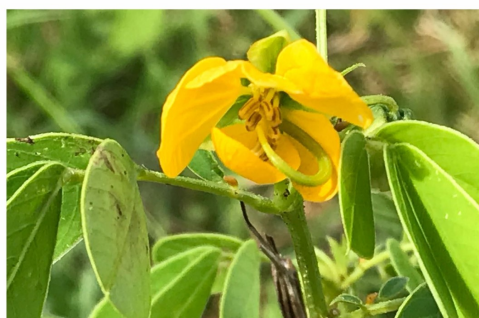




Estratégias de Manejo de Plantas Daninhas para Novas Fronteiras Agrícolas

*Organizadoras: Ana Carolina Dias Guimarães,
Miriam Hiroko Inoue e Fernanda Satie Ikeda*



Sociedade Brasileira da
Ciência das Plantas Daninhas
(Brazilian Weed Science Society)

UNEMAT
Universidade do Estado de Mato Grosso

UNEMAT
EDITORA

Ana Carolina Dias Guimarães

Miriam Hiroko Inoue

Fernanda Satie Ikeda

Organizadoras

**Estratégias de Manejo de Plantas Daninhas para Novas Fronteiras
Agrícolas**

**Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas
Universidade do Estado de Mato Grosso
2018**

Capa: *Rangel Gomes*

Editoração eletrônica: *Ana Carolina Dias Guimarães e Miriam Hiroko Inoue*

O conteúdo dos capítulos é de responsabilidade dos seus respectivos autores.

1ª edição

Versão eletrônica (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade do Estado de Mato Grosso

Walter Clayton de Oliveira CRB1/2049

	Estratégias de manejo de plantas daninhas.
632	Estratégias de manejo de plantas daninhas para novas
E82	fronteiras agrícolas / Guimarães, Ana Carolina Dias; Inoue, Miriam Hiroko; Ikeda, Fernanda Satie. (Org.); Curitiba, PR: Editora da SBCPD. Cáceres, MT: Editora da Unemat, 2018.
	125 p.
	E-book
	ISBN 978-85-98410-09-8 (Editora da SBCPD)
	ISBN 978-85-7911-191-4 (Editora da UNEMAT)
	Inclui bibliografia
	1. Plantas daninhas. 2. Agricultura. 3. Fronteiras Agrícolas.
	I. <u>Autor</u> . II. Título.

APRESENTAÇÃO

É com satisfação que apresentamos a publicação resultante das palestras apresentadas no **II Simpósio Nacional sobre Plantas Daninhas em Sistemas de Produção Tropical e V Simpósio Internacional Amazônico sobre Plantas Daninhas**, realizado na cidade de Alta Floresta/ MT, nos dias 28 e 29 de setembro de 2017. Este evento, inicialmente de caráter regional, vem se consolidando, como uma importante ferramenta de discussão sobre temas atuais na área de plantas daninhas, principalmente com o enfoque nos sistemas de produção tropical. Foram abordados durante o evento assuntos relacionados ao manejo e também estratégias alternativas relacionadas ao controle de plantas daninhas em diferentes sistemas como pastagem, integração lavoura-pecuária, integração lavoura-floresta, soja-milho e soja-algodão.

Com o tema “Estratégias de Manejo de Plantas Daninhas para Novas Fronteiras”, o evento contou com a participação de 370 pessoas, entre pesquisadores, estudantes, técnicos e representantes da indústria. Foram apresentados durante o evento 70 trabalhos, o que possibilitou a difusão do conhecimento da área de plantas daninhas no Brasil.

O evento foi uma realização da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD) e organizado pela UNEMAT, EMBRAPA, UFMT, SECITEC e IFMT.

Agradecemos a todas aquelas pessoas e instituições públicas e privadas que contribuíram para a realização deste evento.

**SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS
BIÊNIO 2016-2018**

Sobre os Autores

Acácio Gonçalves Netto: Engenheiro Agrônomo (IFSULDEMINAS - Campus Machado, 2015), Mestre em Fitotecnia (ESALQ/USP, 2017). Atualmente é Doutorando em Fitotecnia pela ESALQ/USP.

