

DANILO MORILHA RODRIGUES

**TEMPERATURA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA CALDA DE
PULVERIZAÇÃO E EFICÁCIA DE HERBICIDAS**

Botucatu
2018

DANILO MORILHA RODRIGUES

**TEMPERATURA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA CALDA DE
PULVERIZAÇÃO E EFICÁCIA DE HERBICIDAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agricultura.

Orientador: Carlos Gilberto Raetano
Coorientador: Caio Antônio Carbonari

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

R696t	Rodrigues, Danilo Morilha, 1993- Temperatura nas propriedades físicas da calda de pulverização e eficácia de herbicidas / Danilo Morilha Rodrigues - Botucatu: [s.n.], 2018 68 p.: fots. color., grafs. color., tabs. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2018 Orientador: Carlos Gilberto Raetano Coorientador: Caio Antônio Carbonari Inclui bibliografia 1. Defensivos vegetais - Tecnologia de aplicação. 2. Plantas daninhas - Controle. 3. Pulverização. I. Raetano, Carlos Gilberto. II. Carbonari, Caio Antônio. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.
-------	--

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

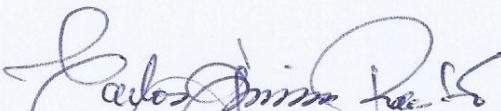
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “TEMPERATURA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA CALDA DE PULVERIZAÇÃO E EFICÁCIA DE HERBICIDAS”

AUTOR: DANILO MORILHA RODRIGUES

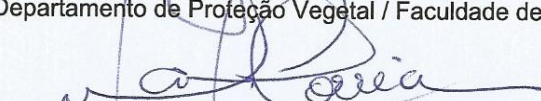
ORIENTADOR: CARLOS GILBERTO RAETANO

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



Prof. Dr. CARLOS GILBERTO RAETANO

Departamento de Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu - UNESP


Dr. MARCELO ROCHA CORRÊA

Assessoria e Consultoria Agrícola / TECHFIELD ASSESSORIA E CONSULTORIA EM AGRICULTURA LTDA


Prof. Dr. LEANDRO PAIOLA ALBRECHT

Ciências Agrônomicas / Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina

Botucatu, 30 de julho de 2018.

Aos Meus Amados Pais.

Claudinei e Roselaine

Dedico.....

AGRADECIMENTOS

Primeiro e acima de todas as coisas agradeço a Deus, por me abençoar e iluminar, guiando meus passos para que eu pudesse chegar até o presente momento.

Aos pais Claudinei e Roselaine, e a toda minha família em especial também a minha irmã Daiane e namorada Stéfanny, por todo amor e apoio, sempre me incentivando a buscar o meu melhor.

À Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCA/Unesp) Campus de Botucatu, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Agricultura, e a todos os professores que lecionam por esta instituição, por permitir a obtenção desse título.

Ao professor orientador Dr. Carlos Gilberto Raetano, por todo o auxílio e orientação para com os trabalhos realizados, por todas as oportunidades e o aprendizado adquirido e por sua amizade.

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

Ao Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (Nupam) da FCA/Unesp de Botucatu, e ao laboratório de tecnologia de aplicação da FCAV/Unesp de Jaboticabal em especial aos Prof. Dr. Caio Antonio Carbonari, Dr. Marcelo da Costa Ferreira e toda a equipe de alunos que ali trabalham, pela colaboração prestada.

Aos grandes amigos e companheiros de laboratório e de república, por toda e importante ajuda nos trabalhos, aprendizado e momentos de descontração e alegria.

À Seção de Pós-Graduação por todo o auxílio prestado.

A todos os funcionários da FCA/Unesp, que direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento e realização de alguma forma.

A Todos Agradeço!!!

“O que prevemos raramente ocorre; e o que menos esperamos geralmente acontece.”
Benjamim Disraeli

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá.”
De alguma maneira você chega lá”.
Ayrton Senna.

RESUMO

O principal método de manejo das plantas daninhas é o controle químico. As aplicações de herbicidas são realizadas durante todo do ano e podem estar sujeitas à ação das condições climáticas, como por exemplo, a temperatura. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da temperatura da calda de pulverização sobre a eficácia de controle de herbicidas aplicados em diferentes espécies de plantas daninhas, bem como nas características físicas da pulverização. Para isso, foram realizados experimentos avaliando cinco temperaturas da calda (5, 10, 20, 30 e 40°C) contendo herbicidas. Os experimentos de eficácia e controle foram conduzidos no Departamento de Proteção Vegetal da FCA /UNESP – Campus de Botucatu. Seis espécies de plantas daninhas (*Conyza* sp, *Amaranthus viridis*, *Richardia brasiliensis*, *Digitaria insularis*, *Digitaria horizontalis* e *Eleusine indica*) foram submetidas a pulverizações de herbicidas (Glyphosate, Glufosinato de amônio, 2,4-D amine, Lactofen, Haloxifop-methyl e Cletodim) nas cinco temperaturas da calda. A pulverização foi realizada com o auxílio de pulverizador propelido a ar comprimido, equipado com pontas de pulverização de jato plano, modelo AXI 11002, sob pressão de 138 kPa, e velocidade de trabalho de 7,0 km h⁻¹, fornecendo uma taxa de aplicação de 98 L ha⁻¹. A temperatura da calda foi ajustada por banho-maria até atingir a temperatura desejada, e, na sequência, adicionado o herbicida para aplicação. A partir deste experimento foi avaliado: deposição da pulverização em cartão hidrossensível, eficiência de controle e porcentagem de redução da massa seca de plantas daninhas. As características tensão superficial e ângulo de contato das caldas herbicidas em diferentes temperaturas, foram avaliadas em experimento no laboratório de tecnologia de aplicação da FCAV/Unesp de Jaboticabal. Estas avaliações foram realizadas em tensiômetro da marca DataPhysics® modelo OCA 15 Plus. Os dados obtidos foram submetidos e análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey (P<0,05). O controle de plantas daninhas indicou diferença na eficiência de acordo com a temperatura da calda. A temperatura que proporcionou o melhor controle pode depender do herbicida e da espécie de planta daninha avaliada, porém no âmbito geral, calda com temperaturas de 20 e 30°C proporcionaram melhor controle. A tensão superficial e o ângulo de contato apresentaram comportamento aleatório em relação ao incremento das temperaturas da calda, não permitindo generalizações do

efeito da temperatura em relação a essas variáveis. Com relação aos dados das características das gotas, caldas com temperaturas mais elevadas, resultam no aumento do número e densidade de gotas, e também na redução do diâmetro mediano volumétrico.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação; Controle de plantas daninhas; Qualidade da calda; Pulverização; DMV

ABSTRACT

The most weed management tactic is the chemical control. The herbicide applications can be made during the whole year and it may be subject to the action of climatic conditions such as temperature. The objective of the present study was to evaluate the temperature effect on the spray solution at the moment of spraying on the herbicide efficacy applied in different weed species control, as well as on the physical characteristics of spraying. Some experiments were performed to evaluate five spray solution temperatures (5, 10, 20, 30 and 40° C) containing herbicides. The experiments involving the weed control were conducted in the Department of Plant Protection from Sao Paulo State University (UNESP), School of Agronomy, Botucatu. Six species of weeds (*Coryza* sp, *Richardia brasiliensis*, *Amaranthus viridis*, *Digitaria insularis*, *Digitaria horizontalis* and *Eleusine indica*), were sprayed with herbicides (glyphosate, glufosinato-ammonium, 2,4-D amine, lactofen, haloxyfop-methyl e clethodim) at the five temperatures of the spray mixture. It was carried out using a compressed-air sprayer, fitted with flat-fan nozzles, model AXI 11002, at 138 kPa of pressure, and operating at 7.0 km h⁻¹, providing a spray rate of 98 L ha⁻¹. The spray mixture temperature was adjusted using a water bath until it reaches the ideal temperature, and, thus, the herbicide was added for application. From this experiment, it was evaluated: spray deposition through a water sensitive card, weed control and its dry mass reduction percentage. The spray solution characteristics, like: surface tension and contact angle from the spray solution in different temperatures, were evaluated in another experiment which was conducted in the spraying technology laboratory of São Paulo State University (UNESP), School of Agricultural and Veterinarian Sciences, Jaboticabal city. The evaluations were carried out in a tension meter device: DataPhysics model OCA brand ® 15 Plus. The data was submitted to the ANOVA by Fischer test and compared by Tukey test ($P < 0.05$). The weed control indicated difference according to the spray mixture temperature. The temperature that provides the best control depends on the herbicide and weed, but in general, temperatures of 20 and 30° C can provide a satisfactory control. Surface tension and contact angle presented a random behavior according to the temperature increase of the spray solution, not allowing generalizations of the effect of the temperature in relation to these variables. According to the droplet data characteristics, spray mixture with higher temperatures,

increased droplet number and density, as well as reduced the volumetric median diameter.

Keywords: Application technology; Weed control; Quality of the solution; Spray mixture; DMV;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Temperatura média diária da estufa onde os experimentos foram conduzidos, no período de 23 de janeiro a 25 de março de 2017.....	31
Figura 2 – Seringa do tensiômetro formando a gota na ponta da agulha durante avaliação da tensão superficial (A); Gotas depositadas em superfície hidrofóbica Parafilm® (B); Tensiômetro DataPhysics® modelo OCA 15 Plus (C).	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Controle de <i>Conyza</i> sp. aos 7, 14, 21 e 28 DAA.....	32
Tabela 2 – Redução do peso seco (%) de <i>Conyza</i> sp. em relação a testemunha aos 28 DAA.....	33
Tabela 3 – Controle de <i>A. viridis</i> aos 7, 14, 21 e 28 DAA.....	34
Tabela 4 – Redução do peso seco (%) de <i>A. viridis</i> em relação à testemunha aos 28 DAA.....	35
Tabela 5 – Controle de <i>R. brasiliensis</i> aos 7, 14, 21 e 28 DAA.....	36
Tabela 6 – Redução do peso seco (%) de <i>R. brasiliensis</i> em relação à testemunha aos 28 DAA.....	38
Tabela 7 – Controle de <i>D. insularis</i> aos 7, 14, 21 e 28 DAA.....	39
Tabela 8 – Redução do peso seco (%) de <i>D. insularis</i> em relação à testemunha aos 28 DAA.....	40
Tabela 9 – Controle de <i>D. horizontalis</i> aos 7, 14, 21 e 28 DAA.....	41
Tabela 10 – Redução do peso seco (%) de <i>D. horizontalis</i> em relação à testemunha aos 28 DAA.....	42
Tabela 11 – Controle de <i>E. indica</i> aos 7, 14, 21 e 28 DAA.....	43
Tabela 12 – Redução do peso seco (%) de <i>E. indica</i> em relação à testemunha aos 28 DAA.....	44
Tabela 13 – Quantidade de amônia em mg/kg de massa fresca em plantas de <i>Conyza</i> sp. (Csp), <i>A. viridis</i> (Ai), <i>R. brasiliensis</i> (Rb), <i>D. insularis</i> (Di), <i>D. horizontalis</i> (Dh) e <i>E. indica</i> (Ei), submetidas a aplicação de glufosinato de amônio em diferentes temperaturas de calda.....	45
Tabela 14 – Tensão superficial de herbicidas em diferentes temperaturas de calda.....	59
Tabela 15 – Ângulo de contato de herbicidas em diferentes temperaturas de calda.....	60
Tabela 16 – Número de gotas de herbicidas em diferentes temperaturas da calda em cartões hidrossensíveis.....	61
Tabela 17 – Densidade de gotas (gotas cm ⁻²) de caldas herbicidas em diferentes temperaturas em cartões hidrossensíveis.....	62

Tabela 18 – Cobertura (%) da pulverização de caldas herbicidas em diferentes temperaturas em cartões hidrossensíveis. 63

Tabela 19 – Diâmetro volumétrico das gotas correspondentes a 50% do volume total (DMV) da calda herbicida em diferentes temperaturas em cartões hidrossensíveis. 63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	21
CAPÍTULO 1 - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA CALDA NA EFICÁCIA DE HERBICIDAS.....	23
1.1 RESUMO.....	23
1.2 ABSTRACT.....	24
1.3 INTRODUÇÃO	25
1.4 MATERIAL E MÉTODOS	26
1.4.1 Delineamento experimental.....	26
1.4.2 Semeadura e desbaste.....	27
1.4.3 Tratamentos utilizados	27
1.4.4 Ajuste da temperatura da calda	28
1.4.5 Aplicação	29
1.4.6 Coleta e análise dos dados	29
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
1.5.1 Buva – <i>Conyza</i> sp.....	31
1.5.2 Caruru de mancha – <i>Amaranthus viridis</i>	34
1.5.3 Poaia branca – <i>Richardia brasiliensis</i>	36
1.5.4 Capim amargoso – <i>Digitaria insularis</i>	38
1.5.5 Capim colchão – <i>Digitaria horizontalis</i>	40
1.5.6 Capim pé de galinha – <i>Eleusine indica</i>	42
1.5.7 Quantidade de amônia nas plantas	45
REFERÊNCIAS	47
CAPITULO 2 - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA CALDA NA QUALIDADE DA PULVERIZAÇÃO	51
2.1 RESUMO.....	51
2.2 ABSTRACT.....	52
2.3 INTRODUÇÃO	53

2.4	MATERIAL E MÉTODOS	54
2.4.1	Experimento 1	54
2.4.1.1	Tensão Superficial	55
2.4.1.2	Ângulo de Contato	56
2.4.2	Experimento 2	56
2.4.3	Herbicidas utilizados	57
2.4.4	Ajuste da temperatura da calda	57
2.4.5	Análise dos dados	58
2.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
2.5.1	Experimento 1: Tensão superficial e ângulo de contato	58
2.5.2	Experimento 2: Qualidade da pulverização	61
	REFERÊNCIAS	64
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
	REFERÊNCIAS	68

INTRODUÇÃO GERAL

Desde os primórdios da exploração agropecuária, tem-se a ocorrência de plantas que infestam espontaneamente e de forma indesejável, as áreas de ocupação humana utilizadas para a produção de alimentos. Essas plantas são comumente chamadas de plantas daninhas (VIVIAN, 2011; PITELLI, 2015).

Existem diversas formas para controlar as plantas daninhas, porém, a mais utilizada em lavouras comerciais é o controle químico, com o uso de herbicidas, que proporciona um rápido controle, praticidade de aplicação e alto rendimento operacional (CAVENAGHI, 2011; CARVALHO, 2013; LORENZI, 2014).

A principal forma de aplicação dos herbicidas é realizada por meio da pulverização. Por essa razão, se faz necessário e importante o conhecimento de tecnologias e fatores que aumentem a eficiência deste processo e, conseqüentemente, permitam que o produto aplicado atinja o alvo, no momento e na quantidade adequada, visando maior eficácia do produto e maior controle da espécie de planta daninha, aliado com baixo custo e mínima contaminação ambiental.

O controle de plantas daninhas com herbicidas em lavouras comerciais pode ser realizado em diferentes horários do dia e estações do ano, estando assim, sujeitos a diferentes condições climáticas, no qual a temperatura ambiente ao momento da aplicação, irá exercer influência na temperatura da calda aplicada (DEVKOTA et al., 2016), podendo essa, resultar em diferenças na eficácia de controle das plantas daninhas. Pois, com a variação da temperatura da calda, espera-se também, que haja mudanças nas características físico-químicas da calda e também na qualidade da pulverização. Entretanto, se desconhece a magnitude e a interação da temperatura da calda com os componentes nela presentes (CUNHA et al., 2010).

