Eficácia de adjuvantes adicionados à calda herbicida no controle da planta aquática *Salvinia molesta*

Effectiveness of adjuvants added to herbicide spray in the control of the aquatic plant *Salvinia molesta*

Nathalia Garlich¹, Mayele Diogo Luperino², Gabriel Foks Pekin², Luiz Henrique Oliveira Perez², João Henrique Corte Cervoni², Claudinei da Cruz^{1,2}

¹Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB

²Laboratório de Ecotoxicologia e Eficácia dos Agrotóxicos – LEEA do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB

Resumo

O crescimento excessivo de *Salvinia molesta* pode causar prejuízos aos usos múltiplos da água. A utilização de herbicidas pode ser uma forma de controle, e a adição de adjuvantes à calda de pulverização pode melhorar a absorção pela planta contribuindo para efetividade do herbicida. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do herbicida imazamox acrescido de adjuvantes no controle de *S. molesta*. Foram utilizadas 900 g i.a. ha⁻¹ de imazamox acrescido de 0,5% de Dash[®], Veget'oil[®], Agral[®], Nimbus[®], Aterbane[®] e LI 700[®] e um controle, 15 repetições, totalizando 7 tratamentos. A aplicação realizada com pulverizador pressurizado por CO₂, pressão 206 kPa e volume de calda de 200 L ha⁻¹. As avaliações de eficácia foram realizadas aos 7, 15, 21, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA) e aos 30, 45 e 60 DAA foram realizadas análise destrutiva das plantas e estimada de massa fresca (g) e seca (g). O Dash[®] e LI 700[®] controlaram 10% das plantas, o Agral[®] e Aterbane[®] 15% e o Veget'oil[®] e Nimbus[®] 20% em 15 DAA até 60 DAA. Todos os tratamentos causaram rebrota e crescimento vegetativo das plantas. Aos 30 e 45 DAA a maior redução da massa fresca e seca foi com Veget'oil[®] de 66 e 70% e 31 e 49%, respectivamente. Em 60 DAA para massa fresca foi o Nimbus[®] com 43% e massa seca não ocorreu diferença de redução entre os tratamentos. O adjuvante Veget'oil[®] adicionado à calda herbicida de imazamox apresentou melhor controle e redução da massa seca e fresca de *S. molesta*.

Palavras-chave: controle químico; macrófita; redução biomassa; tecnologia de aplicação.

Abstract

The great growth of *Salvinia molesta* can damage multiple uses of water. The use of herbicides may be an alternative of control and the addition of adjuvants to the spray solution can improve absorption by the plant, contributing to the effectiveness of the herbicide. The objective of this study was to evaluate the efficiency of the herbicide imazamox added adjuvants in the *S. molesta* control. Imazamox 900 g a.i. ha⁻¹ was used, added to 0.5% of Dash[®], Veget'oil[®], Agral[®], Nimbus[®], Aterbane[®], and LI 700[®] and control, with 15 repetitions, totaling 7 treatments. The application was performed with a CO₂ pressurized sprayer, 206 kPa pressure, and a spray volume of 200 L ha⁻¹. The efficacy evaluation performs at 7, 15, 21, 30, 45, and 60 days after application (DAA) and 30, 45, and 60 DAA, destructive analysis of the plants and estimated fresh (g) and dry (g) weight were performed. Dash[®] and LI 700[®] controlled 10% of the plants, Agral[®] and Aterbane[®] 15% and Veget'oil[®] and Nimbus[®] 20% at the 15 DAA until 60 DAA. All treatments caused regrowth and vegetative growth of the plants. At the 30 and 45 DAA, the more reduction in fresh

Autor para correspondência: Profa. Dra. Nathalia Garlich - E-mail: nathalia.garlich@gmail.com

Recebido para publicação: 16/07/2020

Aceito para publicação: 06/01/2021

and dry weight was with Veget'oil® of 66% and 70% and 31% and 49%, respectively. At the 60 DAA for fresh weight, Nimbus® was 43% and dry weight did not differ between treatments. The Veget'oil® adjuvant added to imazamox herbicide spray solution showed better control and reduced fresh and dry weight of *S. molesta*.