Adriane Weber Santos: Estudante de Graduação em Engenharia Agrônoma da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT – Alta Floresta). Atualmente participa de pesquisas na área de manejo de plantas daninhas sob orientação da Profª. Drª. Ana Carolina Dias Guimarães no Laboratório de Plantas Daninhas da Amazônia Meridional (LaPDAM).

Alcino Ladeira Neto: Engenheiro Agrônomo, Pesquisador do Departamento de Pastagens da Dow Agrosiences Industrial Ltda., Rod. SP 147, km 71,5 Mogi Mirim, SP, alladeirano@dow.com.

Alisson Augusto Barbieri Mota: Engenheiro Agrônomo e pesquisador na AgroEfetiva, graduado pela Faculdade Integrado de Campo Mourão (2008), possui doutorado em Agronomia (2015) pela Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP, com ênfase em misturas em tanque, espectro de gotas e avaliação de deriva. Foi pesquisador visitante na The Ohio State University, nos Estados Unidos em 2014.

Ana Carolina Dias Guimarães: Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Fitotecnia (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), 2006, 2009 e 2012, respectivamente), e Pós-Doutora (CENA/USP, 2014). Atualmente é Professora do Curso de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT (Alta Floresta, MT, desde 2014).

Carlos Mauricio Soares de Andrade: Engenheiro Agrônomo (Universidade Federal do Acre, 1996), Mestre e Doutor em Zootecnia (Universidade Federal de Viçosa, 2000 e 2004, respectivamente). Atualmente é pesquisador da área de Forragicultura e Pastagens da Embrapa Acre (Rio Branco, AC).

Fabiano Griesang: Bolsista CAPES/DAAD, realizando parte de sua pesquisa de doutoramento no Instituto Federal de Pesquisa (Julius Kuehn Institut) / Centro Federal de Pesquisa de Plantas Cultivadas - Braunschweig, Alemanha. Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bolsista CAPES, atuando na área de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), 2016. Bacharel em Agronomia pela Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECO), 2013.

Fernanda Satie Ikeda: Engenheira agrônoma formada pela UNESP/Botucatu com especialização em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e em Produção e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Fez mestrado em Ciências Agrárias, Área de Concentração em Produção Vegetal pela Universidade de Brasília (UnB) e

doutorado em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/US). Atualmente é pesquisadora de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas da Embrapa Agrossilvipastoril.

Fernando Kassis Carvalho: Engenheiro Agrônomo e pesquisador na AgroEfetiva, graduado pela Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel (2010), possui doutorado em Agronomia (2016) pela Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP, com ênfase em adjuvantes, formulações e espectro de gotas. Foi pesquisador visitante entre 2015 e 2016 na The University of Nebraska-Lincoln, nos Estados Unidos.

Luiz Fernando Ruy Sacchett Dias: Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela ESALQ/USP. Fez mestrado em Animal Science com especialização em Animal Production System e Business and Economics pela Wageningen University na Holanda. Atualmente é o engenheiro agrônomo responsável pelas reformas e manutenções das pastagens da Marca 40, documentações junto a órgãos públicos e financiamento bancários.

Marcelo da Costa Ferreira: Engenheiro Agrônomo (1996), Mestre (2000) e Doutor (2003) em Agronomia/Produção Vegetal, pela UNESP de Jaboticabal. Concluiu pós-doutorado (2008 e 2011) pelo Silsoe Spray Application Unit no Reino Unido. Atualmente é professor Titular da Unesp de Jaboticabal, em Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários.

Marcelo Nicolai: Engenheiro Agrônomo, Mestre, Doutor e Pós-Doutor em Fitotecnia (ESALQ/USP, 2001, 2005, 2009 e 2011, respectivamente). Atualmente é Diretor Técnico da Agrocon Assessoria Agrônômica (desde 2004).

Marcelo Rafael Malardo: Engenheiro Agrônomo (UFSCar, 2016). Atualmente é Mestrando em Fitotecnia pela ESALQ/USP.

Miriam Hiroko Inoue: Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Agronomia (UEM, 2000, 2002 e 2006, respectivamente). Atualmente é Professora na área de Ciência das Plantas Daninhas no Departamento de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT (Tangará da Serra, MT, desde 2010).

