca da cultura são as características mais sensíveis à interferência das plantas daninhas, desta forma, as folhas e raízes de *M. cissoides* interferem negativamente no crescimento da cana-de-açúcar (ALVES et al., 2018).

2.3. Tecnologia de Aplicação

Entende-se a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários como o emprego de todos os conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, com o mínimo de contaminação de outras áreas, de forma econômica e em quantidade necessária (MATUO et al., 1987).

Não basta apenas conhecer as características do produto fitossanitário a ser aplicado, mas também é fundamental o conhecimento sobre as formas de aplicação (CUNHA, 2008; MADUREIRA et al., 2015) e os parâmetros relacionados à qualidade de pulverização, como a pressão de trabalho, alterações das características físico-químicas das caldas e principalmente as pontas de pulverização (CHECHETTO & ANTUNIASSI, 2012).

A qualidade e segurança na aplicação de produtos fitossanitários está diretamente relacionada com a escolha das pontas de pulverização (FERNANDES et al., 2007), as quais apresentam vários tipos e usos definidos para diferentes e específicas condições de técnicas operacionais, sendo considerada um dos componentes mais importantes na aplicação, pois determinam as características do jato emitido, regulam a vazão e controlam o tamanho de gotas (CUNHA et al., 2007).

Gotas pequenas apresentam maior cobertura superficial e melhor uniformidade de distribuição da calda, no entanto podem evaporar em baixa umidade relativa,

ou levadas pela corrente de ar. Já as gotas grandes, podem escorrer da superfície da folha, antes mesmo de o produto ser absorvido pelo alvo (BAESSO et al., 2014).

Gotas finas ($<200\ \mu\text{m}$) são mais arrastadas pelo vento e podem ocasionar problemas de contaminação de outras áreas, além de evaporarem antes de atingirem o alvo. No entanto, proporcionam melhor cobertura do alvo e maior quantidade de deposição de gotas por cm^2 (em condições climáticas adequadas); apresentam também alta capacidade de penetração na cultura e reduzem a possibilidade de escoamento do produto nas folhas. Gotas médias ($200 - 400\ \mu\text{m}$) apresentam características intermediárias às das gotas grandes e das pequenas. As gotas grossas ($> 400\ \mu\text{m}$) são menos arrastadas pelo vento e apresentam poucos problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo, porém, proporcionam menor cobertura da superfície a ser tratada e concentração de gotas por cm^2 ; apresentam baixa capacidade de penetração na cultura e elevam a possibilidade de escoamento do produto nas folhas (BAESSO et al., 2014).

A cobertura é definida como a porcentagem do alvo que foi coberta pela calda, ou seja, a área ocupada pelas gotas após uma aplicação, desta forma, a cobertura ideal depende do tipo de alvo a ser atingido (BAESSO et al., 2014). No caso de plantas daninhas, antes de escolher um produto a ser aplicado, recomenda-se o reconhecimento das espécies infestantes na área, observando as principais características que as diferenciam entre si (RODRIGUES et al., 2010).

Outra característica de grande importância refere-se à possibilidade de redução da taxa de aplicação em condições de campo, sendo possível aumentar a autonomia e capacidade operacional dos pulverizadores, pois desta forma reduziria o custo da aplicação (SOUZA et al., 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em vasos no laboratório do Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas (NITEC) e em casa-de-vegetação, ambos pertencentes à Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) *Campus* Luiz Meneghel, município de Bandeirantes – PR, durante os meses de Janeiro a Março de 2018.

O solo classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (LVef) (EMBRAPA, 2013), de classe textural muito argilosa foi coletado nas dependências da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), em uma profundidade de 5-10 cm da superfície do solo. As amostras foram peneiradas com peneiras de malha de 2 cm, para a retirada de restos de palha e torrões. Após peneirado o solo, as amostras foram acondicionadas em vasos de plástico com capacidade volumétrica de 4,9 litros, com medidas de diâmetro inferior 17 cm, diâmetro superior 23 cm e altura 18 cm. O fundo furado dos vasos foram vedados com papel filtro para evitar a perda de solo (Figura 3.1).

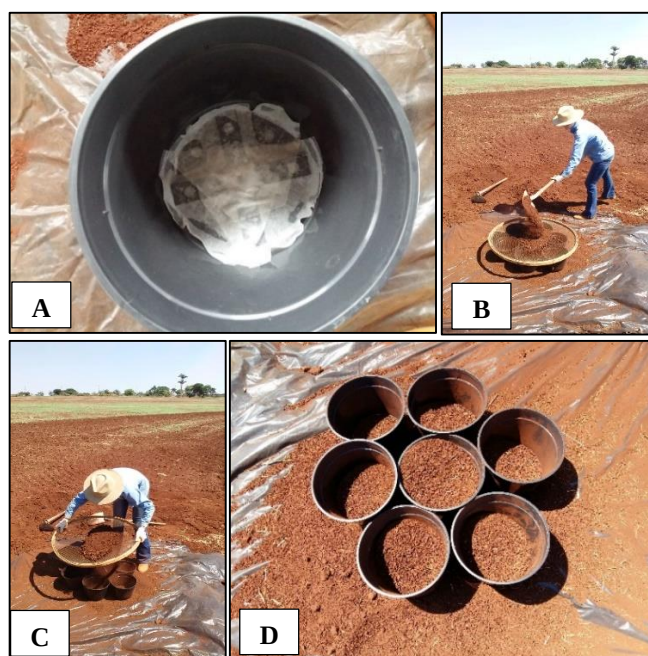


Figura 3.1. Vedação dos vasos com papel filtro (A), remoção da camada superficial com restos vegetais e coleta de solo (B), amostras peneiradas (C) e preenchimento dos vasos com solo de textura muito argilosa (D). Bandeirantes – PR, 2018.

As características físico-químicas do solo estão descritas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Características físico-químicas da amostra de solo utilizada no ensaio. Bandeirantes – PR, 2018.

pH (CaCl ₂)	M.O. (g kg ⁻¹)	K	Ca	Mg	Al (cmol _c dm ⁻³)	H + Al	SB	CTC
5,00	26,80	0,45	4,90	1,50	0,00	4,80	6,85	11,65
V %	m %	Ca (% da C.T.C.)	Mg	K	P (mg dm ⁻³)	Areia	Silte (g kg ⁻¹)	Argila
58,80	0,00	42,10	12,90	3,90	14,2	30,00	130,00	840,00

Fonte: Laboratório Lana Solo, Bandeirantes – PR.

As sementes de *I. grandifolia* foram adquiridas comercialmente. Em cada vaso foram semeadas 45 sementes e distribuídas homogeneamente no solo na profundidade de 2 cm, não sendo utilizado nenhuma adubação mineral e orgânica (Figura 3.2).