Keywords: chemical control; aquatic plants; biomass reduction; application technology.

Introdução

As macrófitas são as principais comunidades vegetais que colonizam ambientes aquáticos e contribuem para a diversidade biológica. Estas são fonte de oxigênio e alimento, abrigo para reprodução e refúgio de organismos aquáticos e absorvem material orgânico e compostos tóxicos do ambiente (Pitelli et al., 2011).

As ações antrópicas proporcionam aumento de nutrientes nos corpos hídricos que favorece o desenvolvimento de colonizações monoespecíficas (Gettys et al., 2014). De modo geral, as macrófitas flutuantes *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia* sp. (Campos et al., 2010) são as mais problemáticas, e a associação destas formam as chamadas ilhas flutuantes, onde impede a penetração de luz e pode favorecer o estabelecimento de plantas pantanosas (Pivari et al., 2008), causando prejuízos na produção de peixes, geração de energia (Carvalho et al., 2005), acúmulo de lixo, proliferação de vetores de doenças, aumento da perda de água por evapotranspiração (Rosa et al., 2009; Pitelli et al., 2008).

Dentre estas, a *Salvinia molesta* é considerada de difícil controle, pois pode dobrar sua biomassa vegetativa entre 36 e 53 horas (Johnson et al., 2010) e podendo formar na superfície uma camada de 1 metro de espessura (Thomas & Room, 1986). Essa espécie de macrófita pertence à família Salviniaceae, nativa da América do Sul, comum em mananciais de água doce rica em nutrientes, e a sua propagação ocorre por brotações ou disseminação de esporos (Peixoto et al., 2005; Martins et al., 2002).

Assim sendo, o controle químico torna-se uma estratégia de manejo destas plantas pela redução ou remoção da espécie em canais de irrigação, rios, lagoas e aplicações parciais ou inteira de corpos hídricos (Netherland, 2014), e a eficiência no controle está associada com o modo de ação do herbicida, dosagem utilizada, tempo de exposição, método de aplicação do produto, características da planta-alvo e do corpo hídrico (Haller, 2014; Getsinger et al., 2008).

Os herbicidas são depositados na superfície dos vegetais, podendo ser absorvidos em maior ou menor quantidade para exercerem seu efeito internamente (Queiroz et al., 2008; Kissmann, 1998). Porém, a superfície dos vegetais apresenta uma barreira física, denominada de cutícula variável, entre as espécies e dificulta a penetração de soluções aquosas (Queiroz et al., 2008).

Para atingir a cutícula das plantas são utilizados alguns itens essenciais, tais como: adjuvantes, ponta de pulverização e aplicação nas condições ambientais adequadas, fazendo com que o produto alcance o alvo na concentração correta, com o mínimo de perda e com menor risco de contaminação ao ambiente (Silva et al., 2014; Matuo, 1990).

Assim, visando manter a efetividade do herbicida tem sido adicionado adjuvantes às caldas fitossanitárias, o que pode alterar as características físico-químicas dependendo do tipo e da composição das formulações (Iost & Raetano, 2010). Essas alterações, se bem compreendidas e selecionadas, interferem positivamente no diâmetro, uniformidade das gotas e tensão superficial da calda, colaborando para colocação do produto no alvo, consequentemente melhora na eficiência do ingrediente ativo e possível redução de perdas por deriva (Matuo, 1990).

Diante disso, a utilização de adjuvantes adicionados à calda herbicida pode auxiliar no controle da *S. molesta*, planta aquática considerada de difícil controle e que pode causar diversos prejuízos aos ambientes aquáticos, facilitar a penetração do herbicida na epiderme foliar e reduzir o impacto da utilização nos corpos hídricos com a redução da deriva da aplicação e correta colocação do produto no alvo. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do herbicida imazamox acrescido de adjuvantes no controle de *Salvinia molesta*.

