

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/01/2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

INTERAÇÃO DA MISTURA DE HERBICIDAS E
FERTILIZANTES FOLIARES NO CONTROLE DE *Urochloa*
decumbens* E *Amaranthus hybridus

Hilario Camarena de la Cruz

Engenheiro Agrônomo

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

INTERAÇÃO DA MISTURA DE HERBICIDAS E
FERTILIZANTES FOLIARES NO CONTROLE DE *Urochloa*
decumbens* E *Amaranthus hybridus

Hilario Camarena de la Cruz

Orientador: Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

C957i

Cruz, Hilario Camarena de la

Interação da mistura de herbicidas e fertilizantes foliares no controle de
Urochloa decumbens e Amaranthus hybridus : Jaboticabal / Hilario Camarena
de la Cruz. -- , 2023

62 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal,

Orientador: Marcelo da Costa Ferreira

1. Agronomia. 2. Aplicação de produtos químicos agrícolas. 3. Herbicidas. 4.
Misturas. 5. Weed control. I. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Os resultados desta pesquisa fornecem conhecimentos valiosos da mistura de herbicidas com fertilizantes foliares para otimizar o controle de plantas daninhas ao mesmo tempo em que se supre nutrientes essenciais, fazendo o uso correto dos produtos fitossanitários. Essa técnica não apenas apresenta benefícios econômicos, também se alinha com princípios de desenvolvimento sustentável.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The results of this research provide valuable insights into mixing herbicides with foliar fertilizers to optimize weed control while supplying essential nutrients and making correct use of phytosanitary products. This technique not only has economic benefits, but is also in line with sustainable development principles.

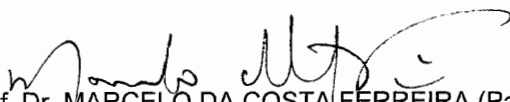
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INTERAÇÃO DA MISTURA DE HERBICIDAS E FERTILIZANTES FOLIARES
NO CONTROLE DE *Urochloa decumbens* E *Amaranthus hybridus*

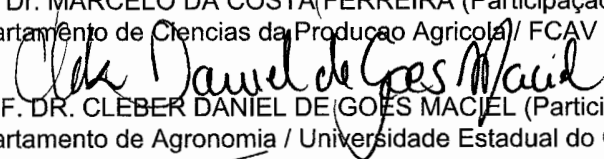
AUTOR: HILARIO CAMARENA DE LA CRUZ

ORIENTADOR: MARCELO DA COSTA FERREIRA

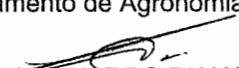
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. MARCELO DA COSTA FERREIRA (Participação Presencial)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal



PROF. DR. CLEBER DANIEL DE GOES MACIEL (Participação Presencial)
Departamento de Agronomia / Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) - Guarapuava/PR



Prof. Dr. LEONARDO BIANCO DE CARVALHO (Participação Presencial)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de julho de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Hilario Camarena de la Cruz, Nasceu em 02 de março de 1991 em Pariahuanca, região Junín – Peru. Possui graduação em Agronomia pela Universidade Nacional do Centro do Peru (UNCP). Em 2016 e 2018 foi representante estudantil ante o Conselho de Faculdade de Agronomia e Conselho Universitário da UNCP, respectivamente. De 2017 a 2019 Foi bolsista do Programa Nacional de Bolsas e Crédito Educativo (PRONABEC). De 2017 a 2018 foi presidente da Federação de Estudantes de Agronomia do Peru (FEAP). Foi presidente do grupo de projeção social Ciagrow. Em 2017 realizou estágio na Estación Experimental Agropecuário El Mantaro (E.E.A.E.M.), sob a orientação do Prof. Gustavo Osorio, M.Sc., no programa de tuberosas e raízes andinas auxiliando na caracterização morfológica de cultivares de *Solanum tuberosum*. Em 2019 realizou estágio na empresa Agroindústria Casablanca S.A.C.- La Calera nas culturas de abacate e citrus, realizando avaliações de pragas e doenças. De 2019 a 2020 trabalhou na empresa Agroindústria Casablanca, na área de produção de abacate Hass, realizando supervisão de aplicação de produtos fitossanitários e fertilizantes. Em 2021 trabalhou na empresa Inversiones Yauca S&F S.A.C. como representante de Vendas de produtos fitossanitários e fertilizantes. Além disso, também trabalhou nas empresas Insumos Agrícolas Mayra E.I.R.L. e Inversiones Mayra E.I.R.L. como representante de vendas de produtos fitossanitários e fertilizantes. Em agosto de 2021, iniciou o curso de Mestrado Acadêmico no programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira e integrando o Núcleo de Estudos e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação (NEDTA).