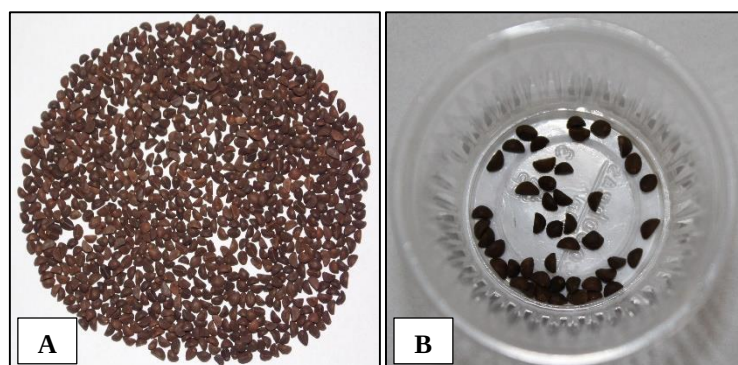


Figura 3.2. Sementes de *I. grandifolia* (A) e quantidade de sementes semeadas em cada vaso (B). Bandeirantes – PR, 2018.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, no esquema fatorial (5 x 3) + 1, totalizando 15 tratamentos e uma testemunha. Os fatores foram constituídos de 5 taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha⁻¹) e 3 pontas de pulverização (TT 11001, AVI 11001 e TVI 80050), além da testemunha que não recebeu aplicação.

Para a ponta de pulverização de jato plano defletor, modelo TT 11001 (TeeJet®), foi utilizada a pressão de 206,8 kPa e vazão de 0,33 L min⁻¹, obtendo-se uma classe de gotas médias. Na ponta de pulverização de jato cônico vazio com indução de ar, modelo TVI 80050 (Jacto®), a pressão utilizada foi de 1034,2 kPa e vazão de 0,37 L min⁻¹, proporcionando uma classe de gotas grossas. A fim de obter uma classe de gotas muito grossas, utilizou-se a ponta de pulverização de jato plano com indução de ar, modelo AVI 11001 (Jacto®) na pressão de 324,0 kPa e vazão de 0,40 L min⁻¹.

Para cada ponta de pulverização e taxas de aplicação, alterou-se apenas a velocidade de deslocamento da barra de pulverização. Na Figura 3.3 encontram-se os modelos de pontas utilizadas na pulverização.

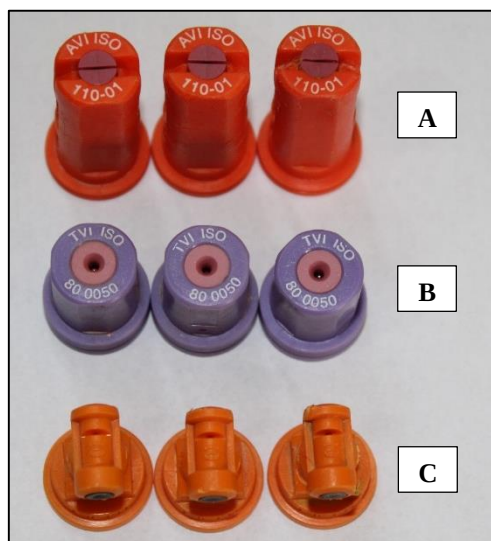


Figura 3.3. Ponta AVI 11001 (Jacto[®]) (A), TVI 80050 (Jacto[®]) (B) e TT 11001 (TeeJet[®]) (C) utilizadas na pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.

A calda de pulverização foi preparada em 5 recipientes, sendo composta por água, herbicida Front[®] (diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl) e marcador Amarelo FD&C-5. Primeiramente pesou-se em uma balança semi-analítica digital o marcador Amarelo na dose de 6 g L⁻¹, após, o herbicida Front[®] na dose de 2,0 kg ha⁻¹, seguindo a recomendação comercial de acordo com a textura do solo. A quantidade de herbicida utilizada em cada recipiente foi de 0,6; 0,4; 0,3; 0,2 e 0,15 kg respectivas a cada taxa de aplicação de 50, 75, 100, 150 e 200 L ha⁻¹, sendo o suficiente para pulverizar a área do simulador com as três pontas de pulverização (Figura 3.4).

Em cada recipiente foram pesados 10 litros de água e em um balde plástico foram pesados mais 5 litros de água com uma balança digital eletrônica, a água do balde plástico foi utilizada para diluir o marcador Amarelo e após o herbicida Front[®]. Após finalizar o preparo da calda de pulverização, a calda foi mantida em agitação constante através do retorno da bomba ao reservatório visando manter a homogeneização da calda. A pulverização foi realizada na sequência da calda menos concentrada na taxa de 200 L ha⁻¹ para a mais concentrada de 50 L ha⁻¹ (Figura 3.4).



Figura 3.4. Herbicida Front® (diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl) (A), marcador Amarelo FD&C-5 (B) e recipientes utilizados para a calda de pulverização (C). Bandeirantes – PR, 2018.

A pulverização foi realizada 60 minutos após a semeadura de *I. grandifolia* no dia 08 de Janeiro de 2018, por um simulador de pulverização de 15 m de comprimento, com sistema hidráulico composto por um controlador de pressão manual e bomba hidráulica de três pistões, movido por um motor elétrico de 1,5 kW, equipado com uma barra de pulverização de três metros e três pontas de pulverização, espaçadas em 0,5 m entre si e a uma altura de 0,5 m da parte superior dos vasos (Figura 3.5). No simulador de pulverização os vasos (4 repetições de cada tratamento) foram distribuídos na distância de 1,5 m entre si, utilizou-se uma trena manual para medir estas distâncias (Figura 3.6).