Devido à importância do dano causado pelas plantas daninhas em meio aos cultivos agrícolas, junto à dificuldade de controle de algumas plantas daninhas torna-se, necessário buscar e estudar continuamente novas técnicas e fatores que possam vir a influenciar no controle destas espécies de plantas daninhas.

A temperatura da calda é um fator em potencial que, recentemente, vem sendo muito discutido, e que pode ser atrelada a uma maior eficácia de herbicidas no controle das plantas daninhas. Por se tratar de preocupação recente, pouco se conhece a respeito do efeito da temperatura da calda na eficiência dos herbicidas. Dessa forma, surge a necessidade de buscar informações, a fim de conhecer o

efeito das variações de temperatura da calda na eficiência dos herbicidas no controle de diferentes espécies de plantas daninhas.

Sendo assim, a hipótese do presente estudo, é de que a temperatura da calda herbicida no momento da pulverização pode resultar em diferenças no controle de plantas daninhas, bem como alterar propriedade físicas da calda. E os objetivos foram: (i) avaliar a influência da temperatura da calda de pulverização, na eficácia de controle de herbicidas aplicados em pós emergência de plantas daninhas; (ii) avaliar as propriedades físicas da calda de pulverização em diferentes em temperaturas.

CAPÍTULO 1

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA CALDA NA EFICÁCIA DE HERBICIDAS

1.1 RESUMO

A ocorrência de plantas daninhas traz prejuízos em áreas agrícolas, pelo difícil controle de algumas espécies por herbicidas, o que demanda técnicas para otimizar o controle destas invasoras. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da temperatura da calda de pulverização sobre a eficácia de controle de herbicidas aplicados sobre diferentes espécies de plantas daninhas. Seis espécies (*Conyza* sp, *Amaranthus viridis*, *Richardia brasiliensis*, *Digitaria insularis*, *Digitaria horizontalis* e *Eleusine indica*) foram submetidas a pulverizações com os herbicidas glyphosate, glufosinato de amônio, 2,4-D amine, lactofen, haloxyfop-methyl e cletodim aplicados em cinco temperaturas de calda (5, 10, 20, 30 e 40°C). A pulverização foi realizada com o auxílio de pulverizador propelido a ar comprimido, equipado com pontas de pulverização de jato plano, modelo AXI 11002, sob pressão de 138 kPa, e velocidade de trabalho de 7,0 km h⁻¹, fornecendo uma taxa de aplicação de 98 L ha⁻¹. A temperatura da calda foi ajustada com o auxílio de banho-maria até que se atingisse a temperatura desejada e, na sequência foi adicionado o respectivo herbicida para aplicação. A partir deste experimento foi avaliada a eficiência de controle e porcentagem de redução da massa seca de cada uma das espécies de plantas daninhas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey (P<0,05). A eficiência de controle de plantas daninhas apresentou diferença com a temperatura da calda. A temperatura que proporciona o melhor controle pode depender do herbicida e da espécie de planta daninha envolvida, porém no âmbito geral, caldas com temperaturas de 20 e 30°C proporcionaram melhor nível de controle.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação; Controle de plantas daninhas; Latifolicidas; Graminidas;

INFLUENCE OF SPRAY SOLUTION TEMPERATURE IN THE HERBICIDES EFFICACY

1.2 ABSTRACT

The weeds occurrence in agricultural areas can damage the crop production due to the difficulty in controlling some weed species by using of herbicides. Therefore, techniques to optimize the control of these weeds are required. The objective of the present study was to evaluate the effect of the spray solution temperature on the herbicide control efficacy applied in different weeds species. Six weed species (*Conyza* sp, *Amaranthus viridis*, *Richardia brasiliensis*, *Digitaria insularis*, *Digitaria horizontalis* and *Eleusine indica*) were sprayed with the herbicides glyphosate, glufosinate-ammonium, 2,4-D amine, lactofen, haloxyfop-methyl and clethodim applied in five temperatures (5, 10, 20, 30 and 40° C) of spray solution. The spraying was carried out with a compressed-air sprayer, fitted with flat-fan spray nozzles model 11002 AXI, at 138 kPa, and working at 7.0 km h⁻¹, providing a spray rate of 98 L.ha⁻¹. The spray solution temperature was adjusted through a water bath until it reaches the desired temperature, and in sequence, the herbicide was added. From this experiment the control and reduction of dry mass percentage of weeds was evaluated. The data was submitted to ANOVA by Fischer test and compared by Tukey test at 5% of probability (P<0.05). The weed control showed difference according to the spray solution temperature. The temperature that provides the best control can depend on the herbicide and weed, but in general, with temperatures between 20 and 30° C provide good level of control.

Keywords: Application technology; Weed control; Broadleaf herbicides; Graminicides;

1.3 INTRODUÇÃO

Dentre as principais culturas agrícolas de cultivo extensivo, o controle químico com herbicidas é o método mais utilizado para o controle de plantas daninhas (CARVALHO, 2013). No entanto historicamente, na agricultura há pouco tempo que se dispõe de herbicidas eficientes para o controle de plantas daninhas (CONSTANTIN, 2011). A palavra herbicida, tem origem do latim *Herbi* (planta) e *cida* (morte). São compostos químicos capazes de selecionar populações de plantas, provocando a morte algumas plantas e de outras não (OLIVEIRA JR., 2011).

Apesar de facilidade e eficiência no manejo de plantas daninhas proporcionada por estes produtos químicos, um fato que tem sido observado no mundo, é o crescente aumento no número de plantas resistentes aos herbicidas, tornando cada vez mais difícil o controle e o manejo das plantas infestantes.

A resistência de plantas daninhas aos herbicidas é o resultado do uso frequente e contínuo de um produto químico em uma mesma área (MATTHEWS et al., 2016), causando mutações e, conseqüentemente, selecionando indivíduos (plantas daninhas) com resistência a determinado ingrediente ativo do herbicida. Sendo assim, a resistência de plantas daninhas aos herbicidas é definida como a habilidade hereditária de uma planta sobreviver e se reproduzir, após a exposição a uma dose de herbicida naturalmente letal a outros indivíduos da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI et al., 2016).

Com intuito de prolongar a vida útil dos herbicidas, faz-se necessário o emprego de outras tecnologias que aumentem a eficiência destes produtos (CONSTANTIN, 2011), pois a eficácia do controle de plantas daninhas por herbicidas depende de diversos fatores, destacando-se aqueles relacionados à tecnologia de aplicação (AGOSTINETO, 2015).

O processo para se obter um bom resultado no controle de plantas daninhas, se inicia com a escolha do herbicida e de sua dosagem correta para o controle de uma determinada espécie de planta daninha. A calibração e a manutenção dos equipamentos utilizados na pulverização, tipo de ponta, volume e qualidade de calda utilizada, entre outros fatores, são essenciais para se obter um resultado satisfatório no controle de plantas daninhas. Outros fatores que influenciam no resultado de uma aplicação são aqueles ligados ao ambiente antes, durante e após aplicação, tais

como vento, temperatura e umidade, condições de solo e luminosidade. Em contrapartida, a associação de herbicidas, também pode exercer papel fundamental sobre a eficácia de controle de plantas daninhas (JACTO, 2001; MOREIRA, 2003; AGOSTINETO, 2015).

Os herbicidas são aplicados em diferentes épocas do ano, horários e regiões, estando eles, assim como a água utilizada como diluente, sujeitos a influência do ambiente. Variações na temperatura de 0°C a 35°C são bastante comuns a campo, dependendo da localização geográfica e do horário da aplicação (QUEIROZ, 2009; AGOSTINETO, 2015; DEVKOTA et al., 2016). A temperatura da calda de pulverização armazenada nos tanques está em equilíbrio com a temperatura do ambiente. Portanto, as aplicações realizadas durante o outono e inverno registram temperaturas menores da calda, comparativamente àquelas realizadas na primavera e verão, com temperaturas mais elevadas (DEVKOTA et al., 2016).

Relato de técnicos e produtores rurais da região sul brasileira, dão conta de que, nas aplicações de herbicidas realizadas no inverno é comum a ocorrência de águas consideradas “frias”. Temperaturas baixas de calda podem dificultar a solubilização de formulados no tanque e a sua homogeneização, porém temperaturas de calda mais elevadas podem contribuir para o aumento da eficácia de controle dos herbicidas ou ainda acelerar o processo de degradação da molécula.

Assim, o presente estudo teve como objetivo, avaliar a influência da temperatura da calda de pulverização, na eficácia de controle de herbicidas aplicados em pós-emergência de plantas daninhas consideradas de difícil controle.

1.4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo foram conduzidos seis experimentos em ambiente protegido (estufa), no Departamento de Proteção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual de Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCA/Unesp, Campus de Botucatu, SP).

1.4.1 Delineamento experimental

Seis espécies de plantas daninhas, sendo três dicotiledôneas (buva - *Conyza* sp.; caruru-de-mancha – *Amaranthus viridis*; e poaia-branca - *Richardia brasiliensis*;

e três gramíneas (capim-amargoso - *Digitaria insularis*; capim-colchão - *Digitaria horizontalis*; e capim-pé-de-galinha - *Eleusine indica*) foram submetidas à aplicação de herbicidas em diferentes temperaturas de caldas de pulverização. Cada espécie de planta daninha foi estudada de forma independente, envolvendo dois fatores, herbicida e temperatura da calda.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados combinado quatro herbicidas com cinco temperaturas da calda, além de uma testemunha sem aplicação, resultando em 20 tratamentos com quatro repetições, totalizando 84 unidades amostrais para cada uma das espécies.

1.4.2 Semeadura e desbaste

A semeadura foi realizada no dia 23 de janeiro de 2017, em vasos polietileno com capacidade de 0,300 L contendo substrato comercial do tipo Carolina Soil®. A germinação das sementes iniciou-se cinco dias após a semeadura, se tornando plena em todos os vasos para ambas as espécies no oitavo dia após a semeadura. Posteriormente, com o desenvolvendo das plantas, foi realizado o desbaste de forma gradativa, mantendo ao final apenas duas plantas em cada vaso.

Ao contrário das demais espécies, *Conyza* sp. foi semeada no dia 1 de março de 2017. A semeadura foi realizada em vasos de 0,250 L contendo substrato comercial do tipo Carolina Soil®, para posteriormente ser transplantada no dia 24 de março de 2017 em vasos de polietileno com capacidade de 0,300 L contendo o mesmo substrato. A germinação das sementes iniciou-se no dia 10 do mesmo mês. Cada vaso recebeu quatro plantas, e após sete dias, foi realizado o desbaste, mantendo apenas duas plantas por vaso.

1.4.3 Tratamentos utilizados

Os tratamentos foram constituídos de dois herbicidas de amplo espectro: glyphosate (Roundup Original®) e glufosinato de amônio (Finale®), aplicados em todas as plantas daninhas, dois latifolicidas: 2,4-D sal amine (DMA806®) e lactofen (Cobra®), aplicados apenas nas plantas dicotiledôneas, e dois graminicidas: haloxyfop-methyl (Verdict®) e cletodim (Select®) aplicados apenas nas gramíneas. A escolha destes produtos teve como critério, a relevância de uso na agricultura, bem

como a seletividade para as espécies de plantas daninhas utilizadas no presente estudo.

Todos os herbicidas foram aplicados em pós-emergência das plantas daninhas, e em dose única (Quadro 1), além de uma testemunha (sem aplicação). Sendo estes combinados com cinco temperaturas da calda: 5, 10, 20, 30 e 40°C, com variação de $\pm 1^\circ\text{C}$.

Quadro 1 – Doses dos herbicidas utilizados para compor os tratamentos

Herbicidas utilizados para no estudo		
Nome Comercial	Ingrediente ativo	Dose (g i.a. ou g e.a. ha ⁻¹)
Roundup Original®	glyphosate	2,0 L ha ⁻¹ (960 g e.a.)
Finale®	glufosinato de amônio	2,5 L ha ⁻¹ (500 g i.a.)
Roundup Original®	glyphosate	*4,0 L ha ⁻¹ (1920 g e.a.)
Finale®	glufosinato de amônio	**2,0 L ha ⁻¹ (400 g i.a.)
DMA806®	2,4-D amine	1,5 L ha ⁻¹ (1209 g i.a.)
Cobra®	lactofen	0,700 L ha ⁻¹ (168 g i.a.)
Verdict®	haloxyfop-methyl	***0,450 L ha ⁻¹ (56,11 g i.a.)
Select®	cletodim	***0,375 L ha ⁻¹ (90 g i.a.)

(*) Dose específica para *Richardia brasiliensis*;(**) Dose específica para *Eleusine indica*;(***) Adicionado 0,5% v/v do óleo mineral Lanza® na calda.

1.4.4 Ajuste da temperatura da calda

A temperatura da calda foi ajustada utilizando a técnica do banho-maria. Para as caldas em que era necessário o aquecimento foi utilizado o equipamento de banho-maria da marca Fanem Modelo 1147, enquanto que as caldas com necessidade de resfriamento foram mantidas em garrafas PET acondicionadas em uma caixa térmica (isopor) contendo gelo.

Assim que a temperatura da água presente nas garrafas PET atingiu o valor desejado para aplicação, adicionou-se o herbicida e imediatamente foi realizada a aplicação. O monitoramento da temperatura das caldas foi realizado com o auxílio de termômetros digitais e de mercúrio.

Para que não houvesse perdas ou ganhos de temperatura da calda para o sistema de tubulação e demais componentes do pulverizador, antecedendo as aplicações, procedeu-se a circulação no sistema de apenas água na respectiva temperatura em que a calda seria aplicada e, dessa forma, possibilitando que o pulverizador mantivesse a mesma temperatura da calda a ser aplicada.

1.4.5 Aplicação

As aplicações dos experimentos envolvendo as espécies *A. viridis*, *R. brasiliensis*, *D. insularis*, *D. horizontalis* e *E. indica* foram realizadas no dia 25 de fevereiro de 2017, e para *Conyza* sp. as aplicações foram realizadas no dia 10 de abril de 2017.

No momento da aplicação, presou-se para que as plantas tivessem tamanho maior do que o ideal para o controle, conforme demonstrado no Quadro 2. Apesar de não ser o objetivo do trabalho, tal procedimento foi adotado no caso de haver influência da temperatura da calda no controle das plantas daninhas, o efeito seria evidenciado com maior clareza frente a uma situação de controle mais crítica.

Quadro 1 – Estádio de desenvolvimento das espécies de plantas daninhas no momento da aplicação.