Material e métodos

As plantas de *S. molesta* foram cultivadas em caixas plásticas com volume de 250 L, e três plantas jovens com 10 cm de comprimento foram transplantadas em recipientes plásticos, com

capacidade de 2,5 L, preenchidos com substrato composto por areia grossa, adubo orgânico e solo (1:1:2 vv⁻¹) e mantidos em casa de vegetação.

Após a ocupação de 75% da área da caixa plástica com a macrófita foi realizada a aplicação do herbicida imazamox (Raptor® – Basf, 700 g kg⁻¹) acrescido dos adjuvantes: mistura de ésteres metílicos, hidrocarboneto aromático, ácido graxo insaturado e tensoativo (Dash® - Basf, 933 g L⁻¹), ésteres de ácidos graxos de origem vegetal - óleo vegetal (Veget'oil® - Oxiquímica, 930 g L⁻¹), Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol (Agral® - Syngenta, 200 g L⁻¹), óleo mineral (Nimbus® - Syngenta, 428 g L⁻¹), mistura de condensado de alcoolfenóis com óxido de eteno e sulfonatos orgânicos (Aterbane® - Dow AgroSciences, 466 g L⁻¹) e mistura de lecitina e ácido propiônico (LI 700® - Fortgreen, 71,28%).

A dose do imazamox aplicada foi de 900 g i.a. ha⁻¹ + 0,5% de Dash®, Veget'oil®, Agral®, Nimbus®, Aterbane® e LI 700® e um tratamento controle sem aplicação do herbicida e adjuvante, com 15 repetições por tratamento, perfazendo um total de 7 tratamentos e 105 unidades experimentais em delineamento inteiramente casualizado (DIC).

A aplicação foi realizada com pulverizador pressurizado por CO₂ contendo uma barra com dois bicos e pontas de pulverização BD 110.01, pressão de 206 kPa e volume de calda de 200 L ha⁻¹. Após a aplicação as macrófitas foram transferidas para casa de vegetação.

As avaliações de eficácia de controle foram realizadas aos 7, 15, 21, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA), segundo porcentagem de sinais de intoxicação das plantas, em que 0 (zero) corresponde a nenhuma injúria demonstrada pela planta e 100 (cem) à morte das plantas (Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1995; Asociacion Latinoamerica de Malezas, 1974).

Em 30, 45 e 60 DAA foi realizada a análise destrutiva das plantas, em que foram avaliadas cinco unidades experimentais de cada tratamento, e estimadas a massa fresca (g) e massa seca (g) das plantas em estufa com circulação de ar forçado a 65 °C, até atingirem massa constante.

Os resultados de massa fresca e seca foram submetidos à análise de variância (Anova), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p > 0,05$) em software Agroestat (Barbosa & Maldonado Junior, 2014).

Resultado e discussão

Na avaliação de sintomas visuais de intoxicação o imazamox acrescido de adjuvantes não apresentou eficácia no controle de *S. molesta*, com valores até 20% (Figura 1). Resultados similares ocorreram com 560 g i.a. ha⁻¹ de imazamox + 0,25% de surfactante não iônico que controlou 18% das plantas de *S. molesta* em 35 DAA (Emerine et al., 2010). Entretanto, ocorreram diferenças de controle entre os adjuvantes utilizados (Figura 1). O baixo controle dos tratamentos neste estudo pode estar relacionado com a estrutura foliar de *S. molesta*, com elevada quantidade de tricomas (pelos) na epiderme (Kissmann & Groth, 1997), que pode impedir a deposição das gotas de pulverização na superfície das folhas e reduz a absorção e penetração do herbicida na planta.

Os adjuvantes Dash® e LI 700® apresentaram 10% de controle das plantas em 15 DAA até o final do período experimental 60 DAA (Figura 1) e apresentaram necrose nas bordas das folhas. O LI 700® apresentou rebrota das plantas e o Dash® paralisa o crescimento, sinais observados no período inicial de avaliação 15 DAA. Em 21 e 30 DAA apresentaram rebrotas e folhas jovens. Em 45 e 60 DAA ocorreu o reestabelecimento do crescimento vegetativo de *S. molesta*.