Moacyr Bernardino Dias-Filho: Engenheiro Agrônomo (Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – atual UFRA, 1978), Mestre em Nutrição Animal e Pastagens (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, 1986), Ph.D. em Ecofisiologia vegetal (Cornell University, Ithaca, NY, EUA, 1994). Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Pedro Jacob Christoffoleti: Engenheiro Agrônomo e Mestre em Fitotecnia (ESALQ/USP, 1981 e 1988, respectivamente), e Doutor em Plant Pathology and Weed Science (Colorado State University, EUA, 1992). Atualmente é Professor Associado – Livre Docente do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP (desde 2001).

Ricardo Victoria Filho: Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1969), Mestrado em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo (1976) e Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade de São Paulo (1978), Pós-Doutorado na Universidade de Oregon (1978) e na Universidade da Califórnia (1980). Atualmente é Professor Titular do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ da Universidade de São Paulo e Coordenador do Curso de Engenharia Agrônômica da ESALQ/USP.

Rodolfo Glauber Chechetto: Engenheiro Agrônomo e pesquisador na AgroEfetiva, graduado pela Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel (2009), possui doutorado em Agronomia (2015) pela Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP, com ênfase em avaliação de deriva em aplicações aéreas. Foi pesquisador visitante The University of Queensland, na Austrália em 2015.

Sidnei Douglas Cavalieri: Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá - UEM (2006), mestrado em Agronomia (Proteção de Plantas) pela UEM (2007) e doutorado em Agronomia (Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FCA/UNESP (2010), com doutorado sanduíche na University of Nebraska-Lincoln - UNL (EUA). Atualmente é pesquisador da Embrapa Algodão (Núcleo de Pesquisa do Cerrado).

Ulisses Rocha Antuniassi: Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina – UEL (1986), mestrado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP (1990) e doutorado em Agronomia (Energia na Agricultura) pela UNESP (1993). Atualmente é professor titular do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu/SP.

Willian Daróz Matte: Possui Curso Técnico Agrícola pelo Instituto Federal de Rondônia (2007). Bacharelado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Mato Grosso (2013). Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso, com área de concentração em Fitotecnia (2017). Atualmente cursa Doutorado em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), com área de concentração em proteção de plantas.

Sumário

CAPÍTULO 1 - Desafios no manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens.....8

Ana Carolina Dias Guimarães, Miriam Hiroko Inoue, Adriane Weber Santos,
Ricardo Victória Filho e Alcino Ladeira Neto

CAPÍTULO 2 - Alternativas para o manejo de capim-navalha e capim-capeta em pastagens na Amazônia.....34

Carlos Mauricio Soares de Andrade e Moacyr Bernardino Dias-Filho

CAPÍTULO 3 - Reforma e manutenção de pastagens: visão de um pecuarista49

Luiz Fernando Ruy Sacchett Dias

CAPÍTULO 4 - Desafios no manejo de plantas daninhas na sucessão soja-milho59

Pedro Jacob Christoffoleti, Marcelo Rafael Malardo, Acácio Gonçalves Netto e
Marcelo Nicolai

CAPÍTULO 5 - Efeito residual de herbicidas no sistema soja-algodão.....70

Willian Daróz Matte, Sidnei Douglas Cavalieri e Fernanda Satie Ikeda

CAPÍTULO 6 - Como manejar plantas daninhas no sistema de Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta?.....82

Fernanda Satie Ikeda e Sidnei Douglas Cavalieri

CAPÍTULO 7 - Tecnologia de aplicação na aviação agrícola.....89

Alisson Augusto Barbieri Mota, Ulisses Rocha Antuniassi, Rodolfo Glauber Chechetto e Fernando Kassis Carvalho

CAPÍTULO 8 - Como minimizar a deriva?96

Marcelo da Costa Ferreira e Fabiano Griesang

Desafios no manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens

Ana Carolina Dias Guimarães

Miriam Hiroko Inoue

Adriane Weber Santos

Ricardo Victória Filho

Alcino Ladeira Neto

1 Introdução

Atualmente o pecuarista tem procurado conduzir a sua pastagem de uma forma sustentável cortando custos sem comprometer a produtividade da pastagem. O agronegócio envolvendo pastagem no Brasil tem uma enorme importância e a sua sustentabilidade passa por uma análise nos aspectos econômico, social e ambiental.

