

A close-up photograph of a hand holding water, with droplets falling onto a small green seedling growing out of a mound of dark soil. The background is a warm, golden glow, suggesting a sunrise or sunset. The image is divided into three horizontal sections: a top section with a hand, a middle green section with text, and a bottom section with soil and a seedling.

Carlos Antônio dos Santos
Júlio César Ribeiro
(Organizadores)

Desafios e Sustentabilidade no Manejo de Plantas

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Carlos Antônio dos Santos
Júlio César Ribeiro
(Organizadores)

Desafios e Sustentabilidade no Manejo de Plantas

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Rafael Sandrini Filho
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
D441	Desafios e sustentabilidade no manejo de plantas [recurso eletrônico] / Organizadores Carlos Antônio dos Santos, Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web 978-85-7247-408-5 DOI 10.22533/at.ed.085191806 1. Agricultura – Pesquisa – Brasil. 2. Desenvolvimento sustentável – Brasil. 3. Produção agrícola – Brasil. I. Santos, Carlos Antônio dos. II. Ribeiro, Júlio César. CDD 634.92
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O Brasil é um país com a produção agrícola consolidada em função dos grandes investimentos tecnológicos realizados, vasta extensão territorial agricultável, ampla biodiversidade, além de clima favorável ao cultivo de inúmeras espécies de importância econômica. Atualmente, com a agricultura brasileira cada vez mais tecnificada, tornou-se necessária a adoção de práticas que assegurem a manutenção dos bons índices produtivos registrados e que, ao mesmo tempo, promovam a sustentabilidade de toda a produção agrícola.

O cultivo agrícola está sujeito a influência de diversos fatores bióticos e/ou abióticos, e que se apresentam como desafios a serem superados nas lavouras de todo o país. Dentro desse contexto, vale destacar a ocorrência de “plantas daninhas” como um dos principais limitantes à produção. Estas plantas, caso não sejam manejadas corretamente, podem trazer inúmeros prejuízos aos produtores em função da competição por água, luz e nutrientes com as culturas de interesse, além de ocasionarem uma série de outras interações negativas.

A continuidade do êxito da produção agrícola brasileira deverá ser baseada, portanto, na capacidade de contornar esses obstáculos e nos investimentos em novas tecnologias e práticas visando aumento da eficiência, sustentabilidade e competitividade a nível mundial. Uma outra demanda em expansão é a exploração sustentável dos recursos disponíveis em nossa flora, e que podem ter importância em segmentos, como o farmacêutico. A exploração dessas espécies vegetais necessita de estudos que validem as suas potencialidades de uso.

Nesta obra “Desafios e Sustentabilidade no Manejo de Plantas” foram selecionados trabalhos que priorizaram essas temáticas e que foram capazes de agrupar, sintetizar e oferecer informações passíveis de utilização por pesquisadores e técnicos. Em uma primeira parte, são apresentados trabalhos que trazem informações e questionamentos sobre estresse em plantas pela aplicação de herbicidas, resistência de “plantas daninhas” a herbicidas, e fitorremediação. Posteriormente, são apresentados trabalhos pontuais que compilam informações e resultados de experiências sobre mistura em tanques, interações e efeito residual de herbicidas.

Na segunda parte da obra é mostrada a eficiência terapêutica de metabólitos secundários da espécie *Achyrocline satureioides*, por meio da compilação e análise de informações disponíveis em bases de dados eletrônicas e da legislação brasileira.

Agradecemos aos autores vinculados às duas grandes instituições brasileiras, UFRRJ e UFSC, pelo empenho ao compartilhar seus conhecimentos e resultados de muitos anos de dedicação e investimentos em pesquisa.

Carlos Antônio dos Santos
Júlio César Ribeiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTRESSE EM PLANTAS PELA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS	
Junior Borella	
Ana Claudia Langaro	
Amanda dos Santos Souza	
Jéssica Ferreira Lourenço Leal	
Gledson Soares de Carvalho	
Ana Carolina Oliveira Chapeta	
Rayana da Rocha Sarmiento	
Camila Ferreira de Pinho	
DOI 10.22533/at.ed.0851918061	
CAPÍTULO 2	17
RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS	
Ana Claudia Langaro	
Gabriella Francisco Pereira Borges de Oliveira	
Jéssica Ferreira Lourenço Leal	
José Maurício Fajardo da Cunha	
Luana Jéssica da Silva Ferreira	
Juliana Lima Diniz	
Camila Ferreira de Pinho	
DOI 10.22533/at.ed.0851918062	
CAPÍTULO 3	30
FITORREMEDIAÇÃO DE HERBICIDAS	
Amanda dos Santos Souza	
Gabriella Francisco Pereira Borges De Oliveira	
Ana Claudia Langaro	
Monara Abreu Mendes	
Jonathan Almeida Santos Simões	
Junior Borella	
Camila Ferreira De Pinho	
DOI 10.22533/at.ed.0851918063	
CAPÍTULO 4	42
MISTURA EM TANQUE E INTERAÇÕES ENTRE HERBICIDAS	
Jéssica Ferreira Lourenço Leal	
Gabriella Francisco Pereira Borges de Oliveira	
Amanda Dos Santos Souza	
Marcelo Pereira Sampaio	
Eduardo Souza De Amorim	
Ana Claudia Langaro	
Camila Ferreira De Pinho	
DOI 10.22533/at.ed.0851918064	
CAPÍTULO 5	58
EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES EM MILHO CULTIVADO EM SUCESSÃO A SOJA	
Gledson Soares de Carvalho	
Samia Rayara de Sousa Ribeiro	
Cristiano Viana André	
Felipe Sant'Ana Marinho	

Mariana Araújo Alves Gomes de Souza
Monique Macedo Alves
Camila Ferreira de Pinho

DOI 10.22533/at.ed.0851918065

CAPÍTULO 6 69

EFICIÊNCIA TERAPÊUTICA DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DE *Achyrocline satureioides*

Aline Nunes
Caroline Schmitz
Deise Munaro
Marcelo Maraschin

DOI 10.22533/at.ed.0851918066

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 79

MISTURA EM TANQUE E INTERAÇÕES ENTRE HERBICIDAS

Jéssica Ferreira Lourenço Leal

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Gabriella Francisco Pereira Borges de Oliveira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Amanda Dos Santos Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Marcelo Pereira Sampaio

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Eduardo Souza De Amorim

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Ana Claudia Langaro

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

Camila Ferreira De Pinho

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Seropédica – Rio de Janeiro

RESUMO: O Brasil está entre os maiores produtores agrícolas do mundo. Porém, atualmente plantas daninhas de difícil controle vêm ocasionando grandes problemas no sistema de produção, principalmente quando há infestação de plantas monocotiledôneas e

eudicotiledôneas na mesma área, assim como de plantas daninhas em estágio fenológico avançado, onde há necessidade da associação de herbicida em mistura ou sequencial para controle efetivo. A associação ou mistura de herbicidas, baseia-se na utilização simultânea ou sequencial de dois ou mais herbicidas aplicados sobre a mesma área ou cultura. Essa associação produz interações entre os herbicidas, que podem gerar incompatibilidade físico-química na calda ou biologicamente na planta causando efeito sinérgico, aditivo ou antagônico em relação ao efeito de cada herbicida utilizado isoladamente. Diante do exposto, alguns estudos relatam efeitos antagônicos quando herbicidas para controle de monocotiledôneas são aplicados juntamente ou após os herbicidas para controle de dicotiledôneas. Entretanto, o efeito resultante pode ser maximizado ou minimizado conforme o intervalo entre as aplicações dos herbicidas adotados no sistema.