"As nuvens mudam sempre de posição, mas são sempre nuvens no céu. Assim devemos ser todo dia, mutantes, porém, leais com o que pensamos e sonhamos; lembre-se, tudo se desmancha no ar, menos os pensamentos"

PAULO BALEKI

A Victoria, minha mãe, e aos meus irmãos Noemi, Pablo, Madami Lucy e Madeleine, pelo amor incondicional e compreensão e me ensinaram a lutar e trabalhar pelos meus sonhos. Por sempre acreditar em minha capacidade. Eles são o maior tesouro que Deus me deu nesta vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder a vida, força para enfrentar os desafios e iluminar meu caminho em esta etapa da minha vida.

À minha mãe, Victoria, por ser o pilar da minha vida e me incentivar sempre a melhorar nesta etapa distante de casa.

Aos meus irmãos e cunhada Noemi, Pablo, Madami Lucy, Madeleine e Sandra, pelo apoio que precisei, sempre torcendo e acreditando em mim.

Aos meus sobrinhos Ariana, Benjamin, Jhosemir e Adriano, que são meus amores e mesmo tão pequenos me motivam ser melhor a cada dia.

Aos meus familiares, avó, tios e primos pela oração e torcida.

Ao Prof. Dr. Juan Mendoza Cortez pela oportunidade e disponibilidade em me apoiar em esta etapa da minha vida profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira por confiar em mim, pelos ensinamentos, compreensão, apoio incondicional para meu crescimento profissional e pessoal e ter me permitido fazer parte do grupo de pesquisa do Núcleo de Estudos e Desenvolvimento em Tecnologia de Aplicação (NEDTA)

Ao grupo de pesquisa NEDTA, o qual faço parte com muito orgulho e satisfação de poder compartilhar experiencias com meus amigos Maria Thalia Lacerda Siqueira, Gabriela Pellegrini, Ana Beatriz Dilená Spadoni, Pedro Henrique Urach Ferreira, Rafael Alexandre Jiacometi Cardoso, Fabio Lima Peron, Aline Dell Passo Reis, Edimar Peterlini, Anderson Viera, Pedro Henrique Guellis Buzinaro e Wanderlei Dibelli pela contribuição deste trabalho, ajuda e companheirismo. Vocês tornaram esta etapa mais leve e prazerosa.

Aos meus irmãos e colegas Darllan Oliveira, Jarlyson Souza, Armando Brito, Francisco Amaral, Jardel Souza, Bruno Moreira, Marcelo Barbosa, Júlia Mercês, Erica Souza, Nagilla Moraes e Maynumi Scarano por sempre estarem dispostos a me ajudar e compartilhar momentos alegres.

Aos funcionários da horta Inauro Lima e Reinaldo Santos por me auxiliarem para continuar e terminar este trabalho.

Aos meus irmãos da República Xicreti Felipe Oliveira, João As, Antony Arruda, Lucas Agostini, João Branco, Vitor Bardella, Rafael Lopes e Thiago Carneiro por me receber e pelos bons momentos vividos.

À empresa Syngenta pelo fornecimento de produto fitossanitário.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP-FCAV), campus de Jaboticabal por ter me dado a oportunidade de fazer meu mestrado e proporcionado conhecimento para meu crescimento profissional. Em especial ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal) coordenado pelo Prof. Dr. Glauco de Souza Rolim e demais professores do programa pelo ótimo trabalho.