Como uma das principais atividades econômicas do país, a pecuária se destaca pela participação na produção de riquezas e aumento na exportação de produtos no país. O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, com mais 218,2 milhões de cabeças (IBGE, 2017). A pecuária ao longo dos anos vem ganhando destaque, se modernizando cada vez mais, para torna-se uma atividade de alta rentabilidade. Esse cenário de uso do solo é uma das atividades principais no estado de Mato Grosso, sendo a principal prática de geração de renda na região Norte do estado. De acordo com os dados do IMEA (2018), o rebanho bovino da região Norte do estado está em torno de 5.524.640 animais.

No entanto, o cenário atual descreve que cerca de 30 milhões de ha na Amazônia legal se encontram em estágio avançado de degradação (DIAS-FILHO, 2011). Uma pastagem degradada é aquela que está em processo evolutivo de perda de vigor e produtividade da forrageira, sem possibilidade de recuperação natural, tornando-se incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais, bem como o de superar os efeitos nocivos de pragas, doenças e plantas daninhas. São vários os fatores que podem levar à degradação das pastagens, entre eles, a escolha incorreta da espécie forrageira,

a má formação inicial, a falta de adubação de manutenção e o manejo inadequado da pastagem e do pastejo (PERON & EVANGELISTA, 2004). O processo de degradação pode ser inicialmente caracterizado pela mudança na composição botânica da pastagem, em decorrência do aumento na proporção de plantas daninhas e da consequente diminuição na proporção de forrageira desejada (capim e leguminosas forrageiras) segundo Dias-Filho (2011).

2. Infestação de plantas daninhas em pastagens

Planta daninha é uma planta que nasce em um ambiente que não é comum a ela. Já no caso de pastagens entende-se como planta daninha toda e qualquer planta que não venha a servir como fonte forrageira utilizada para a alimentação dos animais que a consumirão, onde as plantas daninhas de pastagens possuem pequeno valor forrageiro, baixo valor nutritivo e pequena aceitabilidade pelo gado (ANDRADE & FONTES, 2015).

O problema da infestação das plantas daninhas está ligado diretamente a grande capacidade que elas possuem para competirem por água, luz, nutrientes e espaço com as gramíneas forrageiras. Assim, a eliminação destas plantas daninhas é um problema com que todo pecuarista depara-se constantemente, já que a maioria do rebanho no estado de Mato Grosso é criado e mantido quase que exclusivamente no pasto.

Para o manejo de plantas daninhas o princípio básico está em evitar seu aparecimento e multiplicação tendo como base a sua prevenção. Portanto, para se ter sucesso nos programas de manejo de plantas daninhas em pastagens, se faz necessário o conhecimento do modo de propagação, dispersão e desenvolvimento dessas plantas daninhas de acordo com Dias-Filho (1990).

A dispersão de plantas daninhas no Brasil é devida às suas características edafoclimáticas propícias para o desenvolvimento das mesmas. Atualmente Andrade e Fontes (2015) citam como as principais plantas daninhas de pastagens no Brasil o capim-navalha (*Paspalum virgatum* L.) no bioma Amazônico, o capim-capeta (*Sporobolus indicus* (L.) R.Br.) no bioma Amazônico, Cerrado e Mata Atlântica, e o capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) no Sul do Brasil, onde dos citados o capim-capeta é uma das espécies de maior importância devido à sua enorme incidência, eficiência de multiplicação

(ANDRADE et al., 2012) e dificuldade de controle, pois não há herbicidas registrados para pastagem que controle esta planta daninha.

As principais plantas daninhas de pastagens estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Principais plantas daninhas infestantes em pastagens no Brasil.