Estádio de desenvolvimento das espécies estudadas	
Espécie	Tamanho
<i>Conyza</i> sp.	10-15 folhas
<i>Amaranthus viridis</i>	Pré-florecimento
<i>Richardia brasiliensis</i>	10-15 folhas
<i>Digitaria insularis</i>	2-3 perfilhos
<i>Digitaria horizontalis</i>	Pré-florecimento
<i>Eleusine indica</i>	Pré-florecimento

As aplicações foram realizadas em laboratório com o auxílio de um sistema de pulverização móvel com controle de velocidade e pressão, pressurizado a ar comprimido. O sistema foi equipado com pontas de pulverização de jato plano, modelo AXI 11002, Jacto®, com espaçamento de 0,5 m entre elas, operando sob pressão constante de 138 kPa e velocidade de deslocamento de 7,0 km h⁻¹, proporcionando taxa de aplicação de 98 L ha⁻¹. A temperatura ambiente no momento da aplicação foi ajustada para permanecer em 23±1°C.

1.4.6 Coleta e análise dos dados

As avaliações do controle das plantas daninhas deram-se aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA), atribuindo uma nota percentual ao grau da injúria visual causada em cada planta (nota 0 para ausência de injúrias e 100 para a morte das plantas) considerando os sintomas visíveis das injúrias, (Sociedade Brasileira da

Ciência das Plantas Daninhas – SBCPD, 1995), sempre realizadas por três avaliadores, os quais foram mantidos em todas as avaliações.

Ao final das avaliações de controle (aos 28 DAA) foi realizada a coleta das plantas rente à superfície do substrato. As plantas coletadas foram colocadas em sacos de papel kraft e, em seguida, todas as amostras foram acondicionadas em estufa de circulação de ar forçada a $60\pm 5^{\circ}\text{C}$ por 7 dias, até atingirem peso constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança analítica para obtenção do peso da massa seca. O peso da massa seca de cada tratamento foi subtraído do peso da massa seca da testemunha, e convertido em porcentagem de redução do peso em relação ao tratamento sem aplicação (testemunha).

Também foi realizada a quantificação do teor de amônia no tecido vegetal das plantas que receberam a aplicação do glufosinato de amônio. Para isso, foi realizada a aplicação em quatro vasos adicionais para cada um dos tratamentos contendo o glufosinato de amônio para todas as espécies vegetais.

Aos 2 DAA, as plantas dos vasos adicionais foram coletadas, para realizar a quantificação da amônia no tecido vegetal por meio de espectrofotometria, conforme método descrito por Brito (2016).

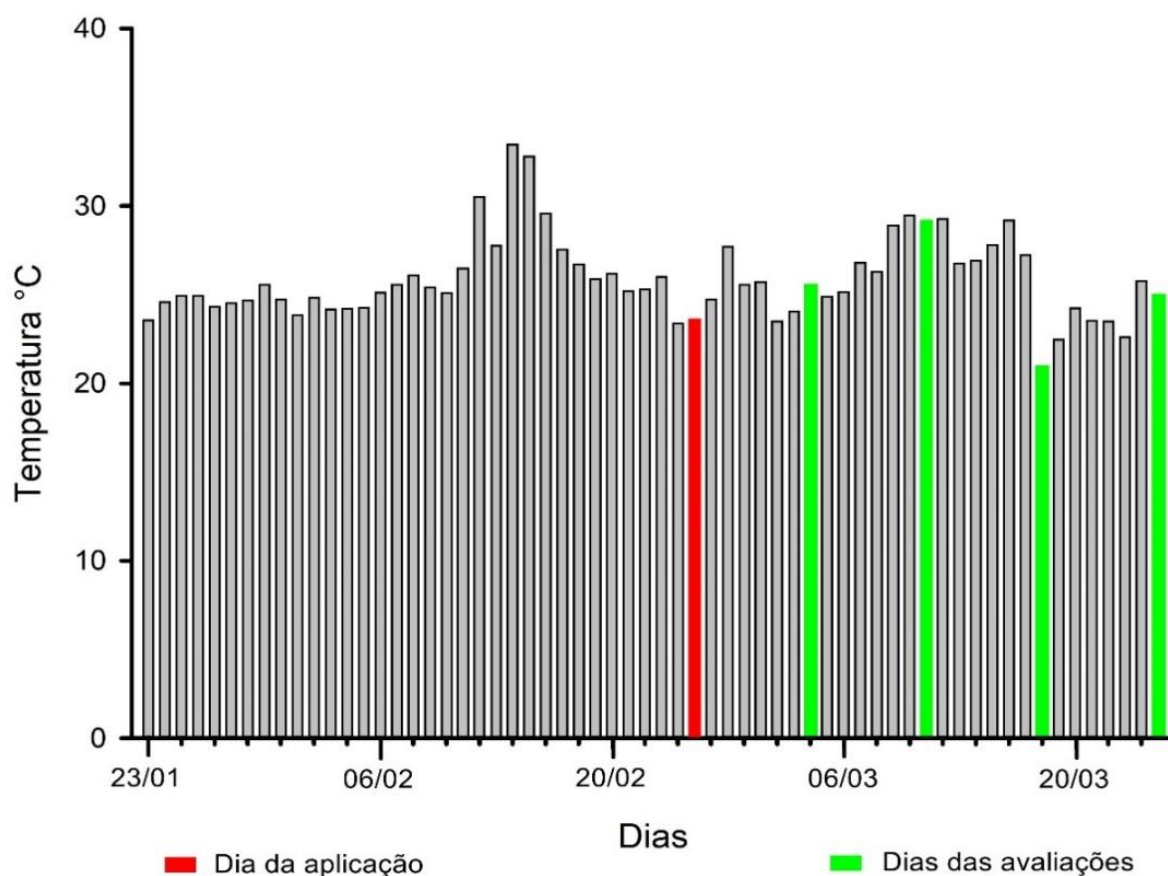
Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade ($P\leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas pelo software SISVAR®, versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura ambiente no interior da estufa (Figura 1) foram monitorados no período de condução dos experimentos, de 23 de janeiro a 25 de março de 2017.

A temperatura do ambiente antes, durante e após a aplicação, pode influenciar a eficácia dos herbicidas no controle de plantas daninhas (CIESLIK et al., 2013). Temperaturas extremas podem causar estresse nas plantas, podendo reduzir assim a absorção e translocação dos herbicidas e, conseqüentemente reduzir a eficácia de controle das plantas daninhas (VIDAL et al., 2014).

Figura 1 – Temperatura média diária da estufa onde os experimentos foram conduzidos, no período de 23 de janeiro a 25 de março de 2017



1.5.1 Buva –*Conyza* sp.

O controle de *Conyza* sp. (Tabela 1) foi influenciado pela interação entre herbicidas e temperaturas da calda. Na média geral dos herbicidas, o glufosinato de amônio demonstrou melhor porcentagem de controle, se destacando dos demais herbicidas desde os 7 DAA até aos 28DAA.

Glufosinato de amônio proporcionou controle acima de 85% desde os 14DAA, obtendo aos 28DAA o controle mínimo de 88,5% quando aplicado na temperatura de 10°C, e controle total das plantas quando aplicado nas temperaturas de 20, 30 e 40°C. Em estudos de dose resposta realizados por Brito (2016) observou-se que para o controle de 50% e 80% de plantas de *Conyza sumatrensis*, foram necessários 52,5 e 122,3 g i.a. ha⁻¹ respectivamente do herbicida glufosinato de amônio, e que doses iguais ou superiores a 400 g i.a. ha⁻¹ proporcionaram o máximo

de controle. Tais informações demonstram a eficiência do glufosinato de amônio no controle de plantas do gênero *Conyza* sp., que assume papel de grande importância no manejo de infestantes deste gênero, principalmente devido ao fato de muitas populações de plantas pertencentes a este gênero possuírem resistência ao herbicida glyphosate.

Tabela 1 – Controle de *Conyza* sp. aos 7, 14, 21 e 28 DAA.

Controle de <i>Conyza</i> sp. aos 7 DAA (%)							
Herbicida	Temperatura da calda					Média	DMS
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	18,00Bc	20,00Bc	40,00Ac	33,00Ac	20,00Bc	26,20c	7,52
Glu	65,00Ba	64,00Ba	75,25Aa	70,00ABa	73,50Aa	69,55a	
2,4-D	58,00Ab	55,25ABb	50,00ABb	48,00Bb	50,00ABb	52,25b	
Lac	50,00Ab	54,00Ab	48,00Ab	50,00Ab	49,00Ab	50,20b	
Média	47,70B	48,31B	53,31A	50,25AB	48,12B		4,00
DMS						3,36	
CV%							8,12
Controle de <i>Conyza</i> sp. aos 14 DAA (%)							
Gly	15,00Bd	10,00Bd	35,00Ac	30,75Ac	15,00Bd	21,15c	5,67
Glu	90,00BCa	85,00Ca	95,50ABa	98,00Aa	98,00Aa	93,30a	
2,4-D	70,00Ab	68,00Ab	55,00Bb	50,00Bb	50,00Bb	58,60b	
Lac	25,00ABc	28,00Ac	20,00Bd	20,00Bd	22,00ABc	23,00c	
Média	50,00AB	47,75BC	51,37A	49,58AB	46,25C		3,01
DMS						2,53	
CV%							6,18
Controle de <i>Conyza</i> sp. aos 21 DAA (%)							
Gly	15,00Cc	10,00Dc	35,00Ac	30,00Bc	15,25Cc	21,05c	4,30
Glu	94,25Ba	93,50Ba	99,25Aa	99,00Aa	99,50Aa	97,10a	
2,4-D	75,00Ab	75,00Ab	68,00Bb	60,00Cb	60,00Cb	67,60b	
Lac	3,25Ad	3,25Ad	2,50Ad	2,50Ad	2,00Ad	2,70d	
Média	46,87BC	45,43CD	51,18A	47,87B	44,18D		2,28
DMS						1,92	
CV%							4,88
Controle de <i>Conyza</i> sp. aos 28 DAA (%)							
Gly	21,75BCc	15,00Cb	50,25Ac	42,50Ac	26,25Bc	31,15c	8,09
Glu	91,25Ba	88,50Ba	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	95,95a	
2,4-D	90,00Aa	90,00Aa	83,00ABb	78,00Bb	78,00Bb	83,80b	
Lac	0,00Ac	0,00Ac	0,00Ad	0,00Ad	0,00Ad	0,00d	
Média	50,75C	48,37C	58,31A	55,12AB	51,06BC		4,30
DMS						3,61	
CV%							8,20

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Apesar do biótipo de *Conyza* sp. utilizado para esta pesquisa, ser considerado tolerante ao glyphosate (pela realização da curva dose-resposta), esse herbicida não proporcionou controle satisfatório das plantas, com apenas 50,25% de controle quando aplicado em calda a 20°C. Tal fato pode estar relacionado com o tamanho das plantas no momento da aplicação.

Em relação à temperatura da calda, a média geral de controle para este fator evidencia que caldas com temperaturas de 20 e 30°C proporcionaram controle superior em relação às demais temperaturas, porém ao se observar a interação dos fatores, a temperatura da calda que proporciona o melhor controle varia de acordo com o herbicida.

Os herbicidas glyphosate e glufosinato de amônio apresentaram melhor controle quando aplicados em calda a 20 e 30°C. No entanto, o herbicida 2,4-D proporcionou o melhor controle de *Conyza* sp., quando aplicado em caldas mais frias, com 5 e 10°C.

A variável redução do peso de *Conyza* sp. (Tabela 2) apresentou diferença estatística isoladamente apenas para o fator herbicida e, assim, como para o controle, o glufosinato de amônio foi o herbicida que proporcionou a maior redução (97,14%) desta variável em relação ao tratamento sem aplicação (testemunha).

Os únicos herbicidas a apresentarem diferença estatística em relação à redução do peso seco foram o glyphosate e o lactofen, proporcionando maior redução quando aplicados em calda a 20 e 10°C, respectivamente.

Ao estudarem o efeito da temperatura da calda no controle de plantas daninhas submetidas à aplicação de diferentes doses da pré-mistura entre glyphosate e dicamba, Devkota et al. (2016) não observaram diferenças significativas no controle e na redução do peso seco de *Conyza canadensis* em função das diferentes temperaturas da calda em nenhuma das doses em teste.

Tabela 2 –Redução do peso seco (%) de *Conyza* sp. em relação a testemunha aos 28 DAA.

Herbicida	Redução do peso seco de <i>Conyza</i> sp. (%)					Média	DMS
	Temperatura da calda						
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	71,80ABb	64,49ABb	82,11Aa	70,74ABbc	60,99Bc	70,32c	18,12
Glu	96,92Aa	95,35Aa	94,83Aa	98,61Aa	100,00Aa	97,14a	
2,4-D	97,10Aa	93,96Aa	82,76Aa	88,69Aab	81,69Ab	88,84b	
Lac	66,24ABb	72,49Ab	53,89bAB	53,07Bc	61,86ABc	61,51d	
Média	83,02A	81,57A	78,39A	77,78A	76,13A		9,64
DMS						8,10	
CV						12,20	

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

1.5.2 Caruru de mancha – *Amaranthus viridis*

Todos os herbicidas aplicados em *A. viridis* apresentaram bom controle inicial das plantas desta espécie (Tabela 3).

A partir de 14 DAA, todos os herbicidas proporcionaram o controle máximo quando aplicados na temperatura de 30°C, porém a partir dos 21 DAA foi observado o início de rebrote em alguns tratamentos. O rebrote de plantas foi observado para o herbicida glyphosate aplicado a 5, 10, 20 e 40°C, para o glufosinato de amônio aplicado a 10, 20 e 40°C e para os herbicidas 2,4-D e lactofen quando aplicados em calda a 40°C.

Tabela 3 – Controle de *A. viridis* aos 7, 14, 21 e 28 DAA.

Controle de <i>A. viridis</i> aos 7 DAA (%)							
Herbicida	Temperatura da calda					Média	DMS
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	80,00Bb	20,00Cc	85,00Ab	89,00Ab	80,00Bb	70,80c	4,54
Glu	95,00Aa	85,00Bb	95,00Aa	95,00Aa	98,00Aa	93,96a	
2,4-D	95,00Aa	90,00Ba	87,00BCb	84,00Cc	65,00Dd	84,20b	
Lac	94,00Aa	87,00Bab	83,00Bb	77,00Cd	73,00Cc	82,80b	
Média	91,00A	70,50D	87,50B	86,25B	79,00C		2,42
DMS							2,03
CV%							2,93
Controle de <i>A. viridis</i> aos 14 DAA (%)							
Gly	92,50Aa	61,25Bb	92,50Aa	100,00Aa	89,00Aa	87,05b	11,95
Glu	100,00Aa	94,00Aa	97,00Aa	100,00Aa	97,75Aa	97,75a	
2,4-D	100,00Aa	100,00Aa	97,50Aa	100,00Aa	95,00Aa	98,50a	
Lac	100,00Aa	97,50Aa	100,00Aa	100,00Aa	92,50Aa	98,00a	
Média	98,12AB	88,18C	96,75AB	100,00A	93,56BC		6,36
DMS							5,34
CV%							6,70
Controle de <i>A. viridis</i> aos 21 DAA (%)							
Gly	60,00Cb	45,00Ec	85,00Bc	100,00Aa	50,00Dc	68,00c	3,67
Glu	100,00Aa	90,00Cb	95,00Bb	100,00Aa	93,50BCa	95,70b	
2,4-D	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	90,00Ba	98,00a	
Lac	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	80,00Bb	96,00b	
Média	90,00C	83,75D	95,00B	100,00A	78,37E		1,95
DMS							1,64
CV%							2,20
Controle de <i>A. viridis</i> aos 28 DAA (%)							
Gly	30,00Cb	35,00Bc	30,00Cc	100,00Aa	30,00Cc	45,00c	3,63
Glu	100,00Aa	85,00Cb	90,00Bb	100,00Aa	90,00Ba	93,00b	
2,4-D	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	88,00Ba	97,60a	
Lac	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	100,00Aa	60,00Bb	92,00b	
Média	82,50B	80,00C	80,00C	100,00A	67,00D		1,93
DMS							1,62
CV%							2,37

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Com exceção do glyphosate, os demais herbicidas proporcionaram média geral de controle final superior a 90%. O herbicida 2,4-D apresentou a maior média geral, proporcionando 97,60% de controle de *A. viridis*.