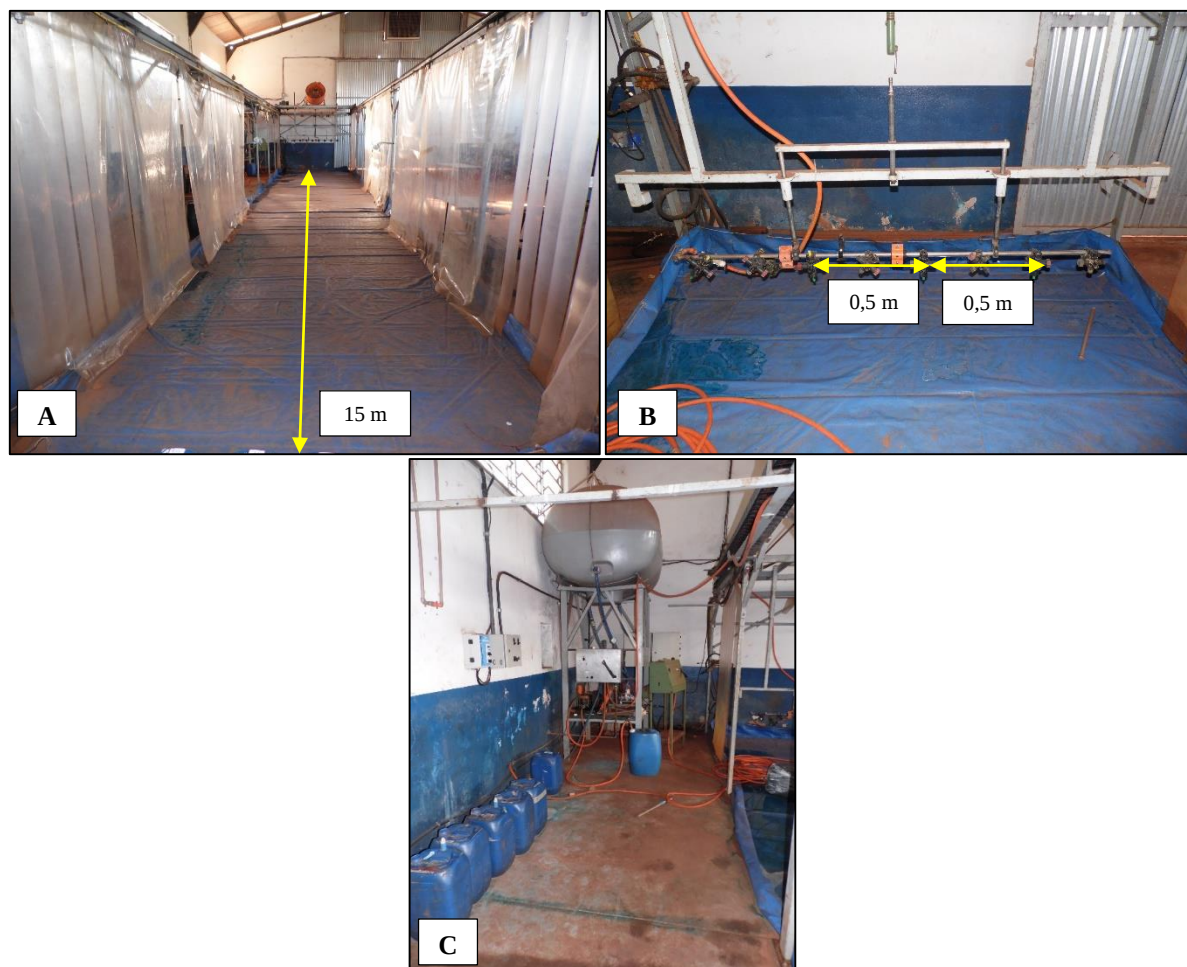


Figura 3.5. Simulador de pulverização de 15 m de comprimento (A), barra de pulverização de três metros com três pontas de pulverização espaçadas em 0,5 m (B) e sistema hidráulico (C). Bandeirantes – PR, 2018.

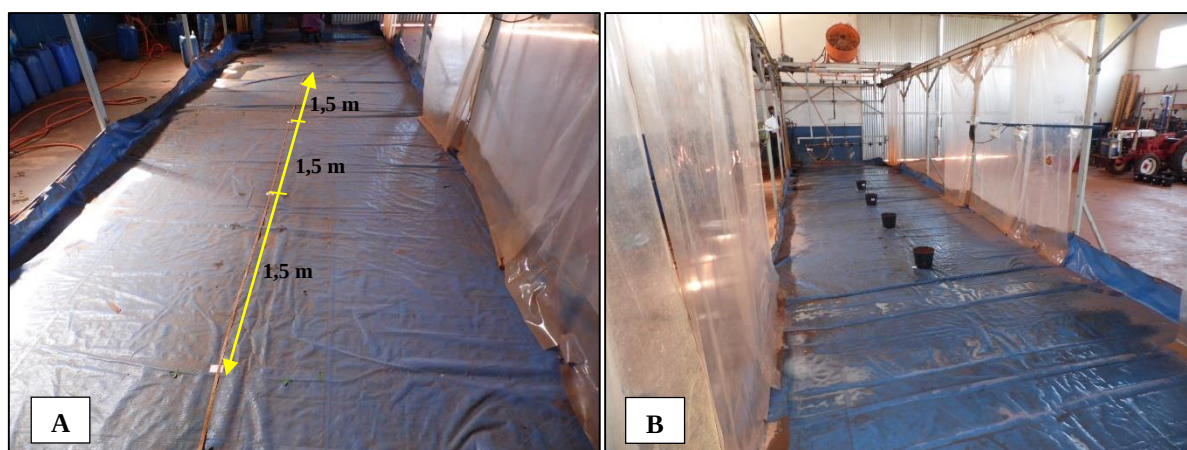


Figura 3.6. Medição da distância entre os vasos (A) e distribuição dos vasos (B). Bandeirantes – PR, 2018.

Durante a pulverização, a temperatura média foi de 26,5°C e umidade relativa do ar de 65,9%, medidas no centro do laboratório, próximo ao simulador de

pulverização com um termo-higro-anemômetro de luxímetro digital portátil, modelo THAL-300 (Instrutherm®) (Figura 3.7).



Figura 3.7. Termo-higro-anemômetro de luxímetro digital portátil, modelo THAL-300, Instrutherm® utilizado na verificação da temperatura média (°C) e umidade relativa do ar (%). Bandeirantes – PR, 2018.

Após a pulverização, foi realizada a avaliação de porcentagem de cobertura, avaliando-se todas as repetições em cada tratamento. Em ambiente escuro iluminado apenas com luz ultravioleta, cada vaso foi fotografado com Câmera Digital DSLR Canon® EOS Rebel T6 com 18MP (fixa em suporte a 55 cm de altura) com vista superior dos vasos. A determinação da porcentagem de cobertura foi feita a partir do sistema de análise de imagem WinDIAS 3.2® (Delta – T Devices Ltd), esse software possui um sistema de cores RGB (RED, GREEN e BLUE, do inglês: vermelho, verde e azul), que permite através de escalas de cores criadas manualmente e posteriormente detectadas no solo, calcular a porcentagem de cobertura, além de outras áreas de interesses. As escalas podem ser primárias (principais - solo) representadas na imagem pela cor azul, secundárias (marcador Amarelo), representadas pela cor vermelha. Cada uma dessas escalas é composta de dez cores editáveis por um sistema de balanceamento que permite alteração nos tons de vermelho, verde e azul. A execução da medição de porcentagem de cobertura nesse trabalho se deu em cinco etapas: Inicialmente realizou-se uma medição do diâmetro do vaso, após foi realizada uma seleção das cores do solo através da escala primária, em um segundo momento utilizou-se a escala secundária para seleção das cores do marcador Amarelo, após a seleção das cores primárias e secundárias selecionou-se a área de interesse, por fim, a partir dessa seleção calculou-se a porcentagem de cobertura que apresentava no solo, conforme o fluxograma demonstrado na Figura 3.8.