Nome comum	Nome científico	Ciclo de vida
Agriãozinho	<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	Perene
Alecrim-do-campo	<i>Brachiaria dracunculifolia</i>	Perene
Algodão-de-seda	<i>Calotropis procera</i>	Perene
Angiquinho	<i>Calliandra parviflora</i>	Perene
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	Perene
Arnica	<i>Solidago chilensis</i>	Perene
Aroeirinha	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Perene
Aromita	<i>Acacia farnesiana</i>	Perene
Aromita-preta	<i>Mimosa polycarpa</i>	Perene
Arranha-gato	<i>Acácia plumosa</i>	Perene
Articunzinho	<i>Duguetia furfuraceae</i>	Perene
Assa-peixe-branco	<i>Vernonia polyanthes</i>	Perene
Assa-peixe-roxo	<i>Vernonia westiniana</i>	Perene
Babaçu	<i>Orbygnia speciosa</i>	Perene
Bacuri	<i>Attalea phalerata</i>	Perene
Buva	<i>Conyza bonariensis</i>	Anual
Cabriteiro	<i>Bauhinia curvula</i>	Perene
Cafezinho, erva-de-rato	<i>Palicourea marcgravii</i>	Perene
Café-bravo	<i>Casearia sylvestris</i>	Perene
Cajussara, cega-jumento	<i>Solanum rugosum</i>	Perene
Cambara	<i>Lantana câmara</i>	Perene
Camboata	<i>Tapirira guainensis</i>	Perene
Camboatá	<i>Guarea trichilioides</i>	Perene
Canela-de-perdiz, gervão	<i>Cróton grandulosus</i>	Anual
capim-annoni	<i>Eragrostis plana</i>	Perene
Capim-camalote	<i>Rottboellia exaltata</i>	Anual
Capim-capeta	<i>Sporobolus indicus</i>	Perene
Capim-navalha	<i>Paspalum virgatum L.</i>	Perene
Caraguatá	<i>Eryngium horridum</i>	Perene
Carqueja	<i>Bacharis trimera</i>	Perene
Casadinha	<i>Eupatorium squalidum</i>	Anual/Perene
Cheirosa	<i>Hyptis suaveolens</i>	Anual/Perene
Chumbinho	<i>Lantana camara</i>	Perene
Ciganinha	<i>Memora peregrina</i>	Perene
Cipó-de-cobra	<i>Mansoa difficilis</i>	Perene
Cipó-de-São João	<i>Pyrostegia venusta</i>	Perene
Cipó-prata	<i>Banisteriopsis oxyclada</i>	Perene
Cipó-prata (Toxica)	<i>Mascagnia pubiflora</i>	Perene
Canela-de-urubu	<i>Bocoa mollis</i>	Perene
Canela-de-velho	<i>Cenostigma macrophyllum</i>	Perene
Canela-de-ema	<i>Combretum discolor</i>	Perene
Cipó-cambira	<i>Mansoa difficilis</i>	Perene
Coerana	<i>Cestrum axillare</i>	Perene

Tabela 1. Principais plantas daninhas infestantes em pastagens no Brasil.

(Continuação)

Nome comum	Nome científico	Ciclo de vida
Cumbuquinha	<i>Mezilaurus crassiramea</i>	Perene
Dormideira	<i>Mimosa pudica</i>	Perene
Espichadeira	<i>Solanum glaucophyllum</i>	Perene
Espinho-agulha	<i>Barnadesia rósea</i>	Perene
Espinheira-preta	<i>Mimosa weddelliana</i>	Perene
Mata-pasto	<i>Senna alata</i>	Perene
Fedegoso branco	<i>Senna obtusifolia</i>	Anual
Fedegoso, mata-pasto	<i>Senna occidentalis</i>	Anual
Gervão-branco, canela-deperdiz	<i>Croton glandulosus</i>	Anual/Perene
Grão-de-galo	<i>Celtis glycicarpa</i>	Perene
Guanxuma	<i>Sida rhombifolia</i>	Anual/Perene
Guanxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i>	Perene
Jacarandá-do-campo	<i>Machaerium acutifolium</i>	Perene
Joá-bravo	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Perene
Jurubeba	<i>Solanum paniculatum</i>	Perene
Jurubebão, lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i>	Perene
Lacre	<i>Vismia guianensis</i>	Perene
Leiteiro	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>	Perene
Limãozinho	<i>Strychnos pseudoquinia</i>	Perene
Lobeira	<i>Solanum lycocarpum</i>	Perene
Malícia	<i>Mimosa invisa</i>	Perene
Malva-branca	<i>Sida cordifolia</i>	Perene
Malva-branca	<i>Waltheria indica</i>	Perene
Malva-relógio	<i>Sida carpinifolia</i>	Anual
Mamica-de-porca	<i>Zanthoxylum hasslerianum</i>	Perene
Mata-barata	<i>Andira humilis</i>	Perene
Mata-pasto	<i>Eupatorium laevigatum</i>	Perene
Mata-pasto	<i>Eupatorium maximilianii</i>	Perene
Mata-pasto	<i>Eupatorium squalidum</i>	Anual
Mercurinho	<i>Myrcia bella</i>	Perene
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Perene
Taboca	<i>Guadua angustifolia</i>	Perene
Tarumã	<i>Vitex montevidensis</i>	Perene
Tarumãzinho	<i>Sparattosperma leucanthum</i>	Perene
Tucum-bravo	<i>Astrocaryum tucuma</i>	Perene
Vernônia	<i>Vernonia rubricaulis</i>	Perene