Dentre as caldas aplicadas em *A. viridis*, apenas aquelas com temperatura de 40°C não proporcionaram 100% de controle final das plantas em nenhuma das interações com os herbicidas.

Para *A. viridis*, as temperaturas de 5 e 30°C proporcionaram maior redução do peso seco das plantas tratadas em relação à testemunha (Tabela 4), registrando 81,53% e 78,87% de redução, respectivamente.

Tabela 4– Redução do peso seco (%) de *A. viridis* em relação à testemunha aos 28 DAA.

Herbicida	Redução do peso seco de <i>A. viridis</i> (%)					Média	DMS
	Temperatura da calda						
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	72,38AB	47,43Cb	66,64ABCbc	86,01Aa	60,60BCa	66,61b	20,08
Glu	84,99A	76,20Aa	79,59Aab	86,17Aa	75,98Aa	80,59a	
2,4-D	77,98A	80,57Aa	88,28Aa	84,60Aa	69,40Aa	80,16a	
Lac	90,76A	79,70ABa	48,06CDc	58,73BCb	34,82D	62,41b	
Média	81,53A	70,98AB	70,64BC	78,87AB	60,20C		10,68
DMS						8,98	
CV							14,81

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Somente os herbicidas glyphosate e lactofen exibiram diferenças estatísticas em relação à temperatura da calda na aplicação. Para o glyphosate maior redução do peso seco foi observada a 30°C, sendo a única temperatura da calda em que este produto proporcionou 100% de controle das plantas. Para o herbicida lactofen maior redução do peso seco pode ser observada na temperatura de 5°C, a qual aos 7 DAA proporcionou controle superior as demais temperaturas da calda.

Ao avaliar a temperatura da calda para o controle de *Ipomoea hederifolia* e *Ipomoea quamoclit*, Agostineto (2015) observou que as espécies estudadas apresentam comportamento similar de resposta ao aumento da temperatura das caldas contendo os herbicidas carfentrazone-ethyl e saflufenacil. Nas aplicações de carfentrazone-ethyl, a cada 1°C aumentado na temperatura da calda observou-se redução na massa seca da ordem de 0,22% e 0,35%, para *I.hederifolia* e *I.quamoclit*, respectivamente. Para o saflufenacil, a cada 1°C aumentado na temperatura da calda houve redução na massa seca de 0,56% e 0,30%, para

I.hederifolia e *I.quamoclit*, respectivamente. Os resultados indicaram que o aumento da temperatura proporcionou melhor controle das espécies de plantas daninhas.

1.5.3 Poaia branca – *Richardia brasiliensis*

Aos 7 DAA, pode-se constatar interação dos fatores temperatura da calda e herbicida no controle da poaia-branca (Tabela 5). Valores médios de controle superiores a 70% foram registrados para os herbicidas glyphosate e glufosinato de amônio quando aplicados a 40°C. Já para os herbicidas 2,4-D e lactofen a 5 e 10°C.

Tabela 5 – Controle de *R. brasiliensis* aos 7, 14, 21 e 28 DAA.

Controle de <i>R. brasiliensis</i> aos 7 DAA (%)							
Herbicida	Temperatura da calda					Média	DMS
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	10,00Dd	25,00Cd	15,00Dd	65,0B0a	85,00Aa	40,00c	5,98
Glu	55,00Bc	35,00Cc	60,00Bc	60,00Ba	75,00Ab	57,00b	
2,4-D	73,00Ab	73,00Ab	68,00Ab	48,00Bb	20,00Cd	56,40b	
Lac	88,00Aa	80,00Ba	76,25Ba	50,00Cb	50,00Cb	68,85a	
Média	56,50A	53,25B	54,81AB	55,75AB	57,50A	3,18	
DMS						6,37	2,67
CV%							5,76
Controle de <i>R. brasiliensis</i> aos 14 DAA (%)							
Gly	13,00Cc	45,25Bb	46,25Bc	89,00Aa	51,25Bb	48,95c	20,36
Glu	60,00ABb	62,50ABb	66,25ABb	55,00Bb	78,75Aa	64,50b	
2,4-D	75,00Ab	87,50Aa	83,75Aab	95,25Aa	17,00Bc	71,70b	
Lac	100,00Aa	89,50ABa	96,00Aa	90,00ABa	72,50Ba	89,60a	
Média	60,00CD	71,18BC	73,06AB	82,31A	54,87D	10,18	
DMS						19,12	8,55
CV%							14,88
Controle de <i>R. brasiliensis</i> aos 21 DAA (%)							
Gly	15,00Dd	30,00Cc	55,00Bc	90,00Ab	50,00Bb	48,00d	6,42
Glu	70,00Bc	60,50Cb	90,00Ab	50,25Dc	60,00Ca	66,15b	
2,4-D	80,00Bb	60,00Cb	40,00Dd	100,00Aa	10,00Ec	58,00c	
Lac	100,00Aa	98,00Aa	99,00Aa	95,00Aab	50,00Bb	88,40a	
Média	66,25C	62,15D	71,00B	83,81A	42,50E	3,41	
DMS						5,36	2,87
CV%							5,27
Controle de <i>R. brasiliensis</i> aos 28 DAA (%)							
Gly	10,00Ed	16,00Dd	40,00Bc	80,00Ab	30,00Cb	35,20d	4,32
Glu	70,00Bb	60,50Cb	85,00Ab	40,00Ec	50,00Da	61,10b	
2,4-D	60,00Bc	50,00Cc	25,00Dd	100,00Aa	3,50Ec	47,70c	
Lac	100,00Aa	99,00Aa	99,00Aa	97,00Aa	30,00Bb	85,00a	
Média	60,00C	56,37C	62,25C	79,25A	28,37D	2,30	
DMS						4,60	1,93
CV%							4,04

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

O herbicida lactofen proporcionou controle final de *R. brasiliensis* insatisfatório quando aplicado a 40°C. Em contrapartida, pode-se observar excelente controle com esse herbicida aos 14 DAA, quando aplicado nas temperaturas de 5 e 20°C (100 e 96% de controle, respectivamente). Tal fato também foi constatado aos 28 DAA, quando aplicado nas temperaturas de 10 e 30°C (99 e 97% de controle respectivamente). Pode-se observar ainda, que o herbicida lactofen proporcionou melhor controle geral das plantas em todas as avaliações quando comparado aos demais herbicidas.

Além do lactofen, o herbicida 2,4-D proporcionou controle de 100% das plantas, quando aplicado a 30°C, porém exibiu controle final nulo e insatisfatório respectivamente para as caldas a 40 e 20°C.

O herbicida glyphosate proporcionou bom controle apenas quando aplicado a 30°C. Para as caldas com glyphosate nas demais temperaturas o controle foi ineficaz das plantas. O glufosinato de amônio exibiu comportamento semelhante ao glyphosate, com bom controle final apenas quando aplicado a 20°C.

Os resultados obtidos por Devkota et al. (2016) no controle de *Ambrosia trifida* L. e *Ipomoea lacunosa* L. submetidas à aplicação de glyphosate associado a dicamba na dose de 0,275 mais 0,137 kg e.a. ha⁻¹, em diferentes temperaturas da calda foram 14% superior na temperatura de 31°C em relação a temperatura de 5°C, com respectivamente 75% e 61% de controle de *A. trifida*. Para *I. lacunosa* a diferença de controle foi ainda mais nítida. A temperatura de 31°C proporcionou controle 26% maior do que a temperatura de 5°C, respectivamente 98% e 72%. Ainda de acordo com os autores, o tempo em que a calda permanece sob determinada temperatura não influenciou no controle, mas a temperatura de 22°C proporcionou maior redução da matéria seca de *Amarantus palmeri* que a 5°C, com redução do peso seco de 54% e 26%, respectivamente.

Assim como para o controle, o herbicida lactofen foi o que apresentou maior redução geral do peso seco de *R. brasiliensis* (Tabela 6). Pode-se observar também, que mesmo não diferindo estatisticamente, as temperaturas menores da calda proporcionaram maior porcentagem de redução do peso seco das plantas tratadas com lactofen.

Para o herbicida glyphosate, a calda com temperatura de 30°C resultou na maior redução do peso seco em relação às demais temperaturas. O herbicida 2,4-D a

40°C resultou na menor redução do peso seco quando comparado as demais temperaturas da calda. Para ambos os herbicidas glyphosate e 2,4-D, a porcentagem de redução de peso seco se assemelha aos dados de controle.

Tabela 6 –Redução do peso seco (%) de *R. brasiliensis* em relação à testemunha aos 28 DAA.

Herbicida	Redução do peso seco de <i>R. brasiliensis</i> (%)					Média	DMS
	Temperatura da calda						
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	52,26BCb	45,68Cb	55,93BCb	84,84Aa	73,76ABa	62,49c	22,02
Glu	79,97Aa	72,84Aa	80,45Aa	75,86Aa	81,64Aa	78,15b	
2,4-D	83,47Aa	84,45Aa	76,55Aab	91,39Aa	38,35Bb	74,84b	
Lac	97,89Aa	91,49Aa	91,55Aa	89,35Aa	80,94Aa	90,24a	
Média	78,40AB	73,61B	76,12AB	85,36A	68,67B		11,72
DMS			23,44			9,84	
CV							15,39

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

1.5.4 Capim amargoso – *Digitaria insularis*

Aos 7 DAA foi possível constatar bom controle do capim-amargoso (*D. insularis*), proporcionado pelo glyphosate combinado a 30°C e pelo glufosinato de amônio combinado as temperaturas de 20, 30 e 40°C (Tabela 7).

Para o herbicida cletodim foi observado excelente controle final do capim amargoso em todas as temperaturas da calda. Já o herbicida haloxyfop-methyl proporcionou excelente controle apenas quando aplicado nas temperaturas de 10 e 20°C. Quando aplicado nas demais temperaturas de calda, este graminicida demonstrou controle ineficaz.

Bianchi (2018) relata que em plantas de *D. insularis* nos estádios iniciais de desenvolvimento, com tamanho de 15 a 20 cm, o herbicida cletodim demonstrou alta eficiência no controle de biótipos com e sem resistência ao herbicida glyphosate.

Para todos os herbicidas, a temperatura da calda de 20°C se destacou em relação às demais, proporcionando controle médio final extremamente eficiente (99,75%), seguida pela temperatura de 30°C com média final de controle de 84,75%. Exceção apenas para a interação com o herbicida haloxyfop-methyl, que proporcionou controle semelhante à temperatura de 20°C para as interações com glyphosate, glufosinato de amônio e cletodim.

Tabela 7 – Controle de *D. insularis* aos 7, 14, 21 e 28 DAA.

Controle de <i>D. insularis</i> aos 7 DAA (%)							
Herbicida	Temperatura da calda					Média	DMS
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	2,00Dc	2,00Dd	25,00Cc	93,00Aa	40,00Bb	32,40b	6,32
Glu	65,00Ba	25,00Cb	90,25Aa	90,50Aa	85,00Aa	71,15a	
Dim	25,00Cb	33,00ABa	38,00Ab	38,00Ab	30,00BCc	32,80a	
Fop	25,00Bb	15,00Cc	30,00ABc	35,00Ab	30,00ABc	27,00c	
Média	29,25C	18,75D	45,81B	64,12A	46,24B		3,36
DMS						2,82	
CV%						8,27	
Controle de <i>D. insularis</i> aos 14 DAA (%)							
Gly	8,75Cb	12,50Cc	46,25Bb	92,75Aa	55,25Bc	43,10b	18,04
Glu	71,25Ba	40,00Cb	95,00Aa	94,75Aa	95,00Aa	79,20a	
Dim	71,25Aa	70,00Aa	77,00Aa	87,00Aa	73,75Ab	75,80a	
Fop	25,00Bb	30,00Bbc	86,25Aa	40,00Bb	38,75Bc	44,00b	
Média	44,06C	38,12C	76,12A	78,62A	65,68B		9,60
DMS						8,07	
CV%						15,93	
Controle de <i>D. insularis</i> aos 21 DAA (%)							
Gly	8,00Cc	10,00Cc	98,00Aa	100,00Aa	90,00Bb	61,20c	3,72
Glu	80,00Cb	90,50Bb	100,00Aa	100,00Aa	97,75Aa	93,65b	
Dim	98,00Aa	98,00Aa	98,00Aa	98,00Aa	95,00Aa	97,40a	
Fop	10,00Ec	89,00Bb	100,00Aa	60,25Cb	40,00Dc	59,85c	
Média	49,00E	71,87D	99,00A	89,56B	80,68C		1,98
DMS						1,66	
CV%						2,55	
Controle de <i>D. insularis</i> aos 28 DAA (%)							
Gly	2,00Cc	2,00Cc	100,00Aa	100,00Aa	90,00Bb	58,80c	3,90
Glu	74,50Cb	95,00Bb	100,00Aa	100,00Aa	98,75ABa	93,65b	
Dim	100,00Aa	99,00Aa	99,00Aa	99,00Aa	90,00Bb	97,40a	
Fop	2,00Dc	96,00Aab	100,00Aa	40,00Bb	7,00Cc	49,00d	
Média	44,62D	73,00C	99,75A	84,75B	71,43C		2,07
DMS						1,74	
CV%						2,79	

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Os herbicidas que registraram as melhores médias finais de controle para *D. insularis*, foram o cletodim e o glufosinato de amônio, com respectivamente 97,40 e 93,65% de controle das plantas.

Resultados apresentados por Barroso et al. (2014) indicam que o controle de capim amargoso em estágio inicial (3-4 folhas) foi influenciado pela formulação do herbicida glyphosate. As formulações sal potássico e sal de amônio apresentaram controle inferior ao proporcionado pela formulação sal de Isopropilamina que, também, resultou em maior redução da biomassa fresca das plantas em relação as demais formulações. Os autores apontam ainda, a importância de se realizar o controle no início do desenvolvimento das plantas, pois em estádios mais

avançados, com a planta já perfilhando, mesmo nos tratamentos em que o glyphosate foi associado aos gramínicos, o controle raramente ultrapassou 80%.

As temperaturas da calda que resultaram as maiores reduções do peso seco de *D. insularis* (Tabela 8), foram 20 e 30°C. Em relação aos herbicidas, na média geral, o glufosinato de amônio e o cletodim foram estatisticamente superiores aos herbicidas haloxyfop-methyl e glyphosate.

Tabela 8 – Redução do peso seco (%) de *D. insularis* em relação à testemunha aos 28 DAA.