PALAVRAS-CHAVE: planta daninha; antagonismo; sinergismo; estágio fenológico; compatibilidade.

ABSTRACT: Brazil is among the largest agricultural producers in the world. However, difficult control weeds currently cause huge problems in the production system, especially when there is infestation of both

monocotyledonous and dicotyledonous plants in the same area and weeds in advanced phenological stage. In this case, there is necessary to promote a mixture of herbicides or sequential applications of them for effective control. The combination or mixture of herbicides is based on the simultaneous or sequential use of two or more herbicides applied to the same area or crop. This combination produces interactions between the herbicides, which can cause physicochemical incompatibility in the tank or biologically effects in the plant causing synergistic, additive or antagonistic effects in relation to the effect of each herbicide used alone. Considering this, some studies report antagonistic effects when herbicides used to control monocotyledons plants are applied together or after the herbicides used to control dicotyledonous plants. However, the resulting effect can be maximized or minimized depending on the interval between herbicide applications adopted in the system.

KEYWORDS: weed; antagonism; synergism; phenological stage; compatibility.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura é um dos setores mais relevantes para a economia brasileira, sendo o desenvolvimento e a produtividade das culturas atrelados a diversos fatores, entre eles a ocorrência de doenças, pragas e interferência de plantas daninhas.

As plantas daninhas englobam toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada ocasionando danos econômicos (PITELLI et al., 1987). Essas competem com a cultura de interesse por recursos essenciais, como água, luz e nutrientes; além de onerar, dificultar e até inviabilizar a colheita (VASCONCELOS et al., 2012). No Brasil, alguns estudos consideram que as perdas econômicas associadas à presença de plantas daninhas nas áreas de cultivo podem ser superiores a 30% da produção, principalmente, quando há casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas (GAZZIERO et al., 2010; BLAINSKI et al., 2015; TREZZI E VIDAL 2015; ADEGAS et al., 2017).

A resistência de plantas daninhas é um tópico de crescente preocupação na agricultura. A Weed Science Society of America (1998) define resistência como a ocorrência natural da habilidade hereditária de alguns biótipos, dentro de uma população, em sobreviver e se reproduzir após o tratamento com um herbicida que seria letal aos demais indivíduos dessa mesma população. No Brasil, há relatos de 50 casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Entre esses, oito abordam resistência ao herbicida glifosato dentre eles as espécies de buva (*Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis*, *Conyza sumatrensis*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-branco (*Chloris elata*), azevém (*Lolium perene*), caruru (*Amaranthus palmeri*) e pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (HEAP, 2019).

Além dos casos de resistência a herbicidas, outro entrave no manejo de plantas daninhas são as plantas tolerantes a herbicidas. Nesse caso, a tolerância encontra-se associada com a capacidade inata de uma espécie em suportar aplicações de

herbicidas nas dosagens recomendadas sem alterações marcantes em seu crescimento e desenvolvimento (OLIVEIRA et al., 2011). Atualmente, no Brasil, as espécies erva-queente (*Spermacoce latifolia*), apaga-fogo (*Spermacoce verticillata*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), poaia (*Richardia brasiliensis*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), corda-de-viola (*Ipomea grandifolia e Ipomoea nil*), erva-touro (*Tridax procumbens*) dentre outras, são consideradas tolerantes ao herbicida glifosato e de difícil controle (MONQUERO et al., 2004; GALON et al., 2013, FADIN et al., 2018).

O manejo de plantas daninhas é ainda mais complexo quando numa mesma área há infestação de plantas daninhas monocotiledôneas (folha estreitas) e eudicotiledôneas (folhas largas) resistentes e/ou tolerantes a herbicidas, ou ainda, plantas em diferentes estádios fenológicos. Nesses casos, há necessidade do uso de herbicidas de diferentes mecanismos de ação utilizados em mistura ou sequencial para controle um efetivo (TREZZI et al., 2007; ZOBIOLE et al., 2016).

2 | MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO BRASIL

A escolha dos herbicidas utilizados em mistura ou sequencial devem estar alinhados com as espécies presentes, estágio fenológico e tolerância/resistência das plantas a herbicidas.

2.1 Quanto às espécies presentes e à tolerância/resistência das plantas a herbicidas

Uma das práticas mais importantes no controle de plantas daninhas é a dessecação de áreas. O herbicida mais utilizado na dessecação é o glifosato, um herbicida sistêmico e não seletivo e de amplo espectro (DUKE e POWLES, 2008). No entanto, diversas espécies são tolerantes e/ou resistentes ao glifosato, sendo necessário a associação desse herbicida com outros de diferentes mecanismos de ação para obtenção de sucesso na dessecação, tais como: herbicidas mimetizadores de auxinas (2,4-D, dicamba, tricoplyr, entre outros), inibidores da acetolactato sintase - ALS (clorimuron, cloransulam, entre outros), inibidores da protoporfirinogênio Oxidase - PROTOX (fomesafem, saflufenacil, entre outros), inibidores da acetil-CoA carboxilase - ACCase (cletodim, haloxifope, entre outros), inibidores do fotossistema I - FSI (paraquat e diquat), inibidores do fotossistema II - FSII (diuron) e inibidores da glutamina sintetase - GS (glufosinato).

Além disso, outro agravante é a presença de plantas monocotiledôneas e eudicotiledôneas de difícil controle simultaneamente nas áreas de produção. Para infestações de monocotiledôneas resistentes ao glifosato, como capim-amargoso, pé-de-galinha ou azevém, o controle baseia-se, principalmente, nos herbicidas inibidores da enzima ACCase - gramínicidas (MELO et al., 2012; GEMELLI et al., 2012; CARPEJANI et al., 2013; ULGUIM al., 2013; MARIANI et al., 2016). Para espécies

eudicotiledôneas de difícil controle, resistentes ou tolerantes ao glifosato, como erva-quente, trapoeraba, poaia, leiteiro, corda-de-viola e buva, bons resultados de controle são observados através do uso de herbicidas inibidores da enzima ALS e mimetizador de auxina (MOREIRA et al., 2007; TAKANO et al., 2013; BRESSANIN et al., 2014; BLAINSKI et al. 2015; SANTOS et al., 2015).