Fonte: KISSMANN & GROTH, 1992, 1997 e 2000; VICTÓRIA FILHO et al., 2014; BRASIL, 2018.

3. Interferência das plantas daninhas em pastagens

As plantas daninhas que ocorrem em pastagens naturais ou cultivadas devem ser manejadas, pois interferem na produção da espécie forrageira. Embora poucos trabalhos na literatura mostrem os efeitos da competição das

plantas daninhas com as pastagem, é bem conhecido que as pastagens mais produtivas são aquelas que dentro outros fatores, apresentam baixo nível de infestação de plantas daninhas (VICTORIA FILHO, 1986).

O efeito competitivo exercido pelas plantas daninhas com a espécie forrageira não apresenta um visual tão drástico como seria, por exemplo, com a ocorrência de uma doença grave dos animais. Portanto, nas pastagens extensivas é muito comum observarmos infestações altas de plantas daninhas, ocupando o espaço que seria destinado a espécie forrageira. Nesta situação o pecuarista está perdendo o potencial de suas terras, e essa redução na capacidade de suporte pode fatalmente conduzir a uma situação econômica precária da propriedade.

Assim, os principais danos provocados são a competição direta por espaço, água, nutrientes e luz, além de outros problemas indiretos, tais como o aumento do tempo para a formação das pastagens e queda real da capacidade de suporte por área, o envenenamento dos animais por ingestão de plantas tóxicas, fermento nos animais e redução na qualidade do leite, ambiente propício para o desenvolvimento de parasitas externos, riscos de erosão do solo, comprometimento da estética e valor fazenda.

3.1 Competição direta

As plantas daninhas competem com as forrageiras pelos fatores essenciais de crescimento, ou seja, espaço, água, nutrientes e luz, reduzindo a produtividade da espécie forrageira e do sistema de produção como um todo (PITELLI, 1989).

A competição das plantas daninhas com as forrageiras é um fator crítico para o desenvolvimento da pastagem, quando a planta daninha se estabelece junto ou primeiro que a forrageira. Contudo, se a espécie forrageira se estabelecer primeiro, dependendo da espécie, da velocidade de crescimento e da densidade de plantio, poderá cobrir rapidamente o solo, podendo reduzir significativamente o crescimento das plantas daninhas (VICTORIA FILHO et al., 2014). De acordo com Radosevich et al. (1996) os mecanismos de competição consistem tanto do efeito que as plantas exercem sobre os recursos do meio, quanto da resposta destas as variações dos recursos. Determinadas plantas são

boas competidoras por utilizarem um recurso rapidamente ou por serem capazes de continuarem a crescer, mesmo com baixos níveis do recurso no ambiente

A condição produtiva da espécie forrageira é fundamental para que a planta daninha consiga ou não interferir no crescimento da pastagem. Pastagens bem formadas e manejadas diminuem a ocorrência de plantas daninhas mais agressivas e determinam a instalação de plantas que crescem de maneira relativamente lenta e que exigem menor rigor e frequência de controle. Já pastagens mal formadas e manejadas apresentam plantas forrageiras com menores condições de competição resultando em maior severidade dos distúrbios causados pelas invasoras, que neste caso são mais agressivas tendo reprodução eficiente aliada à maior velocidade de desenvolvimento e ciclo mais curto. Assim, técnicas que maximizem a produção de forragem, como adubações e manejo do pastejo, também constituem-se em formas de controle das plantas daninhas. Entretanto para que esse controle integrado da planta daninha pelo manejo da espécie forrageira seja eficiente e prolongado é necessário inicialmente reduzir os efeitos negativos da planta daninha.