O controle de *S. molesta* com 900 g i.a. ha⁻¹ imazamox + 0,5% Dash® em condição de microcosmos foi mais eficaz que o encontrado neste estudo com 25% de controle aos 15 DAA chegando a 35% em 30 DAA (Garlich, 2020). O Dash® (0,5%) adicionado a 720 g i.a. ha⁻¹ de glyphosate apresentou melhor eficácia para planta aquática *Pistia stratiotes* com 100% de controle aos 15 DAA (Silva et al., 2018).

O Agral® e o Aterbane® apresentaram 15% de controle das plantas (Figura 1). Em 15 DAA ocorreu

Figura 1. Porcentagem de intoxicação no controle de *S. molesta* após aplicação de imazamox acrescido de adjuvantes.

paralisa parcial do crescimento nos dois adjuvantes utilizados e com Aterbane® ocorreu rebrota. Em 21 DAA, os dois tratamentos apresentaram rebrota das plantas. Entretanto, o Agral® continuou a apresentar paralisa do crescimento de *S. molesta*. A partir de 30 DAA, as plantas emitiram folhas jovens e ocorreu reestabelecimento do crescimento vegetativo.

O glyphosate na dose de 960 g i.a. ha⁻¹ + 0,5% de Aterbane® foi mais eficaz com 40% de controle de *S. molesta* em 15 DAA do que 900 g i.a. ha⁻¹ de imazamox + 0,5% de Aterbane®. Contudo, o glyphosate também apresentou reestabelecimento do crescimento vegetativo das plantas a partir de 30 DAA (Cruz et al., 2015).

A diferença de porcentagem de controle no período inicial de avaliação pode estar relacionada ao mecanismo de ação dos herbicidas, o imazamox é inibidor da ALS de ação lenta e começa a desenvolver sinais de eficácia em 21 dias após aplicação (Mudge & Netherland, 2014a).

O Veget'oil® e o Nimbus® apresentaram 20% de controle de *S. molesta* (Figura 1). Em 15 DAA, os adjuvantes causaram necrose nas bordas das folhas e o Nimbus® crescimento de folhas jovens. Em 21 DAA os adjuvantes causaram paralisa no crescimento das plantas e o Veget'oil® causou algumas rebrotas e o Nimbus® rebrota em maior intensidade. A partir de 30 DAA ocorreu rebrota, emissão de folhas jovens e reestabelecimento do crescimento vegetativo das plantas.

O imazamox acrescido do óleo vegetal e mineral apresentou maior controle de *S. molesta* do que herbicidas com mesmo mecanismo de ação (ALS) o imazapyr na dose de 1680 g i.a. ha⁻¹ acrescido de 2,34 L ha⁻¹ de óleo de semente metilado (Sunwet®) que controlou 13% e apresentou sinais de necrose e encarquilhamento foliar com rebrota das plantas em 42 DAA (Nelson et al., 2001) e a aplicação de 70,1 g i.a. ha⁻¹ de imazamox e 35 g i.a. ha⁻¹ de penoxsulam acrescidos de 1,0% de óleo vegetal metilado com organociliconado com 10% de controle e paralisa do crescimento das plantas aquáticas flutuantes *Eichhornia crassipes* e *Pistia estratiotes* em 2 e 10 dias após aplicação (Mudge & Netherland, 2014b).

Na avaliação destrutiva da biomassa das plantas de *S. molesta* aos 30 DAA, ocorreu redução da massa fresca em todos os tratamentos utilizados (Figura 2), a maior redução ocorreu com Veget'oil® com 29,64 g em comparação a 89,06 g no tratamento

controle, equivalente a 66,72% (Figura 2). A menor redução ocorreu com LI 700® com 68,53 g em comparação ao tratamento controle, equivalente a 31% (Figura 2).