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

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de aplicação dos produtos fitossanitários requer conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e mínima contaminação do ambiente (Matuo, 1990). Para o controle das plantas daninhas, a maioria dos produtores fazem uso do método químico, já que os herbicidas apresentam alta eficácia, ação rápida e custo baixo comparando com outros métodos de controle (Salomão et al., 2021).

A mistura de herbicidas pode resultar em uma série de benefícios significativos como redução de custos operacionais, do número de pulverizações, da compactação do solo, para melhorar o desenvolvimento das culturas que pode melhorar a produtividade e prevenir os casos de resistência de plantas daninhas (Carvalho et al., 2019). As misturas podem ser entre herbicidas, ou destes com fertilizantes foliares, adjuvantes, bioestimulantes, reguladores de crescimento, micronutrientes (Fe, Zn, B e Mn) e macronutrientes (enxofre) (Whitford et al., 2018), além de produtos de outras classes fitossanitárias como inseticidas e fungicidas.

Os produtores misturam os fertilizantes foliares com herbicidas de pós-emergência para reduzir custos operacionais ou reduzir danos nas culturas (Lawrence et al., 2020). Por outro lado, as misturas podem apresentar um efeito sinérgico, antagônico, ou aditivo pela suscetibilidade das caldas fitossanitárias de apresentar incompatibilidade físico-química (Bianchi et al., 2020). Por isso é importante avaliar a eficácia das misturas para garantir as aplicações.

A aplicação de fertilizantes foliares é uma técnica comum na maioria de culturas. Os fertilizantes podem suprir nutrientes carentes do solo, requeridos em maior quantidade em fases de crescimento e de reprodução, ou corrigir deficiências manifestados pelos sintomas das plantas (Otto et al., 2021). Além disso, os fertilizantes foliares são absorvidos através da cutícula, nervuras, tricomas, estômatos e demais estruturas epidérmicas (Fernández et al., 2021). No caso dos sais que contém os fertilizantes, estes podem alterar as ceras da cutícula melhorando a absorção dos conteúdos depositados sobre os alvos (Fernández et al., 2017).

Em um estudo da mistura de glifosato e fertilizante foliar observaram-se baixos níveis de intoxicação na cultura da soja (Forte et al., 2019). Outros autores assinalam que os aminoácidos, ingredientes dos fertilizantes foliares, participam na recuperação das plantas frente ao estresse e que aumenta rapidamente a capacidade fotossintética (Cruz et al., 2019). Além disso, a mistura do glifosato com bioestimulantes, derivados de *Ascophyllum nodosum*, mostraram compatibilidade físico-química e tiveram maior produtividade em relação à aplicação isolada do herbicida (Andrade et al., 2013). Enquanto a mistura de fertilizante foliar, com zinco, com glifosato e fomesafem apresentou 25% menos fitotoxicidade que as misturas com cloransulam e chlorimuron (Alencar et al., 2022).

Para garantir o sucesso das aplicações, é importante conhecer as propriedades dos produtos fitossanitários em mistura, a fim de evitar incompatibilidades físicas que possam obstruir as mangueiras, filtros ou bicos dos pulverizadores, reduzindo assim a eficiência das operações agrícolas. Além disso, a incompatibilidade pode comprometer a eficácia dos produtos e gerar riscos ambientais (Vale et al., 2019). Todos esses aspectos podem ser evitados, prevenindo paradas para a limpeza de pulverizadores e tanques prolongando a vida útil das máquinas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da mistura de herbicidas com fertilizantes foliares na compatibilidade e propriedades físico-químicas das caldas fitossanitárias e no controle de *Urochloa decumbens* e *Amaranthus hybridus*.

O método químico é a principal forma de controle das plantas daninhas sendo os herbicidas amplamente utilizados para evitar reduções da produtividade (Riemens et al., 2022). Os herbicidas estão enquadrados em grupos como os difenil-éteres, ariloxifenoxi-propionatos, ureia, imidazolinonas, triquetona entre outros (Loux et al., 2013; Matzrafi et al., 2017). Por outro lado, o efeito dos herbicidas é reduzido quando as plantas daninhas estão em baixo estresse hídrico (Pereira et al., 2010). Essa condição gera alterações fisiológicas e morfológicas como alterações na quantidade e composição das ceras cuticulares que podem reduzir a penetração, absorção e translocação dos herbicidas (Trezzi et al., 2020; Santos et al., 2021).