Herbicida	Redução do peso seco de <i>D. insularis</i> (%)					Média	DMS
	Temperatura da calda						
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	24,33Bb	23,64Bb	82,00Aa	97,81Aa	88,62Aa	63,28b	
Glu	72,58Aa	91,13Aa	97,11Aa	98,62Aa	91,14Aa	90,11a	28,50
Dim	89,79Aa	84,68Aa	91,69Aa	95,30Aa	85,86Aa	89,46a	
Fop	38,80Bb	79,89Aa	94,43Aa	70,99Aa	37,91Bb	64,40b	
Média	56,37D	69,83CD	91,31A	90,48AB	75,88BC		15,17
DMS			30,34			12,74	
CV							19,82

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Apenas para os herbicidas glyphosate e haloxyfop-methyl foi observada diferença estatística em relação à temperatura que estes foram aplicados. Para o glyphosate, as caldas a 20, 30 e 40°C resultaram em maior redução do peso seco em relação àquelas a 5 e 10°C. Já para o haloxyfop-methyl as temperaturas de 10 e 20°C foram as que mais reduziram o peso das plantas tratadas em relação à testemunha.

1.5.5 Capim colchão – *Digitaria horizontalis*

O herbicida haloxyfop-methyl quando aplicado na temperatura de 40°C apresentou bom controle inicial (7 DAA) das plantas de *D. horizontalis* (Tabela 9), sendo nitidamente observadas injúrias extremamente arroxeadas nas folhas das plantas que receberam esse tratamento. Porém, aos 14 DAA, as injúrias começaram a dar espaço para novas brotações (perfilhos) com a ausência de injúrias. Em contrapartida, o tratamento contendo esse herbicida aplicado a 20°C proporcionou controle evolutivo das plantas que o receberam, passando de 65%, aos 7 DAA, para 93% ao final das avaliações.

Tabela 9 – Controle de *D. horizontalis* aos 7, 14, 21 e 28 DAA.

Controle de <i>D. horizontalis</i> aos 7 DAA (%)							
Herbicida	Temperatura da calda					Média	DMS
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	5,00Dd	7,00Dd	48,00Bb	85,00Aa	15,00Cc	32,00c	5,39
Glu	35,00Bb	35,00Bb	50,00Ab	20,00Cd	55,00Bb	39,00b	
Dim	25,00Cc	45,00Aa	40,00ABc	35,00Bc	5,00Dd	30,00c	
Fop	75,00Ba	20,00Ec	65,00Ca	55,00Db	90,00Aa	61,00a	
Média	35,00C	26,75D	50,75A	48,75A	41,25B		2,86
DMS							2,41
CV%							7,11
Controle de <i>D. horizontalis</i> aos 14 DAA (%)							
Gly	15,00Cb	20,00Cc	45,75Bc	87,00Aa	57,00Ba	44,95d	11,27
Glu	64,50Aa	68,75Aa	69,50Aab	15,00Bc	61,50Aa	55,85b	
Dim	26,25Cb	54,00Bb	64,25ABb	74,50Ab	33,00Cb	50,40c	
Fop	70,75ABa	73,25Aa	75,75Aa	72,20Ab	59,00Ba	70,25a	
Média	44,12C	54,00B	63,81A	62,25A	52,62B		5,99
DMS							5,04
CV%							10,88
Controle de <i>D. horizontalis</i> aos 21 DAA (%)							
Gly	10,00Dc	10,00Dc	75,00Ba	98,00Aa	60,00Cb	50,60c	5,32
Glu	95,00Aa	70,00Ba	68,00Bb	5,00Dc	90,00Aa	65,60a	
Dim	5,00Dc	70,00Aa	40,00Cc	60,00Bb	40,00Cd	43,00d	
Fop	40,00Db	40,00Db	78,00Aa	60,00Bb	50,00Cc	53,60b	
Média	37,50E	47,50D	65,25A	55,75C	60,00B		2,83
DMS							2,38
CV%							5,35
Controle de <i>D. horizontalis</i> aos 28 DAA (%)							
Gly	2,00Dc	2,00Dd	75,00Bb	100,00Aa	40,00Cc	43,80b	3,49
Glu	99,00Aa	90,00Ca	95,00Ba	2,00Dd	97,00ABa	76,60a	
Dim	2,00Dc	60,00Ab	20,00Cc	50,00Bc	5,00Dd	27,40c	
Fop	10,00Db	10,00Dc	93,00Aa	60,00Bb	45,00Cb	43,60b	
Média	28,25E	40,50D	70,75A	53,00B	46,75C		1,86
DMS							1,56
CV%							3,90

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Com exceção da temperatura de 30°C, o controle proporcionado pelo herbicida glufosinato de amônio aplicado nas demais temperaturas de calda apresentou evolução, atingindo aos 28 DAA controle superior a 90%. O glufosinato de amônio foi ainda o herbicida que apresentou o melhor desempenho no controle final de *D. horizontalis*.

As melhores temperaturas de calda associadas ao herbicida glyphosate foram 20 e 30°C. Dos tratamentos em teste, o controle total das plantas de *D. horizontalis* foi observado apenas aos 28 DAA para o tratamento em que o glyphosate foi combinado à temperatura de 30°C.

Para o herbicida cletodim, as temperaturas de calda que melhor controlaram as plantas de *D. horizontalis* foram 10 e 30°C, porém, ainda assim, o controle

proporcionado por esse herbicida não foi expressivo. As temperaturas da calda que registraram os melhores percentuais de controle final foram 20 e 30°C, com respectivamente 70,75% e 53%.

Em estudo realizado para avaliar o controle de *D. horizontalis* em estágio de três folhas a três perfilhos na cultura da melancia, Maciel et al. (2002) observaram que o herbicida cletodim proporcionou controle superior a 97% da planta daninha aos 30 DAA do herbicida. Um dos motivos para, no presente estudo, o herbicida cletodim não ter demonstrado resultado expressivo no controle de *D. horizontalis* é atribuído a diferença no tamanho das plantas no momento da aplicação.

A redução do peso seco observada para *D. horizontalis* (Tabela 10) resultou média significativamente superior para o fator temperatura da calda a 20°C em relação às demais temperaturas, corroborando com os dados de controle (Tabela 9).

Todos os herbicidas apresentaram diferenças estatísticas na redução do peso seco, apresentando comportamento semelhante aos dados de controle. Para os herbicidas glyphosate e haloxyfop-methyl, maior redução foi observada quando os herbicidas foram aplicados nas temperaturas de 20 e 30°C. Para o glufosinato de amônio a menor redução ocorreu no tratamento em que foi aplicado a 30°C. E, para o cletodim, maior redução do peso seco ocorreu quando foi aplicado a 10°C.

Tabela 10 – Redução do peso seco (%) de *D. horizontalis* em relação à testemunha aos 28 DAA.

Herbicida	Redução do peso seco de <i>D. horizontalis</i> (%)					Média	DMS
	Temperatura da calda						
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	40,42Bb	47,01Bc	89,26Aa	93,95Aa	52,02Bb	64,53ab	20,27
Glu	86,45Aa	68,20Aab	76,70Aa	19,90Bc	84,38Aa	67,13ab	
Dim	51,05BCb	85,31Aa	52,28BCb	68,21ABb	36,58Cb	58,69b	
Fop	71,63BCa	54,11Cbc	95,33Aa	82,62ABab	56,26Cb	71,99a	
Média	62,40B	63,65B	78,39A	66,17B	57,31B		10,78
DMS			21,57			9,06	
CV							16,51

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

1.5.6 Capim pé de galinha – *Eleusine indica*

O herbicida glyphosate aplicado a 40°C proporcionou melhor controle de *E. indica*, aos 7 DAA, em relação aos demais herbicidas (Tabela 11). No entanto, aos 14 DAA, o glyphosate aplicado a 5, 10, 20 e 30°C proporcionou incremento no

tamanho das injúrias, enquanto que ao ser aplicado a 40°C, as injúrias foram menos acentuadas que aos 7 DAA.

Tabela 11 – Controle de *E. indica* aos 7, 14, 21 e 28 DAA.

Controle de <i>E. indica</i> aos 7 DAA (%)							
Herbicida	Temperatura da calda					Média	DMS
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	8,00Dd	8,00Dd	35,00Bb	25,00Cd	80,00Aa	31,20d	4,50
Glu	65,00Ba	75,00Aa	75,00Aa	75,00Aa	75,00Ab	73,00a	
Dim	30,00Bc	23,00Cc	28,00Bc	45,00Ac	43,00Ad	33,80c	
Fop	35,00Bb	38,00Bb	38,00Bb	50,00Ab	48,00Ac	41,80b	
Média	34,50D	36,00D	44,00C	48,75B	61,50A	2,39	
DMS						2,01	
CV%						5,35	
Controle de <i>E. indica</i> aos 14 DAA (%)							
Gly	41,25Cb	31,25Cb	58,50ABb	43,50BCb	71,25Aab	49,15c	14,96
Glu	84,50Aa	70,25Aa	74,00Aa	77,50Aa	81,75Aa	77,60a	
Dim	50,75ABb	61,25ABa	55,25ABb	47,75Bb	64,50Ab	55,90b	
Fop	40,75Bb	45,75Bb	40,00Bc	54,50ABb	64,50Ab	49,10c	
Média	54,31B	52,12B	56,93B	55,81B	70,50A	7,96	
DMS						6,69	
CV%						13,80	
Controle de <i>E. indica</i> aos 21 DAA (%)							
Gly	50,00Cc	15,00Dd	78,00Ab	70,00Bb	70,00Bc	56,60d	5,15
Glu	60,00Cb	68,00Bc	65,00BCc	60,00Cc	78,00Ab	66,20c	
Dim	93,00Aa	88,00Ab	88,00Aa	93,00Aa	70,00Bc	86,40b	
Fop	90,00Ba	98,00Aa	93,00ABa	90,00Ba	97,00Aa	93,60a	
Média	73,25C	67,25D	81,00A	78,25B	78,75AB	2,74	
DMS						2,30	
CV%						3,63	
Controle de <i>E. indica</i> aos 28 DAA (%)							
Gly	50,00Bc	8,00Cd	65,00Ab	65,00Ab	65,00Ab	50,60d	4,08
Glu	60,00Bb	68,00Ac	50,00Cc	60,00Bc	40,00Dc	55,60c	
Dim	95,00Aa	93,00Ab	93,00Aa	95,00Aa	95,00Aa	94,50b	
Fop	97,00ABa	100,00Aa	97,00ABa	95,00Ba	94,00Ba	96,60a	
Média	75,50BC	67,25D	76,25B	78,75A	73,50C	2,17	
DMS						1,82	
CV%						2,94	

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Os graminicidas aplicados em *E. indica* proporcionaram controle aos 7 DAA, inferior a 50%, mas no decorrer das avaliações observou-se evolução das injúrias provocadas por esses herbicidas, atingindo aos 28 DAA controle superior a 90% para ambos, e em todas as temperaturas de calda. O tratamento contendo haloxyfop-methyl aplicado a 10°C foi o único a registrar o controle de 100% das plantas nesse período.

Os tratamentos contendo o herbicida glufosinato de amônio proporcionaram bom controle inicial das plantas aos 7 DAA, mas aos 21 DAA observou-se redução do

controle devido a emissão algumas folhas e perfilhos, resultando em controle final abaixo do esperado.

A temperatura da calda de 40°C proporcionou controle inicial geral estatisticamente superior às demais temperaturas, porém aos 28 DAA o melhor controle foi obtido com os tratamentos aplicados a 30°C.

Pereira et al. (2011) observaram que mesmo em condições de estresse hídrico (8, 10 e 13% de umidade do solo), o herbicida haloxyfop-methyl aplicado em 100% e 50% da dose recomendada na bula (60 e 30 g i.a. ha⁻¹, respectivamente) proporcionou controle superior a 90% das plantas de *E. indica* aos 14 DAA. Evidenciando assim, alta eficiência deste produto no controle desta espécie, mesmo em condições de estresse das plantas.

Para a redução do peso seco de *E. indica* foi contatado apenas diferença estatística para o herbicida glyphosate (Tabela 12). A redução do peso seco dessa espécie com glyphosate aplicado a 10°C foi inferior e diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, quando comparado as demais temperaturas da calda ou com outros herbicidas aplicados nessa mesma temperatura da calda.

Tabela 12 – Redução do peso seco (%) de *E. indica* em relação à testemunha aos 28 DAA.

Redução do peso seco de <i>E. indica</i> (%)							
Herbicida	Temperatura da calda					Média	DMS
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	63,81Aa	33,37Bb	50,51ABa	49,87ABa	54,24ABa	50,36b	27,23
Glu	64,30Aa	76,19Aa	60,46Aa	68,80Aa	49,53Aa	63,86a	
Dim	63,80Aa	62,46Aa	71,04Aa	72,20Aa	45,77Aa	63,05a	
Fop	54,12Aa	68,35Aa	63,02Aa	67,66Aa	60,36Aa	62,70a	
Média	61,51A	60,09A	61,26A	64,63A	52,47A		14,40
DMS			28,81			12,10	
CV							24,11

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Pereira et al. (2011), também observaram que a redução da massa seca das plantas de *E. indica* submetidas a aplicação do herbicida haloxyfop-methyl foi mais acentuada nos tratamentos em que havia maior umidade no solo. Os autores atribuem que isso possa estar relacionado à maior área foliar dessas plantas em relação aquelas submetidas a menores disponibilidades hídricas.

1.5.7 Quantidade de amônia nas plantas

A maior quantidade de amônia no interior das células das plantas tratadas com glufosinato de amônio em diferentes temperaturas de calda foi observada quando o herbicida foi aplicado nas temperaturas mais elevadas, principalmente nas temperaturas de 20 e 30°C (Tabela 13).

Para *Conyza* sp. não houve diferenças estatísticas na quantidade de amônia nas células apesar da maior quantidade ser observada na temperatura de 20°C. A aplicação de glufosinato de amônio a 20°C também proporcionou maior acúmulo de amônia em *A. viridis* e *D. horizontalis*. Para *D. insularis* e *E. indica* a maior quantidade de amônia foi observada quando o glufosinato foi aplicado a 30°C. Para a *R. brasiliensis* a temperatura de 40°C foi a que proporcionou o maior acúmulo de amônia.

Tabela 13 – Quantidade de amônia em mg/kg de massa fresca em plantas de *Conyza* sp. (Csp), *A. viridis* (Ai), *R. brasiliensis* (Rb), *D. insularis* (Di), *D. horizontalis* (Dh) e *E. indica* (Ei), submetidas a aplicação de glufosinato de amônio em diferentes temperaturas de calda

Temperatura da calda	Quantidade de Amônia (mg/kg de massa fresca)						Media ¹
	Planta daninha						
	Csp	Ai	Rb	Di	Dh	Ei	
Test	1,54b	1,82c	1,86d	3,54c	1,31d	1,28d	1,89 ¹
5	17,90a	31,31ab	5,53bc	14,35b	3,07bc	11,13bc	13,88 ¹
10	17,87a	19,94b	3,40cd	7,58c	2,03cd	5,53cd	9,38 ¹
20	24,11a	34,86a	7,77ab	13,24b	5,49a	14,20b	16,61 ¹
30	20,30a	33,64ab	8,40a	33,88a	2,30cd	28,20a	21,12 ¹
40	23,25a	32,31ab	9,14a	12,80b	3,74b	5,48cd	14,45 ¹
DMS	11,49	14,30	2,51	4,90	1,30	5,71	
CV%	28,58	24,26	18,19	15,00	18,91	22,65	
Média	17,50	25,65	6,02	14,23	2,99	10,98	

*Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). (1) Valores não fazem parte da análise estatística.