Portanto, diante de uma infestação de plantas daninhas de folhas largas e estreitas resistentes ou tolerantes ao glifosato, há necessidade de mistura de herbicidas para controle de ambas espécies. Contudo, é necessário compreender as interações entre os herbicidas em mistura para obtenção do controle esperado.

2.2 Quanto ao estágio fenológico das plantas daninhas

Nas áreas agrícolas, além da problemática de plantas resistentes e tolerantes a herbicidas, é comum encontrar infestações de plantas daninhas em diferentes estádios fenológicos, ambas situações dificultam o controle e, muitas vezes, exigem aplicação sequencial ou mistura de herbicidas com diferentes mecanismos de ação.

O controle químico das plantas daninhas é diretamente dependente do estágio de desenvolvimento das mesmas. Osipe et al., (2017) constatou que a adição de 2,4-D ou dicamba ao glifosato é necessário para controle de plantas tolerantes ou resistentes (trapoeraba, poaia, corda-de-viola e buva) ao glifosato, principalmente quando estas plantas estão em estágio de desenvolvimento avançado.

O controle de plantas de buva em estágio avançado, só é possível mediante a aplicação sequencial ou mistura (MOREIRA et al., 2010). Assim, como plantas o capim-amargoso em estágio de pleno florescimento, onde uma única aplicação de gramínicida (haloxifope, clethodim, quizalofope, fluazifope, dentre outros) não é eficaz, sendo crucial aplicações sequenciais para promover o controle adequado da espécie (CORREIA et al.; 2009; ZOBIOLE et al., 2016).

O mesmo se aplica no controle de capim pédegalinha. O controle do pé-degalinha com glifosato varia em função de estágio fenológico. Plantas que receberam a aplicação de glifosato no estágio de duas folhas obtiveram 100% de controle, enquanto que nos estádios mais avançados houve redução de controle (ULGUIM et al., 2013). Quanto mais avançado o estágio de desenvolvimento do capim pédegalinha, menor a sensibilidade ao glifosato havendo a necessidade do uso de outros herbicidas em sequencial ou mistura.

O uso de herbicidas em mistura ou sequencial apresenta o intuito de aumentar a eficiência dos produtos em comparação à sua utilização isolada. Contudo, alguns agrotóxicos combinados em mistura podem ocasionar ineficiência no controle das plantas daninhas, seja por efeitos físico-químicos indesejáveis seja por efeitos biológicos adversos (FERREIRA et al. 1995; BURKE et al., 2003; BARNES & OLIVER, 2004; HAN et al., 2013; PETERSON et al., 2016).

3 | MISTURA DE HERBICIDAS

A mistura de agrotóxicos baseia-se na utilização simultânea de dois ou mais produtos, misturados em tanque, aplicados sobre a mesma área ou cultura. A regularização da mistura de tanque ocorreu através da Instrução Normativa nº 40 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, em 11 de outubro de 2018, sendo a partir de então uma prática prescrita em receita agrônômica pelo profissional habilitado. Apesar de ter sido recentemente regulamentada, estudos demonstram que a mistura de agrotóxicos no tanque do pulverizador é uma prática usualmente empregada nos mais diversos sistemas de produção agrícola do Brasil, representado 97% dos casos analisados (GAZZIERO, 2015). As misturas podem apresentar vantagens em comparação à aplicação de um único composto devido ao aumento da eficiência contra os organismos alvo e à diminuição das quantidades aplicadas, além da redução de custos (GUIMARÃES et al., 2014; GAZZIERO, 2015).

Além do uso de misturas em tanque, a aplicação de herbicidas na modalidade sequencial vem se mostrando uma alternativa interessante para o controle de plantas daninhas. Essa prática corresponde à realização de mais de uma aplicação em intervalos de tempo determinados. Tanto a mistura de tanque quanto a aplicação em sequencial apresentam o intuito de aumentar a eficiência do produto em comparação à sua utilização isolada, sendo a combinação de produtos de diferentes mecanismos de ação uma solução viável para problemas com as espécies resistentes (DAMALAS et al., 2004).

Contudo, interações entre agrotóxicos podem ocorrer antes, durante ou após a aplicação. Esses podem interagir física ou quimicamente na solução de pulverização (calda) ou biologicamente na planta (ZHANG et al., 1995). Essas interações podem gerar incompatibilidade na calda e/ou efeito sinérgico, aditivo ou antagônico na planta em relação ao efeito de cada herbicida utilizado isoladamente (COLBY, 1967).

4 | INCOMPATIBILIDADE FÍSICO-QUÍMICA EM CALDA

Pesquisas com instituições e profissionais envolvidos na produção agrícola brasileira demonstram que os principais problemas associados à incompatibilidade físico-química de agrotóxicos e afins são referentes a dificuldade em dissolver os produtos misturados, excesso de formação de espuma, formação de precipitados no tanque (GAZZIERO, 2015) e separação de fases em geral (SILVA et al., 2007). Essas consequências são decorrentes das interações físico-química entre os ingredientes aditivos dos diferentes produtos, bem como os ingredientes inertes da formulação (PETTER et al., 2013). A incompatibilidade física pode levar ao entupimento dos bicos e filtros e, conseqüentemente, perda da eficácia do produto e dificuldades durante a aplicação (GAZZIERO, 2015).

Considera-se que, principalmente, fatores como pH e dureza da água encontram-

se frequentemente associados aos problemas de incompatibilidade entre produtos na ocasião do preparo da calda (QUEIROZ et al., 2008). O pH da água quando elevado, por exemplo, pode acelerar a degradação das moléculas por hidrólise alcalina (KISSMANN, 1997); enquanto altos índices de dureza da água podem favorecer reações entre os ingredientes ativos e inertes dos agrotóxicos com os íons livres em solução, como Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} e Al^{3+} (STUMM & MORGAN, 1996).

Assim como a mistura entre agrotóxicos, a adição de adjuvantes à calda também pode ocasionar problemas de compatibilidade físico-química, redução da eficiência dos produtos (QUEIROZ et al., 2008), bem como casos de fitotoxicidade e eliminação da seletividade para algumas culturas (BOLLER et al., 2007). Geralmente, os adjuvantes são recomendados para o preparo da calda de diversos agrotóxicos, visando, principalmente, facilitar a penetração/absorção do ingrediente ativo pelas cutículas das folhas (ZIMDAHL, 2018). No entanto, sua utilização não deve ocorrer de forma indiscriminada, sendo necessária a avaliação para cada caso de forma a evitar efeitos indesejáveis, da mesma maneira que ocorre para a mistura entre agrotóxicos.