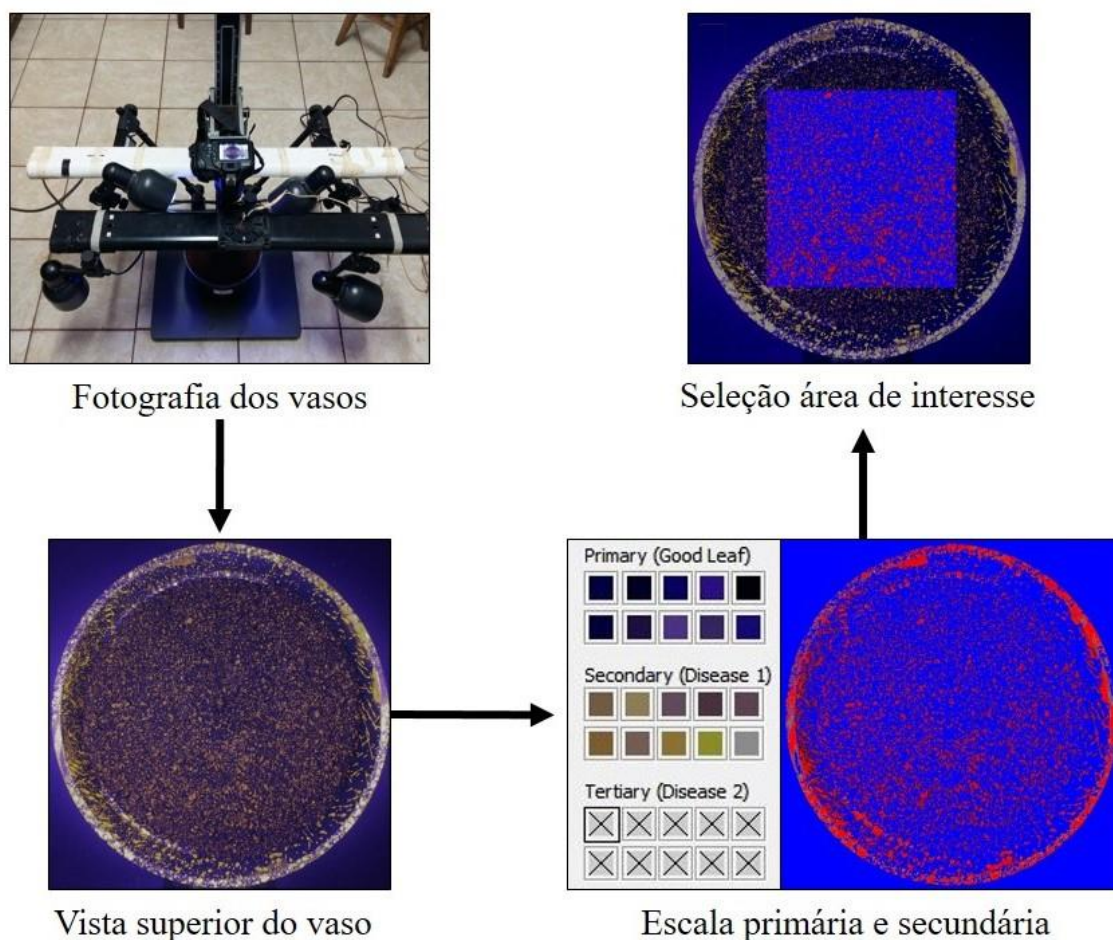


Figura 3.8. Fluxograma dos procedimentos executados para a avaliação da porcentagem de cobertura. Bandeirantes – PR, 2018.

Após a avaliação de cobertura, os vasos foram colocados em casa-de-vegetação coberta com tela sombrite (50%), onde os vasos ficaram expostos à precipitação e a temperatura do ambiente. Os dados de precipitação e temperatura durante o período de realização do ensaio estão apresentados na Figura 3.9.

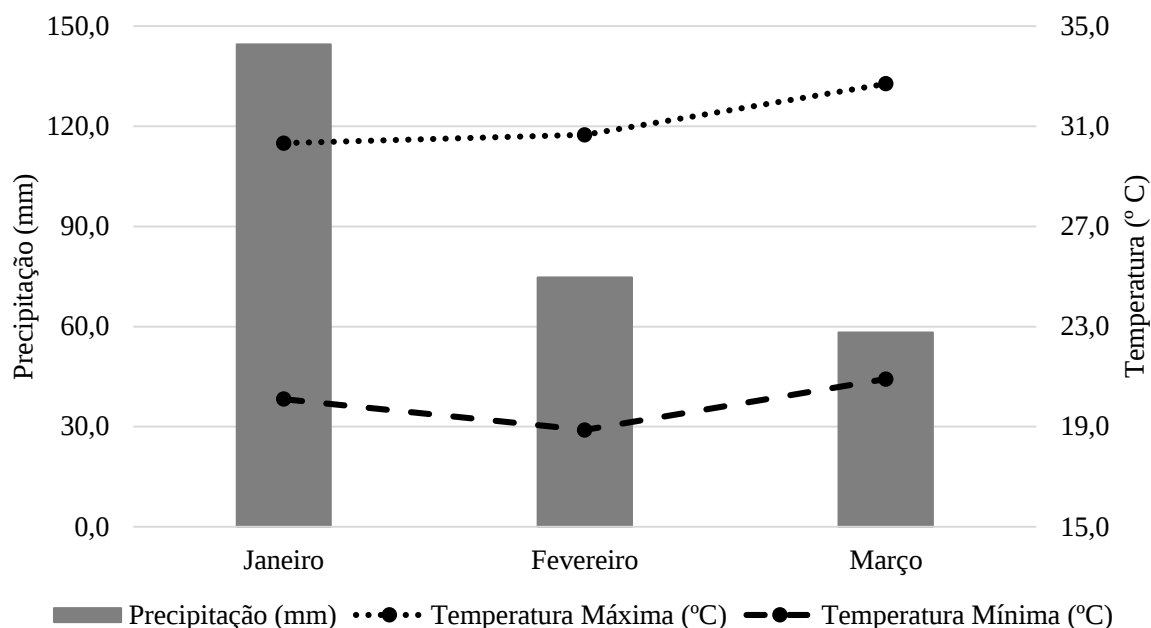


Figura 3.9. Dados de precipitação (mm), temperatura máxima e mínima (°C) durante os meses de Janeiro à Março de 2018. Bandeirantes – PR, 2018.

As avaliações visuais de controle e contagem de plantas foram realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA). Para a avaliação visual de controle foi adotada a escala de notas de 0 a 100%, em que 0 representa a ausência de controle e 100 a morte de todas as plantas (SBCPD, 1995). A avaliação de contagem de plantas foi realizada à partir da contagem do número de plantas presentes em cada vaso.

Todos os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Para interações significativas, efetuou-se os desdobramentos, e comparou-se o fator pontas de pulverização pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade, e o fator taxas de aplicação por meio de regressão linear. Para as interações não significativas, os fatores foram analisados separadamente, e as comparações foram efetuadas por meio de intervalo de confiança (IC 95%).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4.1, observa-se que o desdobramento da interação entre taxas de aplicação e pontas de pulverização, fator ponta de pulverização e fator taxa de aplicação foram significativos.

Tabela 4.1. Desdobramento da interação taxas de aplicação *versus* pontas de pulverização para a porcentagem de cobertura em pré-emergência de *I. grandifolia* após a aplicação do herbicida Front®. Bandeirantes – PR, 2018.

Fonte de variação	Teste F
Fator (Taxa de aplicação)	160,96**
Fator (Ponta de pulverização)	15,43**
Interação (Taxa x Ponta)	10,24**
Fatorial x Testemunha	298,10**
Tratamentos	70,32**
Blocos	1,01 ^{ns}
CV% 11,96	

CV: coeficiente de variação em %; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo (p>0,05).

Como a interação taxas de aplicação e pontas de pulverização foi significativa, efetuou-se a comparação do fator pontas de pulverização pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 4.2).

Na taxa de aplicação até 100 L ha⁻¹ não verificou-se diferença significativa entre as pontas TT 11001, TVI 80050 e AVI 11001. Para a taxa de aplicação de 150 L ha⁻¹ a ponta TT 11001 não diferiu estatisticamente da ponta AVI 11001, sendo a porcentagem de cobertura de 11,52 e 10,58%, respectivamente, e a ponta AVI 11001 não diferiu da ponta TVI 80050, que apresentou a menor porcentagem de cobertura de 8,96% (Tabela 4.2).

Para a taxa de aplicação de 200 L ha⁻¹ não verificou-se diferença significativa entre as pontas TT 11001 e AVI 11001, as coberturas foram de 17,45 e 18,66%, respectivamente. No entanto a ponta TVI 80050 diferiu das outras pontas, apresentando a menor porcentagem de cobertura (11,86%) (Tabela 4.2).

Tabela 4.2. Análise de variância para a porcentagem de cobertura em pré-emergência de *I. grandifolia* após a aplicação do herbicida Front®. Bandeirantes – PR, 2018.