O herbicida glufosinato de amônio atua na inibição da enzima glutamina sintetase, que atua na assimilação de amônia nas células das plantas. A inibição dessa enzima resulta no rápido e elevado acúmulo de amônia em níveis tóxicos no interior da célula, podendo esse acúmulo ser utilizado como marcador bioquímico da inibição da glutamina sintetase e, conseqüentemente de uma boa ação do produto e controle das plantas daninhas (BRUNHARO et al. 2014; BRITO, 2016).

Os herbicidas lactofen e 2,4-D proporcionaram melhor controle de plantas quando aplicado em caldas com temperaturas mais baixas (5 e 10°C). Para os herbicidas glyphosate e glufosinato de amônio, a melhor eficiência foi observada quando aplicados em caldas com temperaturas de 20 e 30°C. Quanto aos graminicidas, no geral, o cletodim mostrou melhor desempenho quando aplicado em calda com temperatura de 30°C e para o haloxyfop-methyl caldas com temperaturas de 20°C.

Excluindo algumas exceções, de modo geral, observou-se que as caldas herbicidas com temperaturas de 20 e 30°C proporcionaram melhor controle das plantas daninhas.

Os resultados encontrados no presente estudo evidenciam claramente a existência da influência da temperatura de calda na eficácia e seletividade de herbicidas no controle de plantas daninhas.

Mas ao mesmo tempo levanta questionamentos de como essa influência ocorre, pois, esse processo pode estar relacionado não somente a temperatura da calda, mas também as condições ambientais e condições fisiológicas da planta no momento da aplicação, sob influência da temperatura ambiente, que influencia também no controle das plantas daninhas.

Fatores ambientais como umidade relativa e temperatura do ar, de modo geral, influenciam a absorção de herbicidas em pós-emergência pelas plantas (BRUNHARO et al., 2014). A temperatura ambiente tem grande impacto em diversos processos fisiológicos das plantas, influenciando diversas reações bioquímicas, bem como penetração, absorção (difusão pela cutícula foliar) e translocação de herbicidas no floema (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2008; VIDAL; LAMEGO, 2010; VIDAL, et al., 2014).

Plantas de *Conyza* sp. sob incidência de radiação solar elevada podem apresentar temperatura foliar cerca de até 10°C acima da temperatura ambiente (LAZAROTO et al., 2008). Pereira et al. (2011) observaram que a disponibilidade de água no solo influenciou significativamente na temperatura foliar de *E. indica*, em que quanto maior a escassez de água no solo, maior é a temperatura foliar em relação a temperatura ambiente.

Informações disponíveis na literatura elucidam que o glyphosate e herbicidas inibidores de ACCase têm seu desempenho favorecido pelo aumento da temperatura ambiente desde que dentro dos limites favoráveis as plantas. Para o

aumento de cada 10°C na temperatura ambiente, a taxa de processos químicos tende a dobrar, praticamente duplicando, também, a absorção de herbicidas. Porém, pode haver diferenças entre espécies quanto à adaptação climática (plantas de clima frio e quente), resultando em diferenças no controle nas diferentes temperaturas da calda aplicada (VIDAL; LAMEGO, 2010; CIESLIK, et al., 2013; VIDAL et al., 2014).

Tais informações demonstram a complexidade que o fator temperatura pode exercer no controle de plantas daninhas com herbicidas. Pois, em condições de campo, a temperatura da calda será influenciada pela temperatura ambiente, que também exercerá influência nas condições fisiológicas da planta. Com isso a melhor temperatura de calda, passa a ser aquela que esteja na temperatura ambiente, mas que esteja, também, na faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento das espécies, para proporcionar a melhor condição fisiológica das plantas, permitindo a absorção do ativo e, assim, proporcionando melhor controle da espécie daninha.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETO, M.C. **Efeito de características da calda e estágio da corda-de-violão na eficácia de carfentrazone-ethyl e saflufenacil**. 2015. 96f. Dissertação. Pós-graduação em Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.
- BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; REIS, F.C.; FILHO R.V.; Accase and glyphosate different formulations herbicides association interactions on sourgrass control. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 32, n. 3, p. 619-627, 2014.
- BELTRÃO, N.E.M.; OLIVEIRA, M.I.P.; efeitos do clima no metabolismo vegetal: mamona. Embrapa. **Documentos 2010**. Embrapa algodão, Campina Grande-PB, 2008, ISSN 0103-0205.
- BIANCHI, L. **Efeito de glyphosate e clethodim isolados e em mistura em *Digitaria insularis***. 2018. 77f. Dissertação: Mestrado em Agronomia-Agricultura. Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, 2018.
- BRITO, I.P.F.S. **Sensibilidade de indivíduos e progênies de *Bidens pilosa* e *Conyza sumatrensis* ao amônio glufosinate**. 2016. 66f. Tese: Doutorado em

Agronomia-Agricultura. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, 2016.

BRUNHARO, C.A.C.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; Aspects of the mechanism of action of the ammonium glufosinate: resistant crops and resistance of weeds. **Rev. Bras. Herb.**, v.13, n.2, p.163-177, mai./ago. 2014.

CARVALHO, L.B. **Plantas daninhas**. 1ª Ed. Lages-SC. Editado pelo autor. 2013. e-ISBN 978-85-912712-2-1. 82p.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; OVEJERO, R.F.L.; BORGATO, E.A.; NETTO, A.G.; MELO, M.S.C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: termos e definições importantes. In: CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4º ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. p.11-32.

CIESLIK, L.F.; VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M.; Environmental factors affecting the efficacy of ACCase-inhibiting herbicides: a review. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 483-489, 2013.

CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax Editora, 2011. p.67-78.

DEVKOTA, P.; WHITFORD, F.; JHONSON, W.G. Influence of spray-solution temperature and holding duration on weed control with premixed glyphosate and dicamba formulation. **Weed Technology** 30, p.116-122. January–March 2016.

FERREIRA, D.F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

JACTO – Maquinas Agrícolas Jacto S.A. **Manual técnico sobre orientações de pulverização**. Versão em português – MP-0193. Código: 957928. Ed. Maio de 2001.

LAZAROTO, C.A.; FLECKI, N.G.; VIDAL, R.A. Biology and ecophysiology of hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) and horseweed (*Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.852-860, mai-jun, 2008

MACIEL, C.G.; CONSTANTIN, J.; GOTO, R. Seletividade e eficiência agrônômica de herbicidas no controle de capim-colchão na cultura da melancia. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 20, n. 3, p. 474-476, setembro 2002.

MATTHEWS, G.A; BATEMAN, R.; MILLER, P. Controle químico em manejo integrado de pragas. In: MATTHEWS, G.A; BATEMAN, R.; MILLER, P. **Métodos de aplicação de defensivos agrícolas**. 4º ed. Trad. sob direção de Iara Fino Silva, Giovana Cunha Dubocq e Durval Dourado Neto. São Paulo: Andrei Editora, 2016. p.21-46.

MOREIRA, S.G. **Importância do pH da calda na eficiência das pulverizações**. 2003. In: Rehagro. Disponível em <<http://rehagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=126>>. Acessado em: 24 de novembro de 2016.

OLIVEIRA Jr., R.S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA Jr., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax Editora, 2011. p.67-78.

PEREIRA, M.R.R.; SOUZA, G.S.F.; MARTINS, D.; MELHORANÇA FILHO, A.L.; KLAR, A.E.; Responses of *Eleusine indica* plants under different water conditions to ACCase-Inhibiting herbicides. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 397-404, 2011.

QUEIROZ, H.S. **Sistema alternativo para redução da evaporação e deriva em aplicações de calda de pulverização baseado na utilização de tubo de vórtice**. 2009. 62f. Dissertação. Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2009.

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

VIDAL, R.A.; PAGNONCELLI Jr., F.; FIPKE, M.V.; QUEIROZ, A.E.S.; BITTENCOURT, H.V.H.; TREZZI, M.M.; Fatores ambientais que afetam a eficácia de glifosato: síntese do conhecimento. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 24, p. 43-52, jan./dez. 2014

VIDAL, R.A.; LAMEGO, F.P. Fisiologia vegetal e a tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação**

para culturas anuais. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p.189-202.

VIVIAN, R. **Importância das plantas daninhas na agricultura.** 2011. In: Jornal dia de campo. Disponível em <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24187&secao=Artigos%20Especiais>>. Acessado em: 24 de novembro de 2016.

CAPITULO 2

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA CALDA NA QUALIDADE DA PULVERIZAÇÃO

2.1 RESUMO

A aplicação de produtos fitossanitários, quase que em sua totalidade é realizada por via líquida, no qual a água é o principal diluente. Dos fatores que influenciam a qualidade da calda de pulverização, a temperatura pode ser considerada um componente qualitativo nas aplicações de herbicida. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da temperatura da calda nas características físicas da pulverização. Para tanto foram realizados experimentos com cinco temperaturas de calda (5, 10, 20, 30 e 40°C) contendo os herbicidas glyphosate, glufosinato de amônio, 2,4-D amine, lactofen, haloxyfop-methyl e cletodim. Um experimento foi conduzido no laboratório de tecnologia de aplicação da FCAV/Unesp Campus de Jaboticabal, para de avaliar a tensão superficial e ângulo de contato das caldas herbicidas em diferentes temperaturas, sendo realizadas em um tensiômetro da marca DataPhysics® modelo OCA 15 Plus. Em outro experimento, realizado no laboratório de tecnologia de aplicação da FCA/Unesp Campus de Botucatu, foi avaliada a deposição das gotas de pulverização em cartões hidrossensíveis. As pulverizações foram realizadas em pulverizador propelido a ar comprimido, equipado com pontas de pulverização de jato plano, modelo AXI 11002, sob pressão de 138 kPa, e velocidade de trabalho de 7,0 km h⁻¹, fornecendo uma taxa de aplicação de 98 L ha⁻¹. Em ambos os experimentos, a temperatura da calda foi ajustada por meio de banho-maria, e monitorada por meio de termômetros. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey (P<0,05). A tensão superficial e o ângulo de contato apresentaram comportamento aleatório em relação ao incremento da temperatura da calda, não permitindo generalizações do efeito da temperatura em relação a essas variáveis. Com relação qualidade do espectro das gotas, caldas com temperaturas mais elevadas resultam no aumento do número e densidade de gotas, e também na redução do diâmetro mediano volumétrico.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação; Qualidade da calda; Tensão superficial; Ângulo de contato; deposição das gotas;

INFLUENCE OF SPRAY SOLUTION TEMPERATURE ON THE SPRAYING QUALITY

2.2 ABSTRACT

The application of phytosanitary products is carried out most via liquid spraying, in which water is the main diluents. Among the factors that influence the quality of the spray solution, the temperature can be considered a qualitative component in herbicide applications. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of the temperature of the spray solution on the physical characteristics of the spraying. The experiments were carried out with five temperatures (5, 10, 20, 30 and 40 ° C) containing the herbicides glyphosate, glufosinate ammonium, 2,4-D amine, lactofen, haloxyfop-methyl and clethodim. An experiment was conducted in the spraying technology lab of Sao Paulo State University (UNESP), School of Agricultural and Veterinarian Sciences, Jaboticabal for evaluating the surface tension and contact angle of herbicides spray solution at different temperatures. The evaluations were carried out in a tension meter device: DataPhysics model OCA brand ® 15 Plus. In another experiment conducted in the spraying technology lab of the same University, School of Agriculture, Botucatu, it was evaluated the deposition of spray droplets on water sensitive card. The spraying was carried out with a compressed-air sprayer, fitted with flat-fan spray nozzles from the model 11002 AXI, at 138 kPa, and working at 7.0 km h⁻¹, providing a spray volume of 98 L ha⁻¹. In both experiments, the temperature of the spray solution was adjusted through water bath and monitored by thermometers. The data was submitted to the ANOVA by Fischer test and compared by Tukey test (P<0.05). Surface tension and contact angle presented a random behavior according to the temperature increase of the spray solution, not allowing generalizations of the effect of temperature in relation to these variables. According to the droplet data characteristics, spray solution with higher temperatures, increased droplet number and density, as well as reduced the volumetric median diameter.

Keywords: Application technology; Quality of the spray mixture; Surface tension; Contact angle; Droplets deposition;

2.3 INTRODUÇÃO

A água é o veículo diluente mais utilizado nas aplicações de produtos fitossanitários, e sua qualidade na composição da calda de aplicação tem sido muito discutida (ARAÚJO, RAETANO, 2002; RAMOS, ARAÚJO, 2006). Os aspectos mais importantes a se considerar na qualidade da água na calda é o pH, dureza, condutividade elétrica, viscosidade e a tensão superficial (QUEIROZ, 2009; MINGUELA, CUNHA, 2010; ANTUNIASSI, 2015). Adicionalmente a esses, a temperatura da calda de pulverização pode ser considerada outro componente qualitativo nas aplicações de herbicida (DEVKOTA et al., 2016).

O espectro das gotas gerado pelas pontas de pulverização constitui outro fator importante no controle das plantas daninhas. Ele pode ser significativamente alterado pela modificação das características físicas da calda, tais como a viscosidade e a tensão superficial. Assim, fatores como o diâmetro mediano volumétrico (DMV) e o espectro das gotas de pulverização podem sofrer alterações significativas tanto por variações na calda quanto pela troca da ponta de pulverização. Quanto maior os valores de viscosidade e tensão superficial, maior será a força necessária para a pulverização, gerando assim a influência sobre o espectro das gotas produzido (ANTUNIASSI, 2015). A tensão superficial também influencia na retenção da calda da pulverização na folha (VIDAL, LAMEGO, 2011).

A temperatura da calda pode influenciar praticamente todos os processos físico-químicos da calda e seus componentes, assim como dos componentes da cutícula celular, facilitando a penetração de determinados herbicidas e, conseqüentemente melhorando a eficácia do processo de aplicação (VIEIRA, 2016; AGOSTINETO, 2015).

Ao alterar algumas propriedades da calda de pulverização (viscosidade e tensão superficial), a temperatura irá alterar também a formação do espectro das gotas geradas durante o processo de pulverização. O aumento da temperatura da calda poderá reduzir a viscosidade e tensão superficial (reduzindo a força necessária para a pulverização, produzindo gotas menores) além de aumentar os valores de

condutividade elétrica, com possibilidade de redução da eficácia dos produtos químicos (VIEIRA, 2016; QUEIROZ, 2009; QUEIROZ et al., 2011). Já caldas com temperaturas menores podem auxiliar na redução de deriva, pois as gotas formadas apresentam maior DMV (QUEIROZ et al., 2011).

Esses fatores demonstram a importância de conhecer o comportamento dos componentes qualitativos da calda e a eficácia dos herbicidas aplicados em diferentes temperaturas. Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da temperatura da calda nas características físicas da calda e qualidade das gotas da pulverização.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo foram realizados dois experimentos, um para avaliar a tensão superficial e ângulo de contato e, outro para avaliar a porcentagem de cobertura, densidade (gotas cm²) e espectro das de gotas da pulverização.