Dessa forma, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2014) elaborou a denominada NBR 13875:2014, especificando a metodologia para avaliação da compatibilidade físico-química de produtos agrotóxicos e afins em calda de aplicação em campo. O procedimento é dividido em técnica estática e dinâmica, sendo realizadas avaliações visuais em tempos pré-estabelecidos de forma a avaliar a homogeneidade dos sistemas (ABNT, 2014).

Ressalta-se que a sequência de adição dos produtos à calda também é importante para avaliação da compatibilidade físico-química de agrotóxicos e afins e, conseqüentemente, evitar efeitos indesejáveis que prejudiquem a eficiência dos produtos (MARIANO & OSTROWSKI, 2007). A recomendação para o preparo da calda deve preconizar o tipo de formulação dos produtos, de forma a incluir inicialmente os produtos sólidos (grânulos dispersíveis e pós molháveis); e posteriormente, as formulações líquidas, obedecendo a sequência de adjuvantes de compatibilidade, suspensões concentradas, suspo-emulsões, emulsão óleo em água, concentrados emulsionáveis, soluções concentradas e adjuvantes (óleos, molhantes e outros) (SYGENTA, 2019). Estas informações não dispensam seguir as recomendações e limitações contidas em bulas quanto ao uso de agrotóxicos em mistura, a fim de evitar incompatibilidades. Além disso, recomenda-se uma pré-mistura para verificar reações indesejáveis (GAZZIERO, 2015).

A verificação prévia da compatibilidade físico-química dos agrotóxicos e afins nas condições específicas de aplicação, denominada “teste de jarra”, auxilia a garantir a eficiência da aplicação dos produtos, no sentido de avaliar o surgimento de reações físico-químicas indesejáveis entre produtos e/ou água no tanque (AENDA, 2019). O “Teste da Jarra” consiste em adicionar em um recipiente com água os produtos a serem pretensamente misturados, numa ordem de acordo com o tipo de formulação, deixar em repouso por 2 horas e verificar se há incompatibilidades físicas (AENDA,

2019; FIGURA 1). Caso isso ocorra, deve-se buscar meios de substituir os produtos incompatíveis ou realizar a aplicação de forma isolada. No entanto, vale destacar que, nesses casos, incompatibilidades biológicas não são reveladas por esses testes.

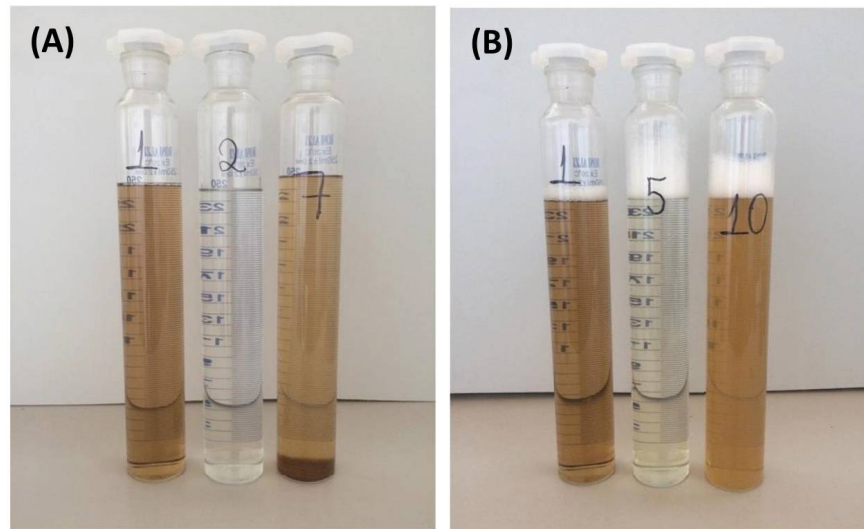


Figura 1. Análise visual de compatibilidade físico-química de misturas de herbicidas em laboratório. Figura A representa formação de precipitado e figura B formação de espuma. Seropédica, RJ. Fonte: PDPA/UFRRJ

5 | INTERAÇÃO ENTRE HERBICIDAS: EFEITO SINÉRGICO, ADITIVO OU ANTAGÔNICO

Além das preocupações relacionadas aos efeitos da incompatibilidade físico-química de mistura de agrotóxicos em tanques, outro entrave corresponde à interação desses produtos biologicamente na planta.

A interação ideal entre herbicidas seria aquela que exibe atividade aprimorada em espécies alvo de plantas daninhas e seletividade para culturas de interesse (DAMALAS et al., 2004). No entanto, esse cenário é de difícil previsão, uma vez que o comportamento de cada herbicida na mistura é muitas vezes influenciado pela presença de outro produto e até mesmo pelas características da água (STUMM; MORGAN, 1996; QUEIROZ et al., 2008), além do que a atividade da mistura também pode variar consideravelmente dependendo das espécies de plantas, do estágio fenológico e das condições ambientais (BARNES & OLIVER, 2004; VIDAL et al., 2010; BETHKE et al., 2013; UNDERWOOD et al., 2016; TREZZI et al., 2016).

A resposta da mistura de herbicidas pode ter efeito antagônico, sinérgico ou aditivo. Quando o efeito da mistura é superior ao da aplicação dos produtos individualmente, ou seja, um produto melhora a eficácia do outro, a mistura é considerada sinérgica; quando o efeito da aplicação da mistura é inferior ao da aplicação dos produtos individualmente, ou seja, um produto piora a eficácia do outro, o efeito é antagônico;

quando o efeito da aplicação da mistura é semelhante ao da aplicação dos produtos individualmente a mistura é denominada aditiva (COLBY, 1967).

Interações antagônicas entre herbicidas frequentemente causam ineficiência no controle de plantas daninhas. As interações negativas entre herbicidas em mistura podem ser atribuídas a alterações na quantidade de um herbicida que atinge seu sítio de ação através de mudanças na absorção, translocação ou metabolismo causadas pela presença do outro herbicida (MUELLER et al., 1990; BARNES & OLIVER, 2004; MATZENBACHER et al., 2015). Cerca de 80% das interações antagônicas ocorrem em espécies da família Poaceae (gramíneas) (ZHANG et al., 1995; DAMALAS et al., 2004).