Taxa de aplicação (L ha ⁻¹)	Pontas					
	TT 11001		TVI 80050		AVI 11001	
50	6,63	A	6,88	A	6,54	A
75	7,94	A	7,12	A	6,42	A
100	6,58	A	7,29	A	8,11	A
150	11,52	A	8,96	B	10,58	AB
200	17,45	A	11,86	B	18,66	A

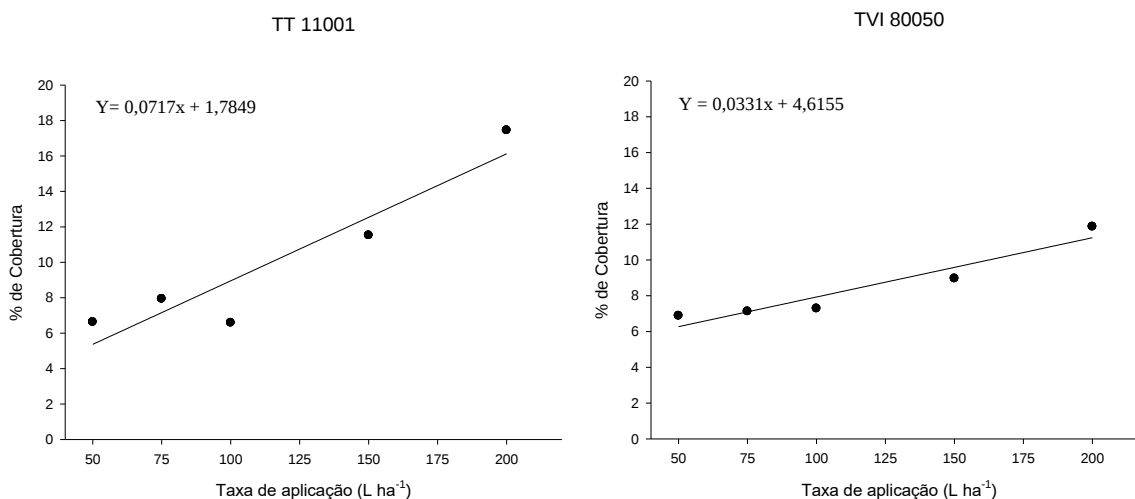
DMS para linhas: 1,82

DMS: diferença mínima significativa. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na Figura 4.1 estão apresentados os dados de porcentagem de cobertura, onde comparou-se o fator taxas de aplicação por meio de regressão linear. A redução da taxa de aplicação proporcionou uma cobertura menor, no entanto, não comprometeu o controle de *I. grandifolia*.

Observando as equações, verifica-se que a reta foi crescente em todas as pontas de pulverização. Analisando as pontas TT 11001 e AVI 11001, nota-se que o coeficiente angular da reta destas pontas foram de 0,0717 e 0,0795, respectivamente. No entanto, a ponta TVI 80050 apresentou o menor coeficiente angular (0,0331) (Figura 4.1).

A utilização de altas taxas de aplicação resultam em um padrão de distribuição mais uniforme, proporcionando maiores quantidades de gotas de pequeno diâmetro (menores que 100 µm) (BARBOSA et al., 2011). Fatores como a redução da umidade relativa do ar ou o aumento da temperatura podem influenciar na evaporação das gotas mais rapidamente e reduzir ou até mesmo cessar a absorção do produto, influenciando na eficácia dos herbicidas (RODRIGUES et al., 2011).



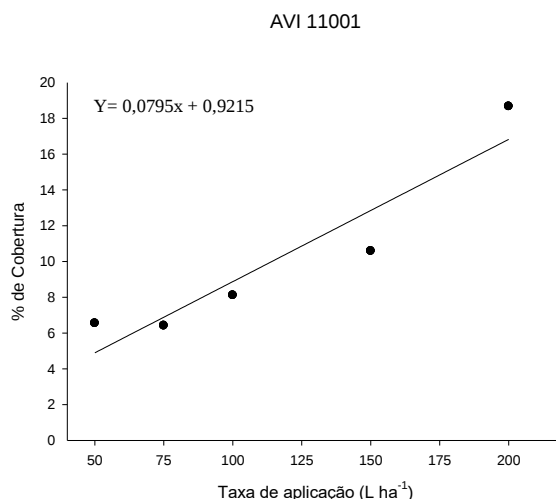


Figura 4.1. Porcentagem de cobertura em pré-emergência de *I. grandifolia* após a aplicação do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.

A interação ponta de pulverização e taxa de aplicação não foi significativa ($p > 0,05$). Não verificou-se diferença significativa entre as pontas de pulverização utilizadas, verificando que a eficiência de controle de *I. grandifolia* com o uso do herbicida Front® não foi influenciada (Tabela 4.3).

Tabela 4.3. Análise de variância em esquema fatorial da porcentagem de controle de *I. grandifolia* em relação à testemunha aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.

Fonte de variação	Teste F			
	Dias após a aplicação (DAA)			
	15	30	45	60
Fator (Taxa de aplicação)	11,38**	1,31 ^{ns}	3,35*	2,18 ^{ns}
Fator (Ponta de pulverização)	0,23 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,94 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Interação (Taxa x Ponta)	0,80 ^{ns}	1,65 ^{ns}	1,62 ^{ns}	0,88 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	145,38**	86256,11**	2871,16**	1914,77**
Tratamentos	13,18**	5751,86**	193,42**	128,72**
CV%	17,13	0,70	3,85	4,72

CV: coeficiente de variação em %; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo ($p > 0,05$).

Os valores médios da porcentagem de controle de *I. grandifolia* estão apresentados na Figura 4.2. Aos 15 DAA as taxas de aplicação de 100, 150 e 200 L ha⁻¹ não diferiram entre si e proporcionaram controle superior à 88,75%. A taxa de 150 L ha⁻¹ não diferiu da taxa de 75 L ha⁻¹, que apresentou controle de 74,33%. Na taxa de 50 L ha⁻¹ verificou-se controle insatisfatório, inferior à 80,0%, apenas na avaliação inicial, após este período as plantas morreram e igualou-se o controle com as outras taxas de aplicação. Isso

pode ser explicado pelo fato de a calda apresentar maior concentração do herbicida, o que provavelmente resultou nas diferenças de controle (Figura 4.2).

Na avaliação realizada aos 30 DAA verifica-se que a eficiência de controle de *I. grandifolia* foi superior à 99,50%, não apresentando diferença significativa entre as taxas de aplicação. Aos 45 DAA, as taxas de aplicação de 50 e 75 L ha⁻¹ não diferiram das taxas de 150 e 200 L ha⁻¹, as quais proporcionaram controle superior à 96,08%. Isso evidencia a possibilidade de reduzir as taxas de aplicação sem a perda de eficiência (Figura 4.2).

Verificou-se que na avaliação realizada aos 60 DAA, a taxa de aplicação de 200 L ha⁻¹ não diferiu significativamente das taxas de 50, 75 e 150 L ha⁻¹ com controle superior à 95,16%. As taxas de 50, 75 e 150 L ha⁻¹ não apresentaram diferença em relação à taxa de 100 L ha⁻¹, a qual apresentou controle de 93,08% (Figura 4.2).