Para massa seca em 30 DAA, ocorreu diferença significativa dos resultados na aplicação de Veget'oil® e Aterbane®, sendo a maior redução das plantas com Veget'oil® com 2,53 g em comparação a 3,68 g no tratamento controle, equivalente a 31% (Figura 2). Resultados similares ao encontrado por Emerine et al. (2010) em que o imazamox com 560 g i.a. ha⁻¹ + 0,25% de surfactante reduziu 33,73% da massa seca de *S. molesta* aos 35 DAA.

A menor redução ocorreu com o Aterbane® que promoveu o crescimento de *S. molesta* com 4,11 g em comparação a 3,68 g no tratamento controle, um incremento de biomassa de 11% (Figura 2). Esse incremento na biomassa pode estar relacionado com as características do adjuvante Aterbane®, que é um espalhante adesivo e sua ação pode ser influenciada pelas características morfológicas da superfície foliar, como, por exemplo, presença de tricomas nas folhas, ser hidrofóbica ou hidrofílica e composição da cera epicuticular (Silva et al., 2018; Iost & Raetano, 2010), características apresentadas pela *S. molesta* que possui tricomas na superfície foliar.

Em 45 dias após aplicação, todos os adjuvantes promoveram a redução da massa fresca de *S. molesta* (Figura 3). A maior redução ocorreu com Veget'oil®, Agral® e Nimbus® com 30,05; 35,26 e 37,45 g em comparação a 100,51 g no

Figura 2. Média dos valores de massa fresca e massa seca de *S. molesta* após aplicação de imazamox acrescido dos adjuvantes aos 30 DAA. *Significativo a 5% de probabilidade. Efeito para massa fresca ($p < 0,01$; $F = 15,01$; $CV = 8,02$) e massa seca ($p = 0,02$; $F = 2,84$; $CV = 3,19$). Médias com a mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

tratamento controle, equivalente a 70%, 65% e 62% de redução, respectivamente (Figura 3). A menor redução ocorreu com Dash® com 69,09 g em comparação ao tratamento controle, equivalente a 31% (Figura 3).

Os tratamentos Veget'oil®, Agral® e Nimbus® promoveram maior redução da massa fresca de *S. molesta* do que o glyphosate com 1344 g i.a. ha⁻¹ + 0,25% de surfactante não iônico à base de silicone que reduziu 52% da massa fresca em 42 DAA (Fairchild et al., 2002).

Para a massa seca aos 45 DAA, ocorreu redução significativa de *S. molesta* nos tratamentos com Veget'oil®, Agral®, LI 700® e Dash® com 2,88; 3,21; 3,73 e 3,84 g em comparação a 5,69 g no controle, equivalente a 49%, 43%, 34% e 32%, respectivamente (Figura 3).

Em 60 DAA, ocorreu redução significativa da massa fresca de *S. molesta* com Agral®, Veget'oil®, Nimbus® e Aterbane®, sendo a maior redução com Nimbus®, de 50,99 g em comparação a 89,85 g no tratamento controle, equivalente a 43% (Figura 4). A menor redução ocorreu com LI 700® e Dash® com 74,25 e 63,34 g em comparação a 89,85 g no controle, equivalente a 17% e 29%, respectivamente (Figura 4). Valor similar a 900 g i.a. ha⁻¹ + 0,5% de Dash com 32% de redução da massa fresca de *S. molesta* em condição de mesocosmos (Garlich, 2020).

Para massa seca aos 60 DAA, não ocorreu diferença significativa nos tratamentos utilizados (Figura 4), a redução variou entre 26% e 34% nos tratamentos utilizados. A não diferença entre os tratamentos pode estar associada ao reestabelecimento do crescimento vegetativo das plantas, devido à rebrota e emissão de folhas jovens a partir de 30 dias após aplicação.