Os herbicidas de contato (glufosinato, paraquat, dentre outros) destroem rapidamente tecidos foliares e prejudicam a absorção e translocação de herbicidas sistêmicos como glifosato (BETHKE et al., 2013). Isso faz com que seja comum o efeito antagônico entre esses herbicidas em mistura no controle de diversas plantas daninhas (Tabela 1). O mesmo efeito é observado para em alguns herbicidas inibidores da PROTOX quando em mistura com glifosato (Tabela 1), contudo para algumas espécies de plantas daninhas o efeito antagônico não é observado (Tabela 2) (EUBANK et al., 2013), salientando que a interação entre herbicidas é dependente da espécie, herbicida e dose.

Geralmente, efeitos antagônicos ocorrem principalmente quando o graminicida é aplicado juntamente ou após os herbicidas latifolicidas (TREZZI et al., 2007). Podendo o efeito ser contornado por intervalos entre aplicações (MATZENBACHER et al., 2015). Como observado pelo Grupo de Pesquisa Plantas Daninhas e Pesticidas no Ambiente - PDPA/UFRRJ, há existência de efeito antagônico no controle de capim-amargoso quando o herbicida 2,4-D ou cloransulam (herbicidas latifolicidas) são aplicados juntos ou antes do herbicida haloxifope-p-metilico (graminicida). Contudo, a aplicação em sequencial de haloxifope-p-metilico seguida do latifolicida (2,4-D ou cloransulam), com intervalo mínimo de seis dias entre aplicações, apresentou interação aditiva no controle de capim-amargoso, anulando o efeito antagônico observado anteriormente (PINHO et al., 2017; LEAL et al., 2018).

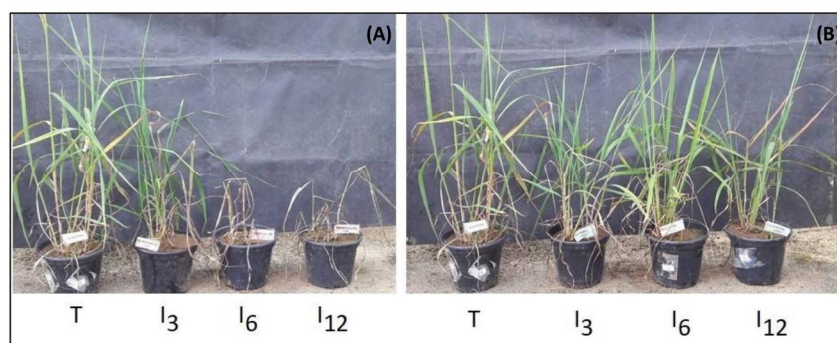


Figura 2. Vista frontal das plantas de capim-amargoso no estágio de 3-4 perfilhos aos 35 dias após a aplicação dos tratamentos, submetidas aos sequenciais dos herbicida haloxifope-

p-metílico seguido do herbicida latifolicida (A) e latifolicida seguido do haloxifope (B) com intervalos de 3, 6 e 12 dias entre as aplicações (I3, I6 e I12). Seropédica, RJ. Fonte: PDPA/UFRRJ

Já o efeito sinérgico pode auxiliar o manejo de plantas daninhas, aumentando o espectro de controle e reduzindo custos. O sinergismo pode ser frequentemente atribuído ao aumento da absorção e/ou translocação, ou à redução na taxa de metabolismo. Na maioria das vezes, o sinergismo ocorre devido à ação dos constituintes da formulação de um herbicida sobre o outro (ZHANG et al., 1995; DALAMAS, 2004).

O efeito antagônico (Tabela 1) ou sinérgico (Tabela 2) dependerá da espécie vegetal e dos herbicidas utilizados, por isso pesquisas são indispensáveis.

Interações Antagônicas		
Espécie	Herbicidas	Citação
Azevém (<i>Lolium</i> spp.)	clodinafope + 2,4-D	Han et al, 2013 Trezzi et al., 2007 Vidal et al., 2010
	clodinafope + metsulfurom-metílico	
	diclofope-metílico+2,4-D	
	glifosato + clomazone	
	imazetapir + clomazone	
Apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>)	saflufenacil +clomazone	Trezzi et al., 2016
Capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>)	2,4-D + haloxifope-p-metílico	Leal et al., 2018 Pereira et al., 2018 Pinho et al., 2017
	2,4-D + cloransulam-metílico	
Capim-arroz (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	fenoxaprope +imazetapir +imazapique	Matzenbacher et al., 2015 Matzenbacher et al., 2015
	fenoxaprope + bispiribaque	
Capim-colchão (<i>Digitaria sanguinalis</i>)	2,4-D +quizalofope-p-etílico	Abit et al., 2011
Carrapicho (<i>Acanthospermum hispidum</i>)	2,4-D + fluazifop-P-butilo	Liu et al., 2017
Caruru (<i>Amaranthus hybridus</i>) Corda-de-viola (<i>Ipomoea nil</i>)	glifosato + clomazone	Vidal et al., 2010
Ançarinha (<i>Chenopodium album</i>) Juta -da-china (<i>Abutilon Theophrasti</i>) Rabo-de-raposa (<i>Setaria fosbergii</i>)	glifosato + glufosinato de amônio	Bethke et al.,2013
Leiteiro (<i>Euphorbia heterophylla</i>)	clomazone + lactofen	Vidal et al., 2010
	glifosato + imazetapir	
	glifosato + imazetapir +clomazone	

Milho voluntário (<i>Zea mays</i>)	dicamba +cletodim dicamba +quizalofope	Underwood et al., 2016
Pastinho-de-inverno (<i>Poa annua</i>)	cloransulam-metílico + herbicidas do grupo ariloxifenoxipropionato (fluozifope-p-butílico, quizalofope-p-etílico e fluazifope-p-butílico + fenaxaprope-etílico)	Barnes & Oliver, 2004
Pé-de-galinha (<i>Eleusine indica</i>)	cletodim + imazapique glifosato + glufosinato de amônio glifosato+ sulfentrazone glufosinato+cletodim	Burke et al., 2003 Burke et al., 2005 Chuah et al., 2008 Vidal et al., 2016
Rabo-de-raposa (<i>Setaria glauca</i>)	fluazifop +cloransulam	Barnes e Oliver, 2004
Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	glifosato+ simazine + atrazine	Vidal et al., 2003
Quebra-pedra (<i>Phyllanthus tenellus</i>)	glifosato+diquat	Wehtje et al., 2008

Tabela 1. Contextualização das interações antagônicas entre herbicidas presentes em publicações nacionais e internacionais.