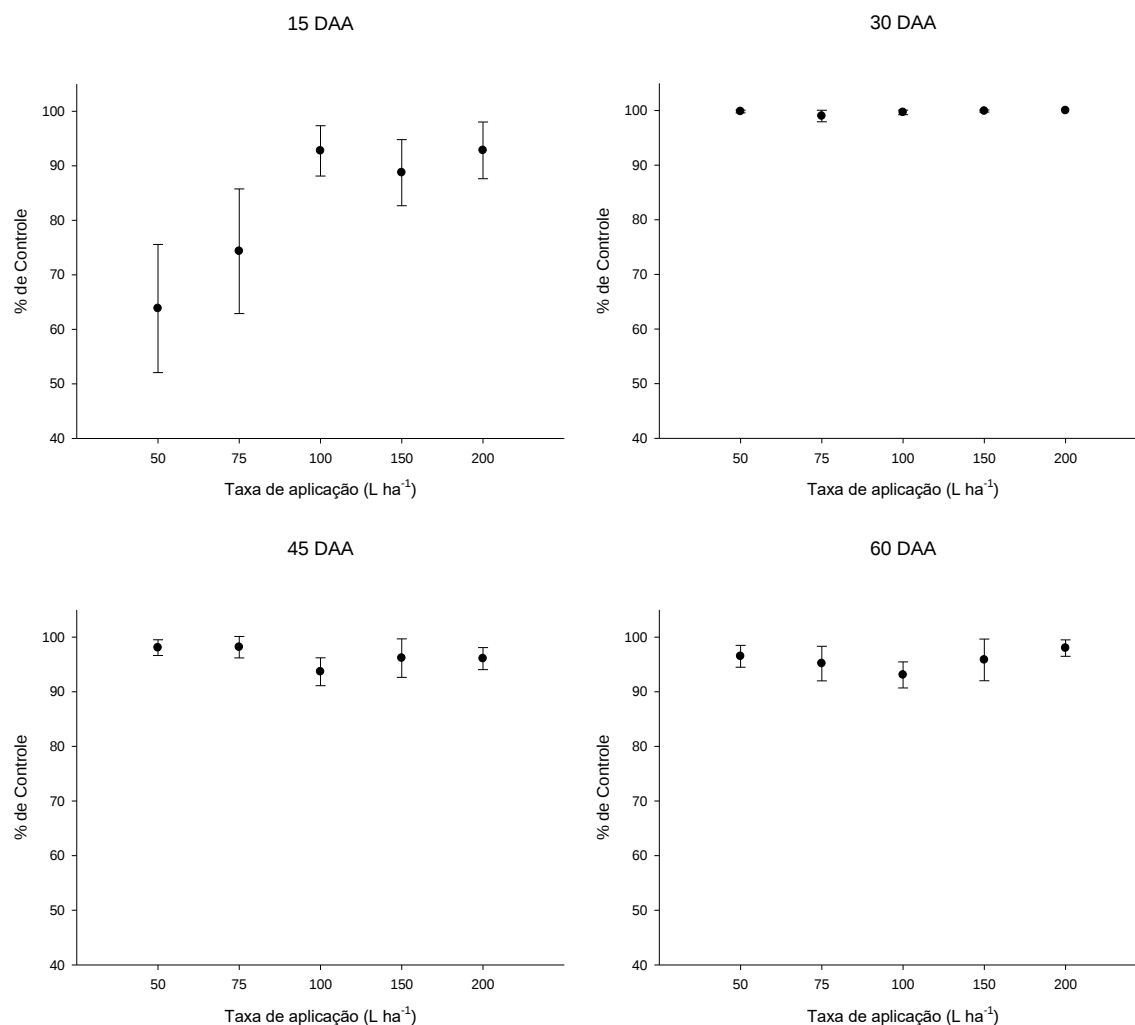


Figura 4.2. Porcentagem de controle de *I. grandifolia* em relação à testemunha aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.

Para Almeida et al. (2017), a aplicação de sulfentrazone (800 g i. a. ha⁻¹) com a ponta TT 11001 TeeJet® (gotas médias) foi eficaz (>80%) no controle em pré-emergência de *P. maximum* e *I. hederifolia* sem a presença de palha de cana-de-açúcar em vasos na superfície do solo no momento da aplicação, independente da taxa de aplicação (60 e 120 L ha⁻¹) e período sem chuva após a aplicação, verificando-se a possibilidade de redução da taxa de aplicação, proporcionando incrementos no rendimento operacional e redução de paradas para reabastecimento do pulverizador.

Bueno et al. (2013) também afirmam que a variação da taxa de aplicação de 30,0; 60,0 e 150,0 L ha⁻¹ e pontas de pulverização TT 11001, TT 11001 e TT 11002 respectivamente, não exerceram interferência na eficiência de controle de uma área à campo com infestação de *Alternanthera tenella*, *Malvastrum coromandelianum*, *Commelina benghalensis*, *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha* com o uso de glyphosate (3,0 L ha⁻¹) na dessecação aos 7, 14 e 21 DAA.

Trabalhos realizados por Barbosa et al. (2011), mostram que sistemas de pulverização rotativos e hidráulico em dois volumes de aplicação (20 e 40 L ha⁻¹) foram utilizados no controle de *I. nil* em pós-emergência inicial (2 a 3 folhas verdadeiras) em vasos no momento da aplicação de diuron + hexazinone (1170 + 330 g i. a. ha⁻¹), verificando que o controle de *I. nil* na taxa de aplicação de 20 L ha⁻¹ proporcionou controle semelhante ao obtido com a taxa de 40 L ha⁻¹.

Com o objetivo de avaliar a redução da taxa de aplicação, Rodrigues et al. (2011) comparou taxas de aplicação de 8,8; 73,0; 96,7; 190,0; 260,0; 380,0 e 467,0 L ha⁻¹ do herbicida glyphosate (2 L ha⁻¹), quanto à eficiência no controle em pós-emergência de *Digitaria insularis*. Estes autores verificaram que as menores taxas de aplicação apresentam eficiência de controle igual à apresentada pela maior taxa de aplicação. A redução da taxa de aplicação resulta em diminuição de perdas por escorrimento e aumento da autonomia e capacidade operacional dos pulverizadores.

Entretanto, poucos trabalhos foram realizados visando a redução da taxa de aplicação em pré-emergência de plantas daninhas. A maioria das informações e pesquisas são realizadas em pós-emergência.

O fator ponta de pulverização e a interação ponta de pulverização e taxa de aplicação não foi significativa ($p > 0,05$) (Tabela 4.4).

Tabela 4.4. Análise de variância em esquema fatorial do número de plantas de *I. grandifolia* em relação à testemunha aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Front® em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.

Fonte de variação	Teste F			
	Dias após a aplicação (DAA)			
	15	30	45	60
Fator (Taxa de aplicação)	4,47**	0,39 ^{ns}	3,86**	2,07 ^{ns}
Fator (Ponta de pulverização)	0,17 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Interação (Taxa x Ponta)	1,08 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,66 ^{ns}
Fatorial x Testemunha	7,55**	465,79**	83,81**	81,98**
Tratamentos	2,30*	31,53**	7,50**	6,41*
CV%	55,75	107,95	81,03	81,90

CV: coeficiente de variação em %; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo (p>0,05).

Na Figura 4.3 estão apresentados os valores médios do número de plantas de *I. grandifolia*. Aos 15 DAA verificou-se que a emergência de *I. grandifolia* foi superior nas taxas de aplicação de 50, 75 e 150 L ha⁻¹, as quais não diferiram entre si, com valores superiores à 3,41, devido ao lento controle da planta daninha. Com o decorrer dos dias, na avaliação realizada aos 30 DAA, o número médio de plantas por vaso reduziu, oscilando entre 0,00 e 0,33, não verificando-se diferença significativa entre as taxas de aplicação (Figura 4.3).