Esses resultados foram similares a 900 g i.a. ha⁻¹ de imazamox + 0,5% de Dash® que reduziu 36% da massa seca de *S. molesta* em condição de microcosmos, para os herbicidas saflufenacil (150 g i.a. ha⁻¹), flumiclorac (60 g i.a. ha⁻¹) e glufosinato (882 g i.a. ha⁻¹), acrescidos de 0,25% vv⁻¹ de mistura de óleo vegetal modificado e surfactante não iônico organossiliconado, que reduziram de 31% a 35% e para macrófita aquática *Eichhornia crassipes* em que o imazamox na dose de 70,1 + 1,0% de óleo vegetal metilado com organossiliconado reduziu 30% em 56 DAA (Garlich, 2020; Sartain & Mudge, 2018; Mudge & Netherland, 2014b).

Figura 3. Média dos valores de massa fresca e massa seca de *S. molesta* após aplicação de imazamox acrescido dos adjuvantes aos 45 DAA. *Significativo a 1% de probabilidade. Efeito para massa fresca ($p < 0,01$; $F = 33,22^*$; $CV = 14,63$) e massa seca ($p < 0,01$; $F = 5,28^*$; $CV = 22,26$). Médias com a mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,01$).

Figura 4. Média dos valores de massa fresca e massa seca de *S. molesta* após aplicação de imazamox acrescido dos adjuvantes aos 60 DAA. *Significativo a 1% de probabilidade. ^{ns}Não significativo. Efeito para massa fresca ($p < 0,01$; $F = 6,00^*$; $CV = 4,08$) e massa seca ($p = 0,18$; $F = 1,59^{ns}$; $CV = 14,07$). Médias com a mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,01$).

Em todas as avaliações destrutivas da biomassa das plantas de *S. molesta* ocorreu diferença nos resultados de massa fresca e seca; essa diferença está relacionada com a decomposição gradual e retenção de água nas plantas (Fairchild et al., 2002).

A utilização de imazamox acrescido de Veget'oil® foi mais eficaz no controle e redução da biomassa de *S. molesta*, principalmente aos 45 DAA em que ocorreram os maiores. A melhora na eficácia com a utilização de óleo vegetal acrescido ao imazamox pode ser atribuída às suas características como adjuvante que melhora a penetração e adesão dos produtos fitossanitários nas folhas com redução

da lavagem dos depósitos sobre a planta-alvo (Raetano e Chechetto, 2019).

Entretanto, o controle dessa planta pode ter sido influenciado pela sua reprodução e estrutura, que forma colônias flutuantes unidas por um caule horizontal embaixo da superfície da água. As colônias contêm três folhas, sendo duas flutuantes que possuem tricomas capazes de repelir água e auxiliam na flutuação e uma terceira folha modificada submersa dissecada que absorve os nutrientes na coluna d'água e possui esporos entre os filamentos das folhas submersas que se desenvolvem na fase de crescimento ou condições precárias de nutrientes (Galam et al., 2015).

A reprodução ocorre por fragmentação quando a planta-mãe se quebra e forma mais de uma planta-filha, sendo o meio principal de disseminação da espécie que pode ser influenciado pela atividade de animais, humanos ou ambiente, com a corrente de ventos e ondas (Sartain, 2018), o que faz com que ocorra formação de densa massa vegetativa na superfície da água de até 1 metro de espessura (Mudge et al., 2012). Essas características morfológicas de *S. molesta* podem ter influenciado na chegada do herbicida na superfície foliar mesmo com a adição dos adjuvantes à calda de pulverização.

Conclusão

O adjuvante Veget'oil® adicionado à calda herbicida de imazamox apresentou melhor controle e redução da massa seca e fresca de *S. molesta*.

Referências

Asociacion Latinoamerica de Malezas – ALAM (1974). Recomendaciones sobre umificacion de los sistemas de evaluacion en ensayos de control de malezas. *ALAM*, 1, 35-38.

Barbosa, J. C. & Maldonado Junior, W. (2014). *AgroEstat* - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agrônômicos. *Versão 1.1.0.712*.