Interações Sinérgicas		
Espécie	Herbicidas	Citações
Apaga-fogo (<i>Alternanthera tenella</i>)	saflufenacil + paraquat saflufenacil + metribuzin	Trezzi et al., 2016
Buva (<i>Conyza spp.</i>)	cloransulam+haloxifope glifosato+ clorimurom glifosato+dicamba haloxifope+2,4-D saflufenacil + glifosato	Bressanin et al., 2014 Byker et al., 2013 Kruse et al., 2015 Leal et al., 2018
Capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>)	glifosato + cletodim glifosato + cletodim + s-metolachlor glifosato + fenoxaprope-+cletodim glifosato + fluazifope glifosato + haloxifope glifosato + imazetapir glifosato + setoxidim glifosato + tepraloxidim	Carpejani et al., 2013 Melo et al., 2012 Pereira et al., 2018
Capim-arroz (<i>Echinochloa crus-galli</i> e <i>Echinochloa colona</i>)	fenoxaprope-etílico + etoxissulfurom	Bhullar et al., 2016
Caruru (<i>Amaranthus palmeri</i>)	quizalofope-p-etílico + 2,4-D	Abit et al., 2011

Caruru (<i>Amarantus hybridus</i>)	2,4-D+ fluazifope 2,4-D+haloxifop	Grichar et al., 1987
Ambrosia (<i>Ambrosia trifida</i>) Ançarinha (<i>Chenopodium álbum</i>) Buva (<i>Conyza</i> sp.) Caruru (<i>Amaranthus rudis</i>) Corda-de-viola (<i>Ipomoea nil</i>) Juta-da-China (<i>Abutilon heophrasti</i>) Poaia branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) Rabo-de-raposa (<i>Setaria faberi</i>) Trapoeiraba (<i>Commelina benghalensis</i>)	glifosato + 2,4-D	Robinson et al., 2012 Osipe et al., 2017
Buva (<i>Conyza</i> sp.) Corda-de-viola (<i>Ipomoea nil</i>) Poaia branca (<i>Richardia brasiliensis</i>) Trapoeiraba (<i>Commelina benghalensis</i>)	glifosato + dicamba	Osipe et al., 2017
Malva (<i>Malva parviflora</i>)	Glifosato+ fluoroxipir	Chorbadjian et a., 2002

Tabela 2. Contextualização das interações sinérgicas entre herbicidas presentes em publicações nacionais e internacionais.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos fatores devem ser considerados para realização do controle químico eficiente das plantas daninhas, tanto em relação ao preparo da calda e realização de misturas em tanque, quanto em relação ao tipo de infestação. A mistura de herbicidas e afins em tanque apresenta-se como uma alternativa viável quando realiza efeitos sinérgicos ou aditivos no controle de plantas daninhas, principalmente, nos casos de áreas com gramíneas e folhas largas, resistentes ou tolerantes a herbicidas e em estágio de desenvolvimento mais avançado. No entanto, análises prévias devem indicar a compatibilidade físico-química desses produtos na mistura, a fim de evitar problemas decorrentes de formação de espuma e precipitados, bem como separação de fases no tanque.

REFERÊNCIAS

ABIT, M. J. M.; AL-KHATIB, K.; OLSON, B. L.; STAHLMAN, P. W.; GEIER, P. W.; THOMPSON, C. R.; CURRIE, R. S.; BEAN, B. W. **Efficacy of postemergence herbicides tankmixes in aryloxyphenoxypropionate-resistant grain sorghum.** Crop Protection, v.30, p. 1623-1628, 2011.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13875. Agrotóxicos e afins - Avaliação de compatibilidade físico-química.** Rio de Janeiro, 12p., 2014.

ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D.; SILVA, A.F.; AGOSTINETTO, Dirceu. **Impacto econômico da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2017 (Circular Técnica).

AENDA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DEFENSIVOS GENÉRICOS. **Técnica e Controle das Misturas.** Disponível em: http://www.aenda.org.br/artigos_post/tecnica-e-controle-das-misturas. Acesso em: 01 de fevereiro de 2019.

BARNES, J. W.; OLIVER, L.R. **Cloransulam-metilico antagonizes annual grass control with aryloxyphenoxypropionate graminicides but not cyclohexanediones.** *Weed Technology*, v. 18, n. 3, p. 763-772, 2004.

BETHKE, R. K.; MOLIN, W. T.; SPRAGUE, C.; PENNER, D. **Evaluation of the interaction between glyphosate and glufosinate.** *Weed Science*, v.61, n.1, p.41-47, 2013.

BHULLAR, M. S.; KUMAR, S.; KAUR, S.; KAUR, T.; SINGH, J.; YADAV, R.; CHAUHAN, B. S.; GILL, G. **Management of complex weed flora in dry-seeded rice.** *Crop Protection*. V.83, p.20-26, 2016.

BLAINSKI, É.; MACIEL, C.; ZOBIOLE, L.; RUBIN, R.; SILVA, A.; KARPINSKI, R.; HELVIG, E. **Eficiência do cloransulam-metilico no controle em pós-emergência de *Conyza bonariensis* na cultura da soja RR®.** *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 14, n. 3, p. 235-242, 2015.

BOLLER, W.; FORCELINI, L. A.; HOFFMANN, L. L. **Tecnologia de aplicação de fungicidas – Parte I.** In: LUZ, W. C.; FERNANDES J. M.; PRESTES, A. M.; PICININI, E. C. (Org.). *Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo*, v.15, p.243-276, 2007.

BRESSANIN, F.; JAYME NETO, N.; MARTINS, J.; MARTINS, J. ALVES, P. **Controle de biótipos resistentes de *Conyza bonariensis* com glyphosate + clorimuron-etílico em função do estágio de desenvolvimento.** *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 13, n. 1, p. 68-72, 2014.

BURKE, I. C.; & WILCUT, J. W. **Physiological basis for antagonism of clethodim by imazapic on goosegrass (*Eleusine indica* (L.) Gaertn.** *Pestic Biochem Physiol* v.76, p.37–45, 2003.

BURKE, I. C.; ASKEW, S. D.; CORBETT, J. L.; WILCUT J. W. **Glufosinate antagonizes clethodim control of goosegrass (*Eleusine indica*).** *Weed Technology*, v.19. p.664–668, 2005.

BYKER, H. P.; SOLTANI, N.; ROBINSON, D. E.; TARDIF, F. J.; LAWTON, M. B.; SIKKEMA, P. H. **Control of glyphosate-resistant horseweed (*Conyza canadensis*) with dicamba applied preplant and postemergence in dicamba-resistant soybean.** *Weed Technology*, v.27, p.92-6, 2013.

CARPEJANI, M. da S.; OLIVEIRA JR, R. S. **Manejo químico de capim-amargoso resistente a glyphosate na pré-semeadura da soja.** *Campo Digital*, v. 8, n. 1, 2013

CHORBADJIAN, R.; KOGAN, M. **Interaction between glyphosate and fluroxypyr improve mallow control.** *Crop Protection*, v. 21, n. 8, p. 689-692, 2002.\

CHUAH, T. S.; TEH, H. H.; CHA, T. S.; ISMAIL, B. S. **Antagonism of glufosinate ammonium activity caused by glyphosate in the tank mixtures used for control of goosegrass (*Eleusine indica* Gaertn.).** *Plant Protection Quarterly*, v.23, n.3, 2008.