Para os 45 DAA, verificou-se uma nova emergência de *I. grandifolia*, onde as taxas de 100, 150 e 200 L ha⁻¹ apresentaram número médio de plantas superior à 1,25 e não apresentaram diferença entre si. Entretanto, as taxas de 150 e 200 L ha⁻¹ não diferiram das taxas de 50 e 75 L ha⁻¹ as quais apresentaram um número médio de plantas de 0,66 em ambas as taxas (Figura 4.3).

Na última avaliação realizada aos 60 DAA, novamente não verificou-se diferença significativa entre as taxas de aplicação, apresentando um número médio de plantas entre 0,66 e 2,33 (Figura 4.3).

Os valores médios referente ao número de plantas de *I. grandifolia* presente na testemunha aos 15, 30, 45 e 60 DAA foram de 6,75; 8,25; 8,25 e 8,75, respectivamente.

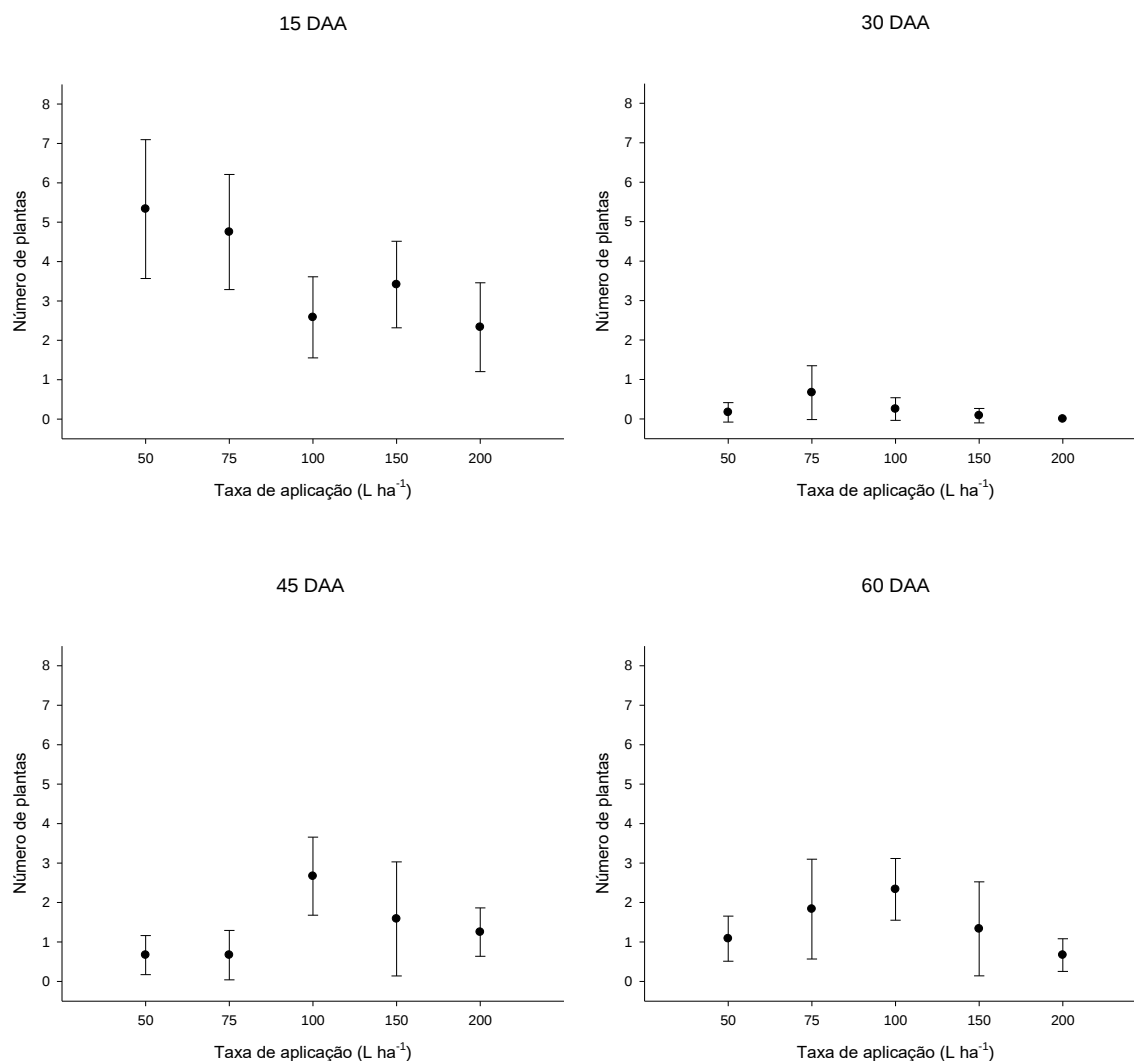


Figura 4.3. Número de plantas de *I. grandifolia* aos 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Front[®] em diferentes taxas de aplicação (50, 75, 100, 150 e 200 L ha⁻¹) e pontas de pulverização. Bandeirantes – PR, 2018.

Com os resultados obtidos neste trabalho, evidencia-se a possibilidade da redução da taxa de aplicação de herbicida em pré-emergência no controle de plantas daninhas em casa-de-vegetação. No entanto, a realização de outros ensaios à campo podem comprovar a possibilidade de uso na implantação da cultura da cana-de-açúcar.

5. CONCLUSÃO

As maiores taxas de aplicação promoveram os maiores níveis de cobertura.

A redução da taxa de aplicação com o herbicida Front® não gerou perda de eficiência no controle de *I. grandifolia* até os 60 DAA em casa-de-vegetação.

A ponta de pulverização TVI 80050 apresentou a menor porcentagem de cobertura.

Não verificou-se diferença significativa entre as pontas de pulverização para o controle e número de plantas de *I. grandifolia*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D.P.; FERREIRA, M.C.; LEITE, G.J.; VELLOSO, C.P.; GRIESANG, F.; SANTOS, R.T.S. Volumes de calda, uso de adjuvante e intervalos sem chuva no controle de plantas daninhas com sulfentrazone. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.2, p.163-172, 2017.

ALVES, F.C.; BIANCO, S.; NEPOMUCENO, M.P.; MARTINS, J.V.F.; ALVES, P.L.C.A. Shoot and root interference of morning glory on the initial growth of sugarcane. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, Rio de Janeiro, 2018.

BAESSO, M.M.; TEIXEIRA, M.M.; RUAS, R.A.A.; BAESSO, R.C.E.. Tecnologias de aplicação de agrotóxicos. **Revista Ceres**, v.61, Suplemento, p.780-785, 2014.

BARBOSA, B.F.F.; FERREIRA, M.C.; SILVA, J.L.; CAVICHIOLI, F.A.; BERTONHA, R.S.; CUSTÓDIO, A.A.P. Controle de *Ipomoea nil* utilizando ponta centrífuga de pulverização em diferentes volumes de aplicação com e sem adjuvante. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, p.277-290, 2011.

BUENO, M.R.; ALVES, G.S.; PAULA, A.D.M.; CUNHA, J.P.A.R. Volumes de calda e adjuvante no controle de plantas daninhas com glyphosate. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 705-713, 2013.

CARVALHO, F.T.; QUEIROZ, J.R.G.; TOLEDO, R.E.B. Eficácia do herbicida amicarbazone no controle de cordas-de-viola na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.3, p.183-189, 2011.