Os níveis de controle dos herbicidas, para diferentes plantas daninhas, apresentaram melhor efeito sob condições ótimas de crescimento (Souza et al., 2014). A aplicação de herbicidas, em plantas sob algum tipo de estresse, apresenta mecanismos antioxidantes capazes de metabolizar os radicais livres (Darmanti et al., 2016). Por isso, no momento das aplicações deve-se considerar a atividade fisiológica das plantas daninhas.

Amaranthus hybridus é uma planta de metabolismo C4, sendo a espécie mais representativa do gênero *Amaranthus*. Apresenta altura de crescimento que supera os 100 cm e pode chegar a produzir mais de 250.000 sementes por planta (Sellers et al., 2003). Além disso, essa espécie tem capacidade de mutação e hibridação interespecífica de desenvolver resistência para os herbicidas (Gaines et al., 2012). Essas características as tornam como alvo primário do controle das plantas daninhas.

Urochloa decumbens é uma gramínea do gênero *Urochloa*, a qual também apresenta metabolismo C4, sendo considerada como uma planta daninhas agressiva que inibe a germinação e crescimentos das culturas (Esteves et al., 2023). Além disso, podem adaptar-se às alterações climáticas pela persistência das sementes presentes no solo e podem reduzir quase a totalidade da incidência de luz no solo (Matloob et al., 2020). Outros autores relatam que esta espécie de planta daninha apresenta alta capacidade adaptativa e efeitos alopáticos em diversas culturas (Souza et al., 2006).

4. CONCLUSÕES

A adição de fertilizante foliar aos herbicidas fomesafem + fluazifope-P-butilico, linuron, imazapique e tembotriona melhorou as características de pH e a condutividade elétrica das caldas fitossanitárias. As misturas de fertilizantes foliares e herbicidas não interferiram no controle das plantas daninhas; no caso dos herbicidas fomesafem + fluazifope-P-butilico e linuron, isolados e em mistura, proporcionaram melhor controle de *U. decumbens* e *A. hybridus*, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil.

5. REFERÊNCIAS

Almeida DP, Ferreira MC, Santos RTS, Griesang F, Santos ES, Timossi PC (2020) Influence of glyphosate concentrations on spray solution physicochemical characteristics and drift potential. **Engenharia Agrícola** 40(1):69–77.

Anderson NH (1987) Spray retention: effects of surfactants and plant species. **Asp. Appl. Biol.** 14:233–243.

ASABE (2009) **Spray nozzle classification by droplet spectra**. In *American Society of Agricultural Engineers*. ASaBe St. Joseph, MI, USA.

Barroso GM, Carvalho AJE, Custódio IG, Correa JM, Duque TS, Silva DV, Fernandes BCC, Batista LP, Santos JB (2022) Sensitivity of Eucalyptus Clones to Herbicides Associated with Foliar Fertilizers. **Forests** 13(9).

Brankov M, Simic M, Mesarovic J, Kresovic B, Dragicevic V, Brankov M, Simic M, Mesarovic J, Kresovic B, Dragicevic V (2020) Integrated effects of herbicides and foliar fertilizer on corn inbred line. **Chilean Journal of Agricultural Research** 80(1):50–60.

Calore RA, Ferreira MC, Rodrigues NEL, Otuka AK (2015) Distribution pattern, surface tension and contact angle of herbicides associated to adjuvants on spraying and control of Ipomoea hederifolia under rainfall incidence. **Engenharia Agrícola** 35(4): 756–768.

Carvalho, L. (2013). Herbicidas (1a Edição).

Contiero R, Biffe D, Catapan V. (2018). Capítulo 13-Tecnologia de Aplicação. 401–449.

Cosmo Dranca A, Osco Helvig E, Goes Maciel CD, Antônio Carbonari C, Domingues Velini E (2018) Associações de herbicidas com fertilizante foliar e regulador vegetal em soja. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada Nas Ciências Agrárias** 11(3).