2.4.1 Experimento 1

O experimento foi realizado no laboratório do Núcleo de Estudo e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação (NEDTA), localizado no Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCAV - Unesp, Campus de Jaboticabal, SP).

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, combinando seis herbicidas com cinco temperaturas de calda, além de um tratamento controle com apenas água nas cinco temperaturas, resultando assim em um fatorial duplo entre herbicida e temperatura da calda, com 35 tratamentos em quatro repetições, totalizando 140 unidades amostrais.

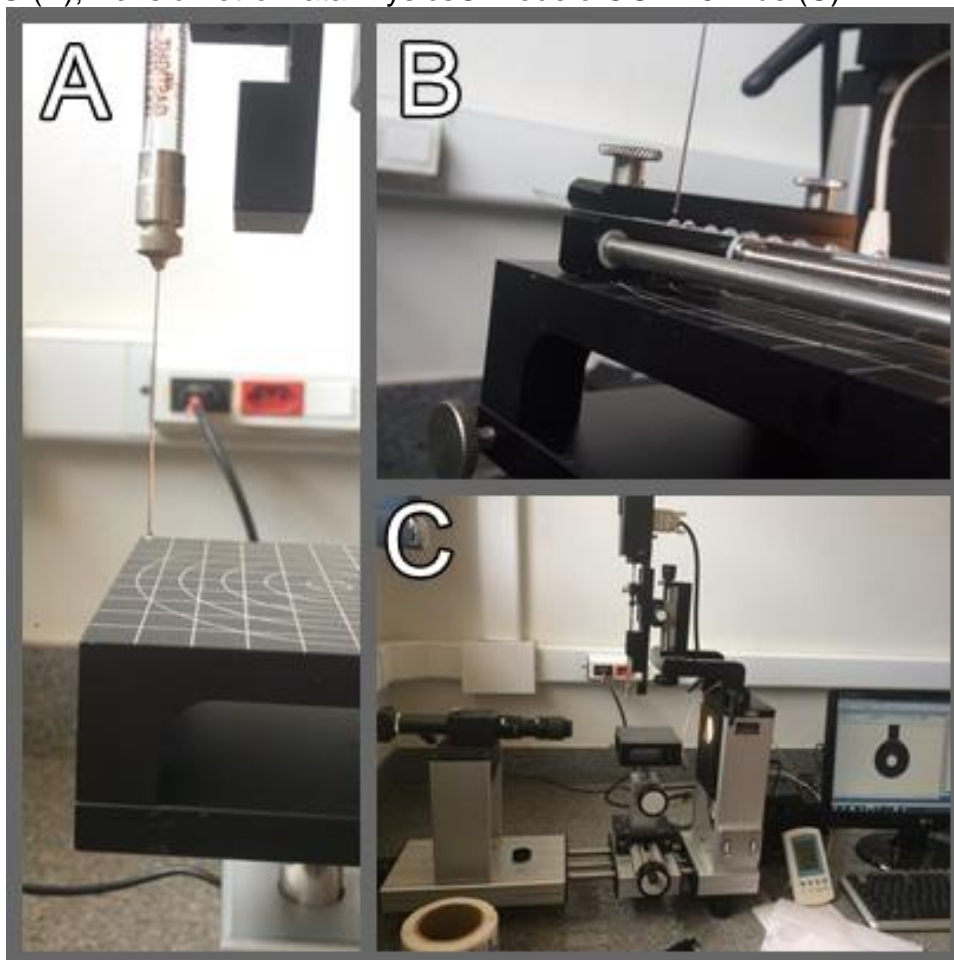
As avaliações das variáveis tensão superficial e ângulo de contato foram realizadas com o auxílio de um aparelho tensiômetro da marca DataPhysics® modelo OCA 15 Plus (Figura 2C), equipado com uma câmera de alta resolução e uma seringa da marca Hamilton de 500 µL, possuindo acionamento automático do volume desejado com uma alta precisão. O acionamento é realizado pelo software

SCA 20, o qual também era responsável por realizar as leituras dos valores de tensão superficial e ângulo de contato.

2.4.1.1 Tensão Superficial

Para a determinação da tensão superficial da calda foi utilizado o método da gota pendente (Figura 2A) com volume de 3 μL . As gotas eram formadas na agulha da seringa por acionamento automático de um injetor, em seguida uma câmera CCD de alta resolução capturava imagens da gota durante 60 segundos. As imagens eram então projetadas no computador para que o software (devidamente configurado) realizasse as leituras (uma leitura por segundo) da tensão superficial que é expressa em mN m^{-1} .

Figura 2- Seringa do tensiômetro formando a gota na ponta da agulha durante avaliação da tensão superficial (A); Gotas depositadas em superfície hidrofóbica Parafilm® (B); Tensiômetro DataPhysics® modelo OCA 15 Plus (C).



2.4.1.2 Ângulo de Contato

Para a determinação do ângulo de contato, uma gota com volume de 2 μL formada na extremidade da seringa por acionamento automático, era depositada sobre uma superfície hidrofóbica (Parafilm[®]) (Figura 2B), e imediatamente a câmera CCD de alta resolução capturava imagens da gota durante um período de 60 segundos. As imagens eram projetadas na tela do computador, e o software realizava as leituras do ângulo de contato (uma leitura por segundo).

2.4.2 Experimento 2

O experimento foi realizado no laboratório de tecnologia de aplicação do Departamento de Proteção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCA - Unesp, Campus de Botucatu, SP).

O objetivo deste experimento foi avaliar a porcentagem de cobertura, número e densidade de gotas e o diâmetro volumétrico das gotas que compõem 50% do volume do líquido aplicado (DV50 ou DMV) de caldas herbicidas em diferentes temperaturas.

Foram utilizados seis herbicidas combinados com cinco temperaturas da calda, resultando assim em um fatorial duplo entre herbicida e temperatura da calda, com 30 tratamentos em quatro repetições, totalizando 120 unidades amostrais. O delineamento experimental empregado foi o de blocos inteiramente casualizados.

Para as avaliações, as caldas foram aplicadas sobre a superfície de cartões hidrossensíveis com dimensão de 26 mm x 38 mm, em laboratório por um sistema de pulverização móvel com controle de velocidade e pressão, propelido a ar comprimido. O sistema foi equipado com seis pontas de pulverização de jato plano, modelo AXI 11002 da Jacto[®], espaçadas de 0,5 m entre si, operando sob pressão constante de 138 kPa e velocidade de trabalho de 7,0 km h⁻¹, proporcionando um consumo de calda na ordem de 98 L ha⁻¹. A temperatura ambiente no momento da aplicação foi ajustada para permanecer em 23 \pm 1°C.

Logo após cada aplicação, os cartões hidrossensíveis foram armazenados em placas de Petri, sendo acondicionados em caixa térmica (isopor), para posterior digitalização dos cartões. A digitalização dos cartões foi realizada em resolução 600

dpi por um scanner da marca HP modelo Deskjet Advantage 2645, e as análises realizadas pelo software Gotas® da Embrapa.

2.4.3 Herbicidas utilizados

Os produtos e respectivas doses utilizadas para constituir os tratamentos de ambos os experimentos, estão descritos no Quadro 3. Todos os herbicidas foram combinados com cinco temperaturas da calda: 5, 10, 20, 30 e 40°C, com variação $\pm 1^\circ\text{C}$.

Quadro 2 – Herbicidas e doses utilizados para realização do estudo

Herbicidas utilizados para no estudo		
Nome Comercial	Princípio ativo	Dose/ha-1
Roundup Original®	glyphosate	2,0 L ha ⁻¹ (960g e.a.)
Finale®	glufosinato de amônio	2,5 L ha ⁻¹ (500g i.a.)
DMA806®	2,4-D amine	1,5 L ha ⁻¹ (1209g i.a.)
Cobra®	lactofen	0,700 L ha ⁻¹ (168g i.a.)
Verdict®	haloxyfop-methyl	0,450 L ha ⁻¹ (56,11g i.a.) + 0,5%V/V Lanzas®
Select®	cletodim	0,375 L ha ⁻¹ (90g i.a.) + 0,5%V/V Lanzas®

2.4.4 Ajuste da temperatura da calda

A temperatura da calda foi ajustada utilizando a técnica do banho-maria. Para as caldas em que foi necessário o aquecimento utilizou-se o equipamento de banho-maria da marca Fanem Modelo 1147, enquanto que as caldas que necessitavam de resfriamento foram mantidas em uma caixa térmica (isopor) contendo gelo. Assim que a água dos recipientes atingia a temperatura desejada para aplicação, então era adicionado o herbicida e imediatamente realizado a aplicação.

Para que a calda não apresentasse perdas ou ganhos de temperatura para o sistema de tubulação e demais componentes do pulverizador, bem como para a seringa do tensiômetro, antes de todas as aplicações e avaliações, realizou-se ainda um pré-condicionamento dos componentes de ambos os sistemas, fazendo com que esses componentes apresentassem a mesma temperatura da calda a ser aplicada. Para a pulverização foi realizada a aplicação de 2,0 L de água na respectiva temperatura em que a calda seria aplicada, e para a seringa do tensiômetro, a calda foi succionada e mantida por aproximadamente 10 segundos em seu interior, logo

em seguida descartada. Esse processo foi repetido por três vezes, para que então fosse adicionada a calda referente ao tratamento em avaliação.

2.4.5 Análise dos dados

Para os dados de tensão superficial e ângulo de contato foram utilizados os resultados oriundos dos tempos 5, 10, 20, 40 e 60 segundos. Todos os resultados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando-se o software SISVAR®, versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Experimento 1: Tensão superficial e ângulo de contato

Os resultados referentes ao herbicida glufosinato de amônio não puderam ser apresentados nas avaliações de tensão superficial e ângulo de contato, pois quando esse produto foi submetido à temperatura mais frias (5 e 10°C), a gotícula gerada pelo acionamento automático do tensiômetro, ao invés de ficar suspensa na extremidade da agulha, era atraída para a lateral da agulha da seringa, impossibilitando que o software realizasse as leituras necessárias.

Uma explicação para o fenômeno ocorrido com o glufosinato de amônio pode estar relacionado com o congelamento de algum componente presente na formulação do produto comercial, pois nos tratamentos em que este herbicida era acondicionado a 5°C foi possível observar a formação de uma fina camada sólida na superfície da calda.

A variável tensão superficial apresentou interação entre os fatores herbicida e temperatura da calda (Tabela 14). Porém, para nenhum dos herbicidas, e até mesmo para a água o comportamento desta variável não foi compatível com o incremento da temperatura. Segundo Queiroz et al. (2011), com aumento da temperatura tende-se a reduzir as forças de atração entre as moléculas na superfície dos líquidos com conseqüente redução da tensão superficial.

Tabela 14 – Tensão superficial de herbicidas em diferentes temperaturas de calda.

Herbicida	Tensão Superficial (mN m ⁻¹)						DMS
	Temperatura da calda						
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C	Média	
H ₂ O	70,44ABa	69,57Ba	70,73ABa	62,62Ca	72,35Aa	69,08a	2,53
Gly	46,53ABb	45,21Bb	45,33Bb	45,21Bc	47,77Ab	46,01b	
2,4-D	38,77Cc	39,47Cc	47,52Ab	48,05Ab	43,24Bc	43,41c	
Lac	30,54Ae	29,76Af	30,70Ad	30,51Ae	29,84Ae	30,27f	
Dim	36,80Acd	36,45Ad	36,22Ac	35,41ABd	33,07Bd	35,94d	
Fop	35,23Ad	33,67Ae	35,42Ac	33,25Ad	27,86Be	33,09e	
Média	43,05A	42,35B	44,24A	42,51B	42,36B		0,98
DMS			2,41			1,13	
CV%						2,26	

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

No presente estudo houve um comportamento aleatório em todos os tratamentos, no qual, a maior média geral de tensão superficial ocorreu na temperatura de 20°C, e ainda, para alguns tratamentos a maior tensão superficial foi observada com calda a 40°C. Esse fato ocorreu com a água, que apresentou valor de tensão superficial de 72,35 mN m⁻¹, valor que se assemelha muito com o valor esperado para água em uma temperatura de 25°C, que segundo Queiroz et al. (2011) corresponde a 72.10⁻⁵ Ncm⁻¹.

O cletodim foi o único herbicida a proporcionar redução na tensão superficial com o aumento da temperatura da calda. Já o 2,4-D parece apresentar efeito inverso, no qual, o aumento da temperatura proporcionou maiores valores de tensão superficial.

Ao avaliar a tensão superficial de caldas contendo adjuvantes, Cunha et al. (2010) observaram que a temperatura da calda não exerceu influência para essa variável em soluções com a presença de copolímero poliéter polimetil, ésteres de ácidos graxos com glicol e óleo mineral, porém houve influência da temperatura em soluções com éster metílico de óleo de soja e também para a água, observando assim, um comportamento diferenciado para cada produto. Os autores relataram ainda que em seus resultados, a tensão superficial foi mais sensível ao adjuvante, do que em relação à temperatura da calda.

Ao contrário da tensão superficial, o ângulo de contato apresentou o menor valor médio geral para a temperatura da calda de 20°C, o que resulta em maior espalhamento do líquido sobre a superfície tratada (Tabela 15). As caldas com temperatura de 5°C obtiveram maior valor médio geral para o ângulo de contato, resultando em menor interação entre calda e superfície.

Tabela 15– Ângulo de contato de herbicidas em diferentes temperaturas de calda.

Herbicida	Ângulo de Contato (°)						Média	DMS
	Temperatura da calda							
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C			
H ₂ O	109,11Aa	92,14Ba	94,85Ba	83,00Cbc	100,63ABa	95,94a		
Gly	110,18Aa	89,27BCa	74,54Db	89,62Bab	80,80Cdb	88,88b		
2,4-D	95,76Ab	83,29Ba	81,19Bb	94,04Aa	89,74ABb	88,80b		
Lac	60,07Ad	56,88ABc	43,28Cd	42,27Ce	50,60BCd	50,62e	8,98	
Dim	74,67Ac	61,32Bbc	61,20Bc	74,28Acd	71,04Ac	68,50c		
Fop	62,35ABd	69,25Ab	59,00Bc	66,38ABd	59,48Bd	63,29d		
Média	85,35A	75,36B	69,01C	74,93B	75,38B		3,50	
DMS			8,59				4,01	
CV%							5,74	

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Também foi observada diferença estatística entre os herbicidas para cada nível de temperatura da calda. Em todos os níveis de temperatura da calda o herbicida lactofen, assim como na tensão superficial, proporcionou menor ângulo de contato em relação aos demais herbicidas.

O valor médio geral do ângulo de contato entre os herbicidas apresentou comportamento idêntico ao observado para a tensão superficial, evidenciando a tendência esperada, de que a redução da tensão superficial reflete também na redução do ângulo de contato. No entanto, a temperatura da calda pode exercer menor influência sobre esses parâmetros do que outros fatores, como aqueles relacionados aos componentes presentes nas formulações de cada produto comercial, bem como a presença ou não de adjuvantes, e até mesmo a concentração do produto na calda.