CHECHETTO, R.G.; ANTUNIASSI, U.R. Espectro de gotas gerado por diferentes adjuvantes e pontas de pulverização. **Revista Energia na Agricultura**, v.27, n.3, p.130-142, 2012.

COELHO, W.L.V.; SILVA, F.S.; DALLACORT, R. CARNEIRO; P.A.V. Análise do potencial de geração de energia elétrica a partir dos resíduos do setor sucroenergético no

Estado de Mato Grosso em diferentes cenários produtivos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.5, n.2, p.332-351, 2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, v.4, Safra 2017/18, n.4, Quarto levantamento, Brasília, p. 1-73, Abril 2018. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 01 de Maio de 2018.

CRUSCIOL, C.A.C.; LEITE, G.H.P.; SIQUEIRA, G.F.; SILVA, M.A. Response of application of growth inhibitors on sugarcane productivity and sucrose accumulation in the middle of cropping season in Brazil. **Sugar Tech**, v. 19, n. 2, p. 155-164, 2017.

CUNHA, J.P.A.R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1616-1621, 2008.

CUNHA, J.P.A.R.; RUAS, R.A.A.; TEIXEIRA, M.M. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato cônico vazio com indução de ar analisada em mesa de prova e simulação computadorizada. **Revista Ceres**, v.54, n.311, p.40-46, 2007.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília/DF: Embrapa Produção de Informação, 2013. 353p.

FAO, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 01 de Fevereiro de 2018.

FERNANDES, A.P.; PARREIRA, R.S.; FERREIRA, M.C.; ROMANI, G.N. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.728-733, 2007.

GARCIA, D.B.; ALVES, S.N.R.; CASON, J.B.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Lixiviação de diuron, hexazinone e sulfometuron-methyl em formulação comercial e isoladamente em dois solos contrastantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.222-230, 2012.

GIANCOTTI, P.R.F. et al. Eficácia de herbicidas em condições controladas para o controle de gramíneas infestantes de canaviais em estiagem. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.3, p.269-275, 2012.

GIANCOTTI, P.R.F.; TOLEDO, R.E.B.; ALVES, P.L.C.A.; VICTORIA FILHO, R.; CASON, J.B.; ROCHA, M.G. Chemical control of morning glory as a function of water restriction levels. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 345-353, 2014.

INOUE, M.H.; TSCHOPE, M.C.; MENDES, K.F.; MATOS, A.K.A.; GOULART, B.F. BEM, R. Seleção de bioindicadores para herbicidas residuais aplicados em pré-emergência. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.10, n.2, p.173-182, 2012.

INOUE, M.H.; MENDES, K.F.; GOULART, M.O.; MERTENS, T.B.; SOUZA, O.C.; ZUBKO, M.A. Potencial de lixiviação e efeito residual de diuron + hexazinone + sulfometuron-methyl em solos de textura contrastante. **Revista de Ciências Agrárias**, v.58, n.4, p.418-426, 2015.

MADUREIRA, R.P; RAETANO, C.G.; CAVALIERI, J.D. Interação pontas-adjuvantes na estimativa do risco potencial de deriva de pulverizações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.2, p.180–185, 2015.

MARTINELLI, C.A.; ULIAN, I.Z.; SIMÕES, P.S.; PINOTTI, E.B.; GIROTTI, M.; FELIPE, A.L.S.; JUNIOR, C.E.I.; SILVA, D.P.; BOSQUÊ, G.G. Interferência de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar e algumas práticas de controle. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, n.20, 2011.

MATUO, T. et al. **Tecnologia de aplicação de defensivo agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1987. 200 p.

MENDES, K.F.; INOUE, M.H.; GOULART, M.O.; PIMPINATO, R.F.; TORNISIELO, V.L. Leaching of a mixture of hexazinone, sulfometuron-methyl, and diuron applied to soils of contrasting textures. **Water Air Soil Pollut**, p.227-268, 2016.

MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D.; CARBONARI, C.A.; MORAES, C.P. Teores de lignina e celulose em plantas de cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 121-127, 2012.

MESCHEDE, D.K.; VELINI, E.D.; CARBONARI, C.A.; SILVA, J.R.M. Alteração fisiológica da cana-de-açúcar pela aplicação de glyphosate e sulfometuron-methyl. **Planta Daninha**, v. 29, n. 2, p. 413-419, 2011.

MONQUERO, P.A.; BRAGA, E.N.; MALARDO, M.R. Manejo de *Merremia aegyptia* com misturas de herbicidas utilizando diferentes lâminas de água e na presença ou ausência de palha de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.2, p.88-96, 2014.

OLIVEIRA JR., R.S. Mecanismos de Ação de Herbicidas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p.141-192.

ORZARI, I.; MONQUERO, P.A.; REIS, F.C.; SABBAG, R.S.; HIRATA, A.C.S. Germinação de espécies da família Convolvulaceae sob diferentes condições de luz, temperatura e profundidade de semeadura. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 53-61, 2013.

PIZA, C.S.T.; NEPOMUCENO, M.P.; ALVES, P.L.C.A. Período anterior à interferência de corda-de-viola em cana-planta. **Científica**, v.44, n.4, p.543-548, 2016.

RODRIGUES, A.C.P.; FILHO, S.I.B.S.; MARTINS, D.; COSTA, N.V.; ROCHA, D.C.; SOUZA, G.S.F. Avaliação qualitativa e quantitativa na deposição de calda de pulverização em *Commelina benghalensis*. **Planta Daninha**, v.28, n.2, p.421-428, 2010.

RODRIGUES, E.B.; ABI SAAB, O.J.G.; GANDOLFO, M.A. Cana-de-açúcar: Avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.90–95, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS – SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, 1995. 42 p.

SCHNEIDER, J.L.; OLIVEIRA, G.M.; BALAN, R.E.; CANTERI, M.G.; ABI SAAB, O.J.G. Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v.43, n.5, p.797-802, 2013.

SILVA, I.A.B.; KUVA, M.A.; ALVES, P.L.C.A.; SALGADO, T.P. Interferência de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de *Ipomoea hederifolia* na cana-soca. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 265-272, 2009.

SILVA, M.V.P.P.; SOUZA, F.C.; REIS, L.S.; PEREIRA, J.C.; SOUZA, R.C. Aplicação de herbicidas em pré-emergência sobre palha de cana-de-açúcar para o controle de espécies da família Convolvulaceae. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 184-193, 2015.

SOUZA, L.A.; CUNHA, J.P.A.R.; PAVANIN, L.A. Eficácia e perda do herbicida 2,4-D amina aplicado com diferentes volumes de calda e pontas de pulverização. **Planta Daninha**, v. 29, p. 1149-1156, 2011.

TOLEDO, R.E.B.; JUNIOR, A.C.S.; NEGRISOLI, R.M.; NEGRISOLI, E.; CORRÊA, M.R.; ROCHA, M.G.; FILHO, R.V. Herbicidas aplicados em pré-emergência para o controle de *Ipomoea* spp. na cultura de cana-de-açúcar em época seca. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.14, n.4, p.263-270, 2015.

VASCONCELOS, M.C.C.; SILVA, A.F.A.; LIMA, R.S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v.8, n.1, p.1-6, 2012.

VIANA, R.S.; LISBOA, L.A.M.; FIGUEIREDO, P.A.M.; NETO, A.D.R. Parâmetros tecnológicos e produtivos da cana-de-açúcar quando submetida à aplicação de maturadores químicos no início de safra. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.16, n.1, p.67-75, 2017.