Em resultados obtidos por Victoria-Filho et al. (2002), ao avaliar a interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha*, verificaram que o período crítico de prevenção da interferência (PCPI) situa-se entre 15 e 45 dias após a emergência. Jakelaitis et al. (2010), também observaram em trabalhos envolvendo a interferência de plantas daninhas na implantação de pastagens de *B. brizantha* que o rendimento forrageiro diminuiu nos períodos iniciais onde a forrageira conviveu com plantas daninhas e aumentou quando houve o controle inicialmente, apresentando neste caso, um PCPI entre 9 e 26 dias após a emergência da forrageira (Figura 1).

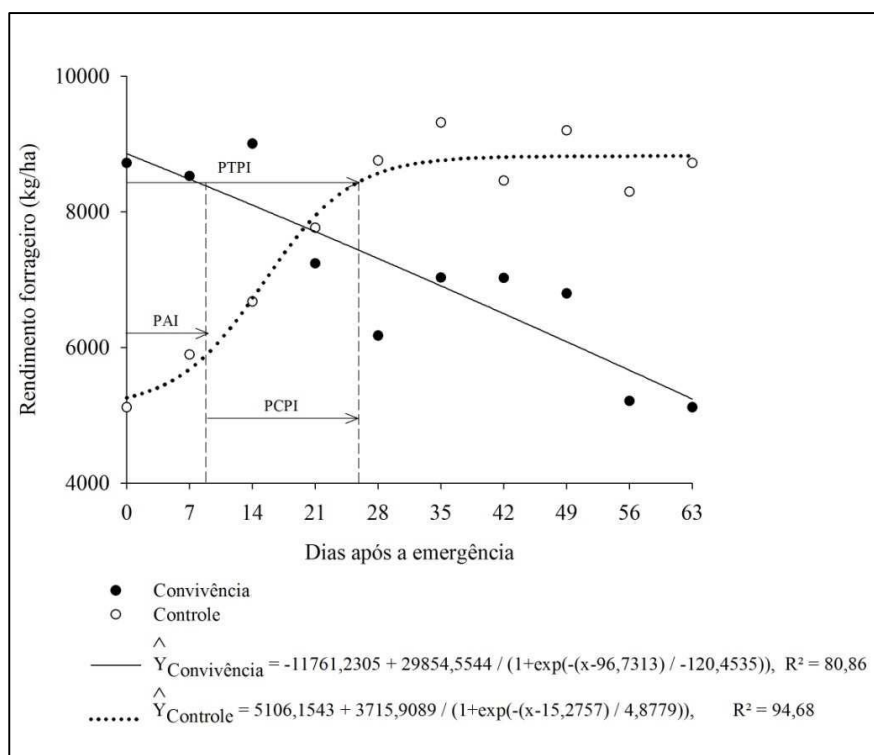


Figura 1. Período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção da interferência (PTPI) e período crítico de prevenção da interferência (PCPI) tolerando-se no máximo uma perda de 5% no rendimento forrageiro de *Brachiaria brizantha*, durante a implantação da pastagem. **Fonte:** Jakelaitis et al. (2010).

Portanto, é importante um manejo adequado das plantas daninhas na fase de estabelecimento da pastagem, pois a espécie forrageira terá condições de ocupação do espaço na superfície do solo, evitando novos fluxos de emergência das plantas daninhas. A competição exercida pelas plantas daninhas irá provocar uma redução na produção de forragem disponível, com consequente redução na capacidade de suporte (menor número de animais por área) de acordo com Victoria-Filho et al. (2014).

3.1.1 Competição por espaço

A competição por espaço é de difícil quantificação e compreensão, podendo-se, contudo, admiti-la quando determinada planta é forçada a assumir uma arquitetura que não lhe é característica. Este tipo de competição é a mais observada pelo pecuarista, pois onde uma planta daninha está presente, a forrageira não poderá tomar o seu lugar, causando uma diminuição no número

da espécie forrageira na pastagem. Neste aspecto a planta daninha também é muito favorecida pelo pastejo seletivo (VELINI, 1987; BELOTTO, 1998).

3.1.2 Competição por água e nutrientes

A competição por água e nutrientes depende da planta daninha, porém, aquelas com raízes superficiais muito desenvolvidas competem com maior agressividade com a gramínea forrageira, que apresenta sistema radicular fasciculado (BELOTTO, 1998).