Costa NV, Salvalaggio AC, Ferreira SD, Barbosa JA, Gibbert AM (2020) Sequential application of herbicides alone and in mixture with and without foliar fertilizer after pruning of cassava plants. **Planta Daninha** 38.

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

Andrade D, Ferreira MC, Fenólio LG (2013) Compatibilidade entre acaricidas e fertilizantes foliares em função de diferentes águas no controle do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis*. **Revista Brasileira de Fruticultura** 35(1):39–50.

Siqueira JC (2002). *Amaranthaceae*. In M. Wanderley, G. Shepherd, & A. Giulietti (Eds.), **Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo: Vol. II** (pp. 11–30).

Delchev G, Dospatliev L, Katrandzhiev N, Stoyanova A (2015) Durum wheat grain yield and quality influenced by some mixtures of foliar fertilizers and combined herbicides. **Comptes Rendus de l'Académie Bulgare Des Sciences** 68(9).

El-Sobki AE, Saad AM, El-Saadony MT, El-Tahan AM, Taha AE, Aljuaid BS, El-Shehawi AM, Salem REME (2021) Fluctuation in amino acids content in *Triticum aestivum* L. cultivars as an indicator on the impact of post-emergence herbicides in controlling weeds. **Saudi Journal of Biological Sciences** 28(11):6332–6338.

Fernández V, Bahamonde HA, Peguero-Pina JJ, Gil-Pelegrín E, Sancho-Knapik D, Gil L, Goldbach HE, Eichert T (2017) Physico-chemical properties of plant cuticles and their functional and ecological significance. **Journal of Experimental Botany** 68(19):5293–5306.

Fishel FM, Ferrell JA (2019) **Water pH and the Effectiveness of Pesticides**. *US Department of Agriculture. University of Florida IFAS*.

Gandini EMM, Costa ESP, Santos JB, Soares MA, Barroso GM, Corrêa JM, Carvalho AG, Zanuncio JC (2020) Compatibility of pesticides and/or fertilizers in tank mixtures. **Journal of Cleaner Production** 268:122152.

Gazziero D (2015) Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha** 33(1):83–92.

Griesang F, Decaro RA, Santos CAM, Santos ES, Roque NHL, Ferreira MC (2017) How Much Do Adjuvant and Nozzles Models Reduce the Spraying Drift? Drift in Agricultural Spraying. **American Journal of Plant Sciences** 8(11):2785–2794.

Hartzler B (2023) **Absorption of foliar-applied herbicides | Integrated Crop Management.** Iowa State Weed Science Online. <https://crops.extension.iastate.edu/encyclopedia/absorption-foliar-applied-herbicides>

Horak MLT (2000). Growth analysis of four *Amaranthus* species. **Weed Science** 48(3):347–355.

Husu I, Rodio G, Touloupakis E, Lambrevă MD, Buonasera K, Litescu SC, Giardi MT, Rea G (2013) Insights into photo-electrochemical sensing of herbicides driven by *Chlamydomonas reinhardtii* cells. **Sensors and Actuators B: Chemical** 185:321–330.

Ikeda FS (2014). Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato. **Embrapa Agrossilvipastoril**.

Junior JDG, Júnior JMS, Gontijo GA, Ruas RAA (2015) Pontas hidráulicas, adjuvante e horários de aplicação de fomesafen no controle de picão-preto. **Revista Brasileira de Herbicidas** 14(4):326–332.

Korotkova I, Marenych M, Hanhur V, Laslo O, Chetveryk O, Liashenko V (2021) Weed control and winter wheat crop yield with the application of herbicides, nitrogen fertilizers, and their mixtures with humic growth regulators. **Acta Agrobotanica** 74(1):1–13.

Malone M, Foster E (2019) A mixed-methods approach to determine how conservation management programs and techniques have affected herbicide use and distribution in the environment over time. **Science of The Total Environment** 660:145–157.

Meng Y, Zhong W, Liu C, Su J, Su J, Lan Y, Wang Z, Wang M (2022) UAV spraying on citrus crop: impact of tank-mix adjuvant on the contact angle and droplet distribution. **PeerJ** 10:e13064.