Ao avaliar o ângulo de contato de caldas em diferentes concentrações com a variação do volume, Simino (2016) observou que em superfície padrão Parafilm, a calda no volume de 150 L ha⁻¹ exibiu maior ângulo de contato em comparação à calda no volume de 80L ha⁻¹. Porém, aspectos relacionados à superfície foliar (disposição horizontal ou vertical, ceras epicuticulares e tricomas) também podem influenciar no ângulo de contato e interferir no espalhamento da gota (CUNHA et al., 2010; AGOSTINETO, 2015).

Iost, Raetano (2010) constataram que o ângulo de contato formado entre líquido e superfície não depende apenas da solução aplicada, mas também das características da superfície onde a solução está sendo aplicada. A presença de tricomas e ceras na superfície foliar podem influenciar sua molhabilidade.

2.5.2 Experimento 2: Qualidade da pulverização

Quanto ao número de gotas, pode-se observar que houve diferença estatística entre as temperaturas da calda apenas para os herbicidas glyphosate, glufosinato de amônio e lactofen (Tabela 16). O herbicida glyphosate na temperatura de 10°C exibiu menor número de gotas em relação às demais temperaturas. Para os herbicidas glufosinato de amônio e lactofen maiores quantidades de gotas foram obtidas na temperatura de 40°C.

Tabela 16– Número de gotas de herbicidas em diferentes temperaturas da calda em cartões hidrossensíveis.

Herb	Número de gotas					Média	DMS
	Temperatura da calda						
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	1234,75Aa	707,25Bbc	1630,25Aa	1416,50Aa	1425,00Aa	1282,75ab	506,05
Glu	1107,50Bab	1125,75ABab	1525,25ABa	1341,25ABa	1635,75Aa	1352,50a	
2,4-D	1004,50ab	1343,50a	990,50b	913,00ab	1303,75a	1111,05bc	
Lac	712,50Bb	864,00ABabc	730,50Bb	795,25Bb	1331,25Aa	886,70cd	
Dim	605,50Ab	683,75Abc	615,50Ab	691,75Ab	698,75Ab	659,05e	
Fop	652,25Ab	532,50Ac	690,00Ab	727,75Ab	748,25Ab	670,15de	
Média	886,16B	880,62B	1030,33AB	980,91B	1190,45A		179,50
DMS			483,78			226,31	
CV%						24,71	

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

As temperaturas da calda de 40 e 20°C proporcionaram as maiores médias gerais em relação ao número de gotas. A temperatura de 40°C proporcionou aumento no número de gotas da ordem de 25,56% em relação à temperatura de 5°C. Para o fator herbicida, as maiores médias gerais para esta variável foram obtidas respectivamente para os herbicidas glufosinato de amônio e glyphosate.

Conhecer o número total de gotas na superfície amostrada é muito importante, pois, proporciona maior confiabilidade dos dados relacionados ao tamanho das gotas, no qual, quanto maior o número de gotas de uma amostra, mais confiável será o resultado das análises (CHAIM et al., 2018).

Quanto à densidade das gotas, pode-se verificar que, na média geral das temperaturas da calda, o aumento da temperatura resultou no aumento das gotas por cm², com uma diferença de 25,71% entre a maior densidade das gotas a 40°C e a menor densidade na média das caldas a 5°C (Tabela 17).

Tabela 17– Densidade de gotas (gotas cm⁻²) de caldas herbicidas em diferentes temperaturas em cartões hidrossensíveis.

Herbicida	Densidade (gotas cm ⁻²)						Média	DMS
	Temperatura da calda							
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C			
Gly	3,57ABa	2,74Babc	4,63Aa	4,02ABa	4,10ABa	3,81a		
Glu	3,37Bab	3,71ABa	4,43ABab	3,78ABab	4,92Aa	4,04a		
2,4-D	2,95Aabc	4,07Aa	2,90Abc	4,26Aa	3,95Aa	3,63a	1,58	
Lac	1,94Bbc	3,19ABab	2,05Bc	2,21Bbc	3,80Aa	2,64b		
Dim	1,73Ac	2,02Abc	1,77Ac	2,00Ac	2,03Ab	1,91c		
Fop	2,05Aabc	1,59Ac	2,00Ac	2,08Ac	2,19Ab	1,98bc		
Média	2,60B	2,88AB	2,96AB	3,06AB	3,50A		0,61	
DMS			1,51			0,70		
CV%						25,52		

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

Para os herbicidas glyphosate e glufosinato de amônio também se verifica tendência no aumento da densidade de gotas com o incremento da temperatura da calda. Ambos os herbicidas e, também, o 2,4-D proporcionaram maiores densidades de gotas.

Dentre os resultados encontrados por Cunha et al. (2010), a densidade de gotas não foi influenciada significativamente pela variação da temperatura da calda. Os autores explicam que o aumento da densidade de gotas pode até mesmo resultar na redução de ocorrência de deriva.

A cobertura da pulverização avaliada por meio dos cartões hidrossensíveis não apresentou diferença estatística para nenhum dos tratamentos e fatores envolvidos (Tabela 18). Mesmo não havendo diferença significativa, para o fator temperatura da calda, a temperatura de 20°C resultou na maior área coberta. Para o fator herbicida, embora também não tenha apresentado diferença estatística, o glufosinato de amônio resultou na maior média geral de cobertura das gotas da pulverização.

Ao avaliar a influência da temperatura da calda nas características das gotas, Queiroz et al. (2011) obtiveram melhor porcentagem de cobertura nas menores temperaturas de calda, apontando diferenças de até 45% nas caldas pulverizadas entre 3 e 33°C, enquanto que, no presente estudo não foi possível observar diferenças estatísticas na cobertura em função da temperatura da calda.

Uma possível explicação para essa diferença dos resultados encontrados pode estar relacionada ao tipo de ponta de pulverização. Queiroz et al. (2011) utilizaram ponta de jato cônico vazio, modelo TeeJet com orifício de polímero nº 3 e código DVP-3, enquanto que no presente estudo foi utilizado ponta de jato plano, modelo

AXI 11002, além da pressão de trabalho, que no presente estudo foi 138 kPa, inferior àquela utilizada por Queiroz et al. (2011) de 600 kPa.

Tabela 18 – Cobertura (%) da pulverização de caldas herbicidas em diferentes temperaturas em cartões hidrossensíveis.

Herbicida	Cobertura (%)						Média	DMS
	Temperatura da calda							
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C			
Gly	23,44	17,60	24,90	21,80	21,80	21,91	10,16	
Glu	23,94	22,03	26,61	23,32	24,94	24,17		
2,4-D	22,69	24,00	22,82	26,59	18,29	22,88		
Lac	22,37	16,36	25,83	20,65	19,86	21,01		
Dim	22,19	23,14	21,99	21,02	23,22	22,31		
Fop	23,00	21,29	23,34	22,62	24,49	22,95		
Média	22,94	20,74	24,25	22,66	22,10		3,96	
DMS						4,54		
CV%							21,88	

*Médias não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

Os herbicidas 2,4-D e lactofen foram os únicos a apresentar diferenças no valor de DV50, também conhecido por Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), em função das diferentes temperaturas da calda (Tabela 19). Para ambos os herbicidas, na temperatura de 5°C, foram obtidos os maiores valores de DMV, enquanto os menores valores foram observados na temperatura de 40°C. As temperaturas de 10, 20 e 30°C para esses herbicidas não apresentaram diferenças estatísticas entre si para essa variável qualitativa da pulverização.

Tabela 19– Diâmetro volumétrico das gotas correspondentes a 50% do volume total (DMV) da calda herbicida em diferentes temperaturas em cartões hidrossensíveis.

Herb	Diâmetro volumétrico 50% (μm)					Média	DMS
	Temperatura da calda						
	5°C	10°C	20°C	30°C	40°C		
Gly	1702,9Aa	1567,6Aa	1543,7Aa	1460,9Ab	1514,3Abc	1557,9b	439,7
Glu	1734,1Aa	1531,5Aa	1611,4Aa	1596,7Aab	1535,5Aabc	1601,8b	
2,4-D	1816,8Aa	1747,8ABa	1609,7ABa	1704,0ABab	1361,7Bc	1648,0b	
Lac	2026,1Aa	1504,7BCa	1880,4ABa	1749,3ABCab	1455,1Cc	1723,1ab	
Dim	1974,6Aa	1898,6Aa	1810,5Aa	1880,3Aab	1911,4Aab	1895,1a	
Fop	2019,7Aa	1839,1Aa	1873,5Aa	1905,4Ab	1959,0Aa	1919,3a	
Média	1879,0A	1681,5B	1721,5AB	1716,1AB	1622,8B		171,6
DMS						196,6	
CV%							12,3

*Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem entre si. *Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

No trabalho realizado por Queiroz et al. (2011) pode-se observar que, o aumento da temperatura da calda proporcionou aumento na porcentagem de gotas menores que 100 μm , com conseqüente redução no DMV das gotas geradas na pulverização.

Dentre os herbicidas, o glyphosate, glufosinato e 2,4-D respectivamente apresentaram os menores valores médios geral de DV50, sendo esses que obtiveram também o maior número de gotas.

Apesar dos valores de tensão superficial não terem apresentado o comportamento esperado de acordo com o incremento da temperatura da calda, Cunha et al. (2010) explicam que não se deve fazer generalizações quanto ao efeito da temperatura da calda no que diz respeito às suas propriedades físico-químicas, pois essa interação resulta em um processo complexo, que dificulta o estabelecimento de relações claras e diretas.

Um ponto questionável em relação ao comportamento da tensão superficial e o ângulo de contato das caldas fitossanitárias em decorrência de diferentes temperaturas é o período de tempo em que a calda fica exposta e/ou permanece em uma temperatura previamente estabelecida. O fator tempo pode estar relacionado com a influência da temperatura sobre as características físico-químicas da calda.

Já os dados relacionados aos aspectos qualitativos da pulverização evidenciaram que, caldas com temperaturas mais elevadas resultam no aumento do número e densidade de gotas, e também na redução do DV50. Porém, em condições de campo, caldas com temperaturas mais altas, em função de uma elevada temperatura ambiente podem favorecer rápida evaporação das gotículas formadas no processo de pulverização (VIDAL, LAMEGO, 2010). Assim, caldas com temperaturas mais elevadas proporcionam maior número de gotas por área, conseqüentemente resultando em melhor distribuição das gotas na superfície tratada.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETO, M.C. **Efeito de características da calda e estágio da corda-de-violão na eficácia de carfentrazone-ethyl e saflufenacil**. 2015. 96f. Dissertação. Pós-graduação de Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

ANTUNIASSI, U.R.; **Tecnologia dentro do tanque**. 2015. In: Revista Plantio Direto on-line. Disponível em: <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1223>. Acessado em: 25 de novembro de 2016.

ARAÚJO, D.; RAETANO, C.G. Efeito da qualidade da água e da adição de adjuvantes no pH de caldas fungicidas. **IX Reunião Científica em Ciências Agrárias do Lageado**. Botucatu-SP, 2002.

CHAIM, A.; NETO, J.C.; GATTAZ, N.C.; VISOLI, M.C. **Programa de análise de deposição de agrotóxicos: manual de utilização**. Disponível em: <<https://repositorio.agrolivre.gov.br/attachments/download/120/ManualGotas.pdf>>. Acessado em: 23 de junho de 2018.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES G.S.; REIS, E.F. Temperature effect on the physical-chemical characteristics of aqueous solutions with spray. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010.

DEVKOTA, P.; WHITFORD, F.; JHONSON, W.G. Influence of spray-solution temperature and holding duration on weed control with premixed glyphosate and dicamba formulation. **Weed Technology** 30, p.116-122. January–March 2016.

FERREIRA, D.F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

FOLONI, L.L.; Tecnologia de aplicação. In: FOLONI, L.L.; **O herbicida 2,4-D: Uma visão geral**. Ribeirão Preto: LabcomTotal, 2016. p.99-106.

IOST, C.A.R.; RAETANO, C.G.; Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfatantes em superfícies artificiais e naturais. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.670-680, jul./ago. 2010

MINGUELA, J.V.; CUNHA, J.P.A.R. Produtos fitossanitários: Descrição e generalidade. In: MINGUELA, J.V.; CUNHA, J.P.A.R. **Manual de aplicação de produtos fitossanitários**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2010. p.51-104.

QUEIROZ, H.S. **Sistema alternativo para redução da evaporação e deriva em aplicações de calda de pulverização baseado na utilização de tubo de vórtice**. 2009. 62f. Dissertação. Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2009.

QUEIROZ, H.S.; REIS, E.F.; WRUNK, E. Influência da temperatura da calda nas características das gotas de pulverização hidráulica. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v.2, n.2, p.68-81, 2011.

RAMOS, H.H.; ARAÚJO, D. **Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. 2006. In: INFOBIOS. Disponível em <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/V2/Index.htm>. Acessado em: 25 de novembro de 2016.

SIMINO, P.E.R. **Aplicação localizada e em área total de inseticida e óleo mineral com pontas de pulverização e volumes de aplicação, na cultura da soja**. 2016. 65f. Dissertação. Mestrado Agronomia (Entomologia Agrícola). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP – Campus de Jaboticabal, 2016.

VIDAL, R.A.; LAMEGO, F.P. Fisiologia vegetal e a tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p.189-202.

VIEIRA, M.R. **Parâmetros de qualidade de água**. ANA-Agência Nacional de Águas. Disponível em: <http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Cursos_Anexos/Attachments/32/Par%C3%A2metros.pdf>. Acessado em: 07 de dezembro de 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura da calda proporciona claramente diferenças na eficácia dos herbicidas, podendo haver comportamento diferencial entre herbicidas em relação à temperatura da calda, que proporciona melhor desempenho no controle de plantas daninhas. Mas, no âmbito geral, caldas com temperaturas de 20 e 30°C proporcionaram melhor controle das plantas estudadas.

Vale ressaltar que, diferentes respostas de controle podem ser esperadas em locais com temperaturas elevadas e baixas, dependendo do tamanho e do nível de tolerância ao herbicida das espécies daninhas existentes no local.

A tensão superficial e ângulo de contato apresentaram comportamento aleatório em relação ao incremento da temperatura da calda, podendo haver outros fatores influenciando no comportamento, bem como componentes presentes na formulação comercial do produto fitossanitário.

Com o incremento da temperatura da calda, também ocorreu o incremento no número e densidade de gotas geradas no processo de pulverização, bem como a redução diâmetro mediano volumétrico das gotas.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, L.B. **Plantas daninhas**. 1ª Ed. Lages-SC. Editado pelo autor. 2013. e-ISBN 978-85-912712-2-1. 82p.

CAVENAGHI, A.L.; Tecnologia de aplicação de herbicidas. In: ANTUNIASSI, U.R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p.202-220.

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES G.S.; REIS, E.F. Temperature effect on the physical-chemical characteristics of aqueous solutions with spray. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010.

DEVKOTA, P.; WHITFORD, F.; JHONSON, W.G. Influence of spray-solution temperature and holding duration on weed control with premixed glyphosate and dicamba formulation. **Weed Technology** 30, p.116-122. January–March 2016.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: Plantio Direto e convencional**. 7ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 383p.

PITELLI, R.A. O termo planta daninha. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, 2015.

VIVIAN, R. **Importância das plantas daninhas na agricultura**. 2011. In: Jornal dia de campo. Disponível em <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24187&secao=Artigos%20Especiais>>. Acessado em: 24 de novembro de 2016.