COLBY, S. R. **Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combinations.** *Weed Science*, v. 15, n.1, p. 20-22, 1967.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. **Manejo químico de plantas adultas de *Digitaria insularis* (L.) Fedde com glyphosate isolado e em mistura com chlorimuronethyl ou quizalofop-p-tefuril em área de plantio direto.** *Bragantia*. p.689-697, 2009.

DAMALAS, C. A. **Review Herbicide Tank Mixtures: Common Interactions.** *International Journal of Agriculture and Biology*, v. 6, n. 1, 2004.

DUKE, S. O.; POWLES, S. B. **Glyphosate: a once-in-a-century herbicide.** *Pest management science*, v. 64, n. 4, p. 319-325, 2008.

EUBANK, T. W., NANDULA, V. K., POSTON, D. H., & SHAW, D. R. **Multiple resistance of horseweed to glyphosate and paraquat and its control with paraquat and metribuzin combinations.** *Agronomy*, v. 2, n. 4, p. 358-370, 2012.

FADIN, D. A.; TORNISIELO, V. L.; BARROSO, A. A. M.; RAMOS, S.; DOS REIS, F. C.; MONQUERO, P. A. **Absorption and translocation of glyphosate in *Spermacoce verticillata* and alternative herbicide control.** *Weed Research*, v.58, n.5, p.389-396, 2018.

FERREIRA, KL; BURTON, JD; COBLE, HD **Base fisiológica para o antagonismo do fluazifop-P por DPXPE350.** *Weed Science.*, V. 43, n. 2, p. 184-191, 1995.

GALON, L.; FERREIRA, E. A.; ASPIAZÚ, I.; CONCENÇO, G.; SILVA, A.F.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. **Glyphosate translocation in herbicide tolerant plants.** *Planta Daninha*, v.31, n.1, p.193-201, 2013.
GAZZIERO, D. L. P. **Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil.** *Planta Daninha*, v. 33. 2015.

GAZZIERO, D.L.P. et al. **Interferência da buva em áreas cultivadas com soja.** In: XXVII Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas. Ribeirão Preto, SP. Anais.. p.1555-1558, 2010.

GEMELLI, A.; OLIVEIRA JUNIOR, R.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.; JUMES, T.; OLIVEIRA NETO, A.; DAN, H.; BIFFE, D. **Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate e implicações para seu controle.** *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.11, n.2, p.231-240, 2012.

GRICHAR, W. J.; BOSWELL, T. E. **Herbicide combinations in peanut (*Arachis hypogaea*).** *Weed Technology*, p.290-293, 1987.

GUIMARÃES, G. L. **Principais fatores comerciais condicionantes da disponibilidade de produtos isolados e em misturas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29., 2014, Gramado. Palestra... Gramado: 2014.

HAN, H.; YU, Q.; CAWTHRAY, G. R.; POWLES, S. B. **Enhanced herbicide metabolism induced by 2,4-D in herbicide susceptible *Lolium rigidum* provides protection against diclofopmethyl.** *Pest Manag Sci*. p.996–1000, 2013.

HEAP I. 2019. **International survey of herbicide resistant weeds** [online]. <http://www.weedscience.org> (10 Jan 2019)

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de produtos agrotóxicos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Palestras e mesas redondas. Viçosa: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p. 61-77.

KRUSE, N. D.; MACHADO, S. L. O.; BALBINOT, A. **Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva.** *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, p. 249-256, 2015.

LIU, Z.; LI, P.; SUN, X., ZHOU, F.; YANG, C. **Fluazifop-P-butyl induced ROS generation with IAA (indole-3-acetic acid) oxidation in *Acanthospermum hispidum* D.C.** *Pesticide Biochemistry and Physiology*. v.143, p.312-318, 2017.

MARIANI, F.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; FRAGA, D. S.; SANTOS, F. M. D.; PIESANTI, S. R. **Resistência de biótipos de azevém ao herbicida iodosulfurom-metílico sódio e herbicidas alternativos para o controle.** Revista de la Facultad de Agronomía, p.115, 2016.

MARIANO, J.; OSTROWISKI, A. C. **Adição de produtos fitossanitários à calda de pulverização.** Coamo, 2007.

MATZENBACHER, F. O., KALSING, A., DALAZEN, G., MARKUS, C., & MEROTTO JR, A. **Antagonism is the predominant effect of herbicide mixtures used for imidazolinone-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) control.** Planta Daninha, p 587-597, 2015.

MELO, M.; ROSA, L.; BRUNHARO, C.; NICOLAI, M.; & CHRISTOFFOLETI, P. **Alternativas para o controle químico de capim-amargoso (*Digitaria insularis*) resistente ao glyphosate.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 11, n. 2, p. 195-203, 2012.

MONQUERO P.A.; CHRISTOFFOLETI P. J. OSUNA M. D.; DE PRADO R. A. **Absorption, translocation and metabolism of glyphosate by plants tolerant and susceptible to this herbicide.** Planta Daninha, v.22, p.445-451, 2004.

MOREIRA, M. S.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, O. J. **Resistência de *Conyza canadensis* E *C. bonariensis* ao herbicida.** Planta Daninha, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

RA, M.; MELO, M.; CARVALHO, S.; NICOLAI, M.; CRHISTOFFOLETI, P. **Alternative herbicides to control glyphosate-resistant biotypes of *Conyza bonariensis* and *Conyza canadensis*.** Planta Daninha, v.28, p.167-175, 2010.

MUELLER, T. C.; BARRETT, M.; WITT, W. W. **A basis for the antagonistic effect of 2,4-D on haloxyfop-methyl toxicity to johnsongrass (*Sorghum halepense*).** Weed Science, v. 38, p.103-107, 1990.

LEAL, J. F. L.; SOUZA, A. S. ; OLIVEIRA, G. F. P. B. ; RIBEIRO, S. R. S. ; CARVALHO, G. S. ; BORELLA, J. ; PINHO, C. F. **Interação entre os herbicidas cloransulam-metílico e haloxyfop-p-metílico no controle de buva.** In: XXXI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 2018, RIO DE JANEIRO. DESAFIOS E SUSTENTABILIDADE NO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS, 2018.

OLIVEIRA JR, R. S.; INOUE, M. H. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas.** Biologia e manejo de plantas daninhas, p.243, 2011.

OLIVEIRA JR, R. S.; INOUE, M. H. **Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas.** Biologia e manejo de plantas daninhas, p. 243, 2011.