Campos, C. F., Souza, G. S. F., Pereira, M. R. R., & Martins, D. (2010). Efeito da chuva sobre a ação do herbicida imazapyr no controle de plantas daninhas aquáticas. *Irriga*, 15(2), 151-158.

Carvalho, F. T. D., Velini, E. D., Negrisoli, E., & Rossi, C. V. S. (2005). Eficácia do carfentrazone-

ethyl no controle de plantas aquáticas latifoliadas em caixas-d'água. *Planta Daninha*, 23(2), 305-310.

Cruz, C., Silva, A. F., Luna, L. V., Yamauchi, A. K. F., Garlich, N., & Pitelli, R. A. (2015). Glyphosate effectiveness in the Control of Macrophytes Under a Greenhouse Condition. *Planta Daninha*, 33, 24-47.

Emerine, S. E., Richardson, R. J., True, S. L., West, A. M., & Roten, R. L. (2010). Greenhouse Response of Six Aquatic Invasive Weeds to Imazamox. *Journal of Aquatic Plant Management*, 48, 105-111.

Fairchild, J. F., Allert, A. L., Riddle, J. S., & Gladwin, D. R. (2002). Efficacy of glyphosate and five surfactants for controlling giant salvinia. *Journal of Aquatic Plant Management*, 40, 53-58.

Galam, D., Silva, J., Sanders, D., & Oard, J. H. (2015). Morphological and genetic survey of Giant Salvinia populations in Louisiana and Texas. *Aquatic Botany*, 127, 20-25.

Garlich, N. (2020). *Controle de Salvinia molesta em condição de microcosmo por aplicação eletrostática de herbicida e adjuvante e o efeito sobre bioindicadores aquáticos* (Tese de doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Getsinger, K. D., Netherland, M. D., Grue, C. E., & Koschnick, T. J. (2008). Improvements in the use of aquatic herbicides and establishment of future research directions. *Journal of Aquatic Plant Management*, 46, 32-41.

Gettys, L. A., Haller, W. T., & Petty, D. G. (2014). *Biology and control of aquatic plant: A best management practices handbook* (3a ed.). Marietta, GA: Aquatic Ecosystem Restoration Foundation.

Haller, W. (2014). Aquatic herbicide application methods. In L. Gettys, W. Haller, & D. Petty (Eds.), *Biological Control of Aquatic Plants: A best management practices handbook* (pp. 193-198). Marietta, GA: Aquatic Ecosystem Restoration Foundation.

Iost, C. A., & Raetano, C. G. (2010). Tensão superficial dinâmica e ângulo de contato de soluções aquosas com surfactantes em superfícies artificiais e naturais. *Engenharia Agrícola*, 30(4), 670-680.