Monquero PA, Christoffoleti PJ, Matas JA, Heredia A (2004) Caracterização da superfície foliar e das ceras epicuticulares em *Commelina benghalensis*, *Ipomoea grandifolia* e *Amaranthus hybridus*. **Planta Daninha** 22(2):203–210.

Negre M, Gennari M, Cignetti A, Zanini E (1988) Degradation of Fluazifop-butyl in Soil and Aqueous Systems. **J. Agríc. FoodChem** 36:1319–1322.

Nuyttens D, Zwertvaegher IKA, Dekeyser D (2017) Spray drift assessment of different application techniques using a drift test bench and comparison with other assessment methods. **Biosystems Engineering** 154:14–24.

Petter FA, Segate D, Almeida FA, Neto FA, Pacheco LP (2013) Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas. **Comunicata Scientiae** 4(2):129–138.

Pinke G, Tóth K, Kovács AJ, Milics G, Varga Z, Blazsek K, Gál KE, Botta-Dukát Z, Botta Z, Alm K, Kovács A, Gábor Milics AJ, An Varga Z, Al A KEG, An Botta-Dukát Z (2014) Use of mesotrione and tembotrione herbicides for post-emergence weed control in alkaloid poppy (*Papaver rhoeas*). **International Journal of Pest Management** 60(3):187–195.

Radhakrishnan R, Alqarawi AA, Abd Allah EF (2018) Bioherbicides: Current knowledge on weed control mechanism. **Ecotoxicology and Environmental Safety** 158:131–138.

Rotenberg Y, Boruvka L, Neumann AW (1983) Determination of surface tension and contact angle from the shapes of axisymmetric fluid interfaces. **Journal of Colloid and Interface Science** 93(1):169–183.

Ruiter HD, Uffin AJM, Meinen E, Prins A (1990) Influence of Surfactants and Plant Species on Leaf Retention of Spray Solutions. **Weed Science** 38(6):567–572.

Salvalaggio AC, Costa NV, Cazzo VN, Junior EC, Eckert AF (2018) Espalhamento e tensão superficial de gotas de soluções com herbicidas e adjuvantes em folhas de *Digitaria insularis*. **Revista de Agricultura Neotropical** 5(3):60–64.

Smith DB, Askew SD, Morris WH, Shaw DR, Boyette M (2000) DROPLET SIZE AND LEAF MORPHOLOGY EFFECTS ON PESTICIDE SPRAY DEPOSITION. **Transactions of the ASAE** 43(2):255–259.

Sobiech Ł, Grzanka M, Skrzypczak G, Idziak R, Włodarczak S, Ochowiak M (2020) Effect of Adjuvants and pH Adjuster on the Efficacy of Sulcotrione Herbicide. **Agronomy** 10(4):530.

Souza LS, Velini ED, Martins D, Rosolem CA (2006) Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha** 24(4):657–668.

Trogello E, Faustino LL (2019) Tecnologia de Aplicação e a Maior Eficiência de Controle de Plantas Daninhas. In L. L. Costa & R. A. Polanczyk (Eds.), **Tecnologia de Aplicação de Caldas Fitossanitárias** (1a Edição, pp. 119–134).

Vale RL, Netto AM, Toríbio BXL, Lâvor MPB, Siqueira JPS (2019) Assessment of the gray water footprint of the pesticide mixture in a soil cultivated with sugarcane in the northern area of the State of Pernambuco, Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 234:925–932.

Webster TM, Grey TL, Ferrell JA (2017) Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) Tuber Production and Viability Are Reduced by Imazapic. **Weed Science** 65(1):97–106.

Xue S, Xi X, Lan Z, Wen R, Ma X (2021) Longitudinal drift behaviors and spatial transport efficiency for spraying pesticide droplets. **International Journal of Heat and Mass Transfer** 177:121516.

Zandonadi CHS, Burkhardt J, Hunsche M, Cunha JPAR (2018) Tank-mix of chlorantraniliprole and manganese foliar fertilizers: Impact on rheological characteristics, deposit properties and cuticular penetration. **Crop Protection** 106:50–57.