OSIPE, J. B.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; TAKANO, H. K.; BIFFE, D. F. **Spectrum of weed control with 2,4-d and dicamba herbicides associated to glyphosate or not.** Planta Daninha, v.35, e017160815. Epub 04 de setembro, 2017.

VPINHO, C. F. ; LEAL, J. F. L. ; SOUZA, A. S. ; RIBEIRO, S. R. S. ; OLIVEIRA, G. F. P. B. ; ARAUJO, A. L. S. ; CARVALHO, J. A. ; PEREIRA, C. V. L. . **Antagonism of herbicides with different mode of action for the management of *Digitaria insularis*.** In: The 26th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, 2017, Kyoto- Japan. Weed science for people, agriculture, and nature, 2017.

PEREIRA, G. R., ZOBIOLE, L. H. S., & ROSSI, C. V. S. **Resposta no controle de capim-amargoso a mistura de tanque de glyphosate e haloxyfop com auxinas sintéticas.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 17, n. 2, p. 606-1-7, 2018.

PETERSON, M. A; MCMASTER, S. A; RIECHERS, D. E; SKELTON, J. & STAHLMAN, P. W. **2, 4-D passado, presente e futuro: uma revisão.** Weed Technology , p. 303-345, 2016.

- PETTER, F. A.; SEGATE, D.; ALMEIDA, F. A.; NETO, F. A.; PACHECO, L. P. **Incompatibilidade física de misturas entre inseticidas e fungicidas.** *Comunicata Scientiae*, v.4, n.2. p. 129-138, 2013.
- PITELLI, R. A. **Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas.** IPEF. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, v. v.4, p. 1-24, 1987.
- QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J. A. S.; CUNHA, J. P. A. R. **Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos.** *Bioscience Journal*, v.24, n.4, p.8-19, 2008.
- ROBINSON, A. P.; SIMPSON, D. M.; JOHNSON, W. G. **Summer annual weed control with 2,4-D and glyphosate.** *Weed Technology*, v.26, n.4, p.657-660, 2012.
- SANTOS, F. M.; VARGAS, L.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; MARTIN, T. N.; MARIANI, F.; SILVA, D. R. O. **Herbicidas alternativos para o controle de *Conyza sumatrensis* (Retz.) E. H. Walker** resistentes aos inibidores da ALS e EPSPs. *Ceres*, v. 62, n. 6, p. 531-538, 2015.
- SILVA, J. F. et al. **Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas.** In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.
- STUMM, W.; MORGAN, J. J. **Aquatic chemistry: chemical equilibria and rates in natural waters.** 3. ed. New York: J. Wiley, 1996. 1022 p.
- SYNGENTA. **Ordem de mistura de produtos.** Disponível em: <https://www.syngenta.pt/produtos/ordem-de-mistura-de-produtos>. Acesso em 01 de fevereiro de 2019.
- TAKANO H. K. et al. **Efeito da adição do 2, 4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle.** *Revista Brasileira de Herbicidas* . v.12, p.1-3, 2013.
- TREZZI, M. M., VIDAL, R. A., PATEL, F., MIOTTO JR, E., DEBASTIANI, F., BALBINOT JR, A. A., & MOSQUEN, R. **Impact of *Conyza bonariensis* density and establishment period on soybean grain yield, yield components and economic threshold.** *Weed research*, 55(1), 34-41, 2015
- TREZZI, M. M.; DIESEL, F.; KRUSE, N. D.; XAVIER, E.; PAZUCH, D.; PAGNONCELLI JR., F.; BATISTEL, S. C. **Interactions of saflufenacil with other herbicides promoters of oxidative stress to control joyweed.** *Planta Daninha*, v.34, p.319-26, 2016.
- TREZZI, M.M.; MATTEI, D.; VIDAL, R.A.; KRUSE, N.D.; GUSTMAN, M.S.; VIOLA, R.; MACHADO, A.; SILVA, H.L. **Antagonismo das associações de clodinafop-propargyl com metsulfuron-methyl e 2,4-D no controle de azevém (*Lolium multiflorum*).** *Planta daninha*. v. 25, n. 4, p. 839-847, 2007.
- ULGUIM, A. R.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; MAGRO, T. D.; WESTENDORFF, N. R.; HOLZ, M. T. **Manejo de capim pé-de-galinha em lavouras de soja transgênica resistente ao glifosato.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.48, n.1, p.17-24, 2013.
- UNDERWOOD, M.; SOLTANI, N.; HOOKER, D.; ROBINSON, D.; VINK, J.; SWANTON, C.; SIKKEMA, P. **The Addition of Dicamba to POST Applications of Quisalofop-p-ethyl or Clethodim Antagonizes Volunteer Glyphosate-Resistant Corn Control in Dicamba-Resistant Soybean.** *Weed Technology*. V. 30, p 639-647, 2016.
- VASCONCELOS, M. C. C.; SILVA, A. F. A.; LIMA, R. S. **Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas.** *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, Campina Grande-PB, v. 8, n.1, p. 01-06, 2012.
- VIDAL, R. A.; MACHRY, M.; HERNANDES, G. C.; FLECK, N. G. **Antagonismo na associação de glyphosate e triazinas.** *Planta Daninha*, v.21, n.2, p.301-306, 2003.

VIDAL, R. A.; QUEIROZ, A. D.; TREZZI, M. M.; KRUSE, N. D. **Association of glyphosate with other agrochemicals: the knowledge synthesis.** Revista Brasileira de Herbicidas, v.15, n.1, p.39-47, 2016.

VIDAL, R. A.; RAINERO, H. P.; KALSING, A.; TREZZI, M. M. **Prospección de las combinaciones de herbicidas para prevenir malezas tolerantes y resistentes al glifosato.** Planta Daninha, v.28, n.1, p.159-165, 2010.

WEHTJE, G.; ALTLAND, J. E.; GILLIAM, C. H. **Interaction of glyphosate and diquat in ready-to-use weed control products.** Weed Technology, v.22, n.3, p.472-476, 2008.

WSSA-Weed Science Society of America. **Resistance and tolerance definitions.** Weed Technol. 12:789, 1998.

ZHANG, J.; A.S. HAMILL; S.E. WEAVER. **Antagonism and synergism between herbicides: trends from previous studies.** Weed Technology, v. 9, p. 86–90, 1995.

ZIMDAHL, R. L. **Herbicide formulation.** Fundamentals of Weed Science. 5ed. Academic Press, p.501–509, 2018.

ZOBIOLE, L. H. S., KRENCHINSKI, F. H., ALBRECHT, A. J. P., PEREIRA, G., LUCIO, F. R., ROSSI, C., & DA SILVA RUBIN, R. **Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento.** Revista Brasileira de Herbicidas, v. 15, n. 2, p. 157-164, 2016.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-408-5



9 788572 474085