- Johnson, S., Sanders, D., Eisenberg, L., & Whitehead, K. (2010). Fighting the blob: Efforts to control giant salvinia. *Louisiana Agriculture*, 53(1), 6-9.
- Kissmann, K. G., & Groth, D. (1997). *Plantas nocivas e infestantes* (2a ed., tomo 1., 825 p.). São Paulo: Basf.
- Kissmann, K. G. (1998). Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In J. V. C. Guedes, S. H. B. Dornelles (Ed.), *Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias* (pp. 95-104). Santa Maria: Departamento de Defesa.
- Martins, D., Velini, E. D., Negrisoni, E., & Tofoli, G. R. (2002). Controle químico de *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* e *Salvinia molesta* em caixas d'água. *Planta Daninha*, 20, 83-88.
- Matuo, T. (1990). *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas* (139 p). Jaboticabal: Funep.
- Mudge, C. R., Heilman, M. A., Theel, H. J., & Getsinger, K. D. (2012). Efficacy of subsurface and foliar penoxsulam and fluridone applications on giant salvinia. *Journal of Aquatic Plant Management*, 50, 116-124.
- Mudge, C. R., & Netherland, M. D. (2014)a. Response of invasive floating plants and nontarget emergent plants to foliar applications of imazamox and penoxsulam. *Journal of Aquatic Plant Management*, 52, 1-7.
- Mudge, C. R., & Netherland, M. D. (2014)b. Response of giant bulrush, water hyacinth, and water lettuce to foliar herbicide applications. *Journal of Aquatic Plant Management*, 52, 75-80.
- Nelson, L. S., Skogerboe, J. G., & Getsinger, K. D. (2001). Herbicide evaluation against giant salvinia. *Journal of Aquatic Plant Management*, 39, 48-53.
- Netherland, M. D. (2014). Chemical control of aquatic weeds. In L. Gettys, W. Haller & D. Petty (Eds.), *Biological control of aquatic plants: A best management practices handbook* (pp. 71-88). Marietta, GA: Aquatic Ecosystem Restoration Foundation.
- Pitelli, R. L. C. M., Toffaneli, C. M., Vieira, E. A., Pitelli, R. A., & Velini, E. D. (2008). Dinâmica da comunidade de macrófitas aquáticas no reservatório de Santana, RJ. *Planta Daninha*, 26(3), 473-480.
- Pitelli, R. A., Bisigatto, A. T., Kawaguchi, I., & Pitelli, R. L. C. M. (2011). Doses e horários de aplicação do diquat no controle de *Eichhornia crassipes*. *Planta Daninha*, 29(2), 269-277.
- Pivari, M. O., Pott, V. J., & Pott, A. (2008). Macrófitas aquáticas de ilhas flutuantes (baceiros) nas sub-regiões do Abobral e Miranda, Pantanal, MS, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 22(2), 563-571.
- Peixoto, P. H. P., Pimenta, D. S., & Antunes, F. (2005). Efeitos do flúor em folhas de plantas aquáticas de *Salvinia auriculata*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(8), 727-734.
- Queiroz, A. A., Martins, J. A. S., & Cunha, J. P. A. R. (2008). Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. *Bioscience Journal*, 24(4), 8-19.
- Raetano, C. G., & Chechetto, R. G. (2019). Adjuvantes e formulações. In U. R. Antuniassi & W. Boller (Ed.), *Tecnologia de Aplicação para culturas Anuais* (pp. 30-40). Passo Fundo: Aldeia Norte Editora. Botucatu: FEPAF.
- Rosa, C. S., Antunes, R. D., Pitelli, R. A., & Pitelli, R. L. C. M. (2009). Avaliação comparativa das perdas de água por evapotranspiração em mesocosmos colonizados por diferentes macrófitas aquáticas. *Planta Daninha*, 27(3), 441-445.
- Thomas, P. A., & Room, A. P. (1986). Taxonomy and control of *Salvinia molesta*. *Nature, UK*, 320(6063), 581-584.
- Sartain, B. T. (2018). *Exploring alternative giant salvinia (Salvinia molesta D.S. Mitchell) management strategies* (Doctoral dissertations). Louisiana State University, Baton Rouge, LA. Recuperado em 16 de julho de 2020, de https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_dissertations/4542
- Sartain, B. T., & Mudge, C. R. (2018). Evaluation of 12 foliar applied non-aquatic herbicides for efficacy against giant salvinia (*Salvinia molesta*). *Journal of Aquatic Plant Management*, 56, 107-112.
- Silva, B. M., Ruas, R. A. A., Sichocki, D., Dezordi, L. R., & Caixeta, L. F. (2014). Deposição da calda de pulverização aplicada com pontas de

jato plano em diferentes partes da planta de soja (glycinemax) e milho (zeamays). *Revista Engenharia na Agricultura*, 22(1), 17-24.

Silva, A. F., Cerveira Júnior, W. R., Ferreira, M. C., & Cruz, C. (2018). Floating Macrophyte Control with Glyphosate According to Adjuvants

and Spray Nozzles. *Planta Daninha*, 36, e018168125.

Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas – SBCPD. (1995). *Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas*. Londrina: SBCPD.