A competição será maior principalmente em situações em que a disponibilidade hídrica é limitada. Como o sistema radicular de um modo geral cresce mais rapidamente que a parte aérea, a competição por água e nutrientes começa antes que a competição por luz. Aquelas plantas daninhas que tem um sistema radicular mais desenvolvido e com melhor distribuição no solo ganham na competição com a espécie forrageira. É normal observar em alguns agroecossistemas tropicais e em dias quentes as plantas forrageiras murchando e as plantas daninhas túrgidas sem sinal de déficit hídrico. Um dos fatores é a taxa de exploração de volume do solo pelo sistema radicular, como ocorre com a ciganinha e o assa peixe (VICTORIA-FILHO et al., 2014), neste caso, as plantas daninhas de folhas largas levam vantagem em relação a espécie forrageira, devido à sua maior capacidade de remoção de água do solo (sistema radicular mais desenvolvido).

A baixa fertilidade natural da maioria dos solos ocupados por pastagens, aliada à não utilização de práticas de calagem e adubação para a correção da acidez do solo e reposição de nutrientes, faz com que a competição por nutrientes se torne uma das mais importantes. O nitrogênio é o primeiro nutriente a se tornar limitante na maioria das vezes, devido a mobilidade no solo. A adubação nitrogenada nem sempre aumenta a produção da espécie forrageira, pois quando a densidade das plantas daninhas é muito alta, pode até aumentar a competição, segundo Victoria-Filho et al. (2014).

3.1.3 Competição por luz

A competição por luz é um dos problemas que a planta daninha impõe sobre a espécie forrageira. Os efeitos desta competição são caracterizados por mudanças fisiológicas, estruturais e morfológicas nas plantas forrageiras,

afetando muitas vezes o seu potencial produtivo (LIN et al., 2001), que pode ser reduzido (LIN et al., 1999). A avaliação da arborização de sistemas de pastagens mostra que ocorre decréscimo na luminosidade e, conseqüentemente, na produção das plantas localizadas nos estratos inferiores (CARVALHO, 1997).

A atividade fotossintética das plantas geralmente é bastante reduzida devido ao seu sombreamento. Assim, a habilidade de uma espécie em competir pela luz normalmente está bastante correlacionada com a sua capacidade de situar suas folhas acima das folhas das espécies forrageiras, por consequência, normalmente ocorre uma correlação direta entre a habilidade de uma espécie competir por luz e seu porte (VELINI, 1987).

As plantas daninhas mais competitivas em luz são aquelas, com maior área foliar, com folhas bem distribuídas e com arquitetura mais adequada para interceptar o máximo de luz. Assim na implantação da espécie forrageira deve-se trabalhar com a densidade adequada para provocar um sombreamento nas plantas daninhas anuais. A maioria das espécies forrageiras das regiões tropicais como as do gênero *Brachiaria* sp, *Panicum* sp, *Cynodon* sp, *Pennisetum* sp são plantas de fisiologia C4 que podem se desenvolver em condições de temperaturas elevadas, luminosidade alta e até mesmo déficit hídrico temporário, acumulando o dobro de biomassa por área foliar no mesmo espaço de tempo que as plantas C3 (VICTORIA FILHO et al., 2014).

Todavia, as condições de luminosidade e temperatura serão importantes para o desenvolvimento adequado das forrageiras. Quando ocorre o sombreamento pelas plantas daninhas implica numa redução drástica do potencial competitivo das forrageiras. Também em locais sombreados as forrageiras acumulam mais hastes em relação as folhas, prejudicando a qualidade da forragem. Isso porque as plantas daninhas em pastagens provocam o sombreamento e impedem a chegada dos animais à forrageira (DE CASTRO, 1997).

O intenso sombreamento por árvores e arbustos afeta negativamente o crescimento das forrageiras, principalmente as mais responsivas à luminosidade, como é o caso de plantas C4 (PITELLI, 1989) que respondem a este sombreamento não somente com quedas na produção, mas também com quedas na qualidade do material ofertado aos animais (GOULART et al., 2007). Smith e Martin (1995) mostram que o decréscimo da produção de plantas

forrageiras e proporcional à produção da planta daninha na área, uma vez que para cada quilo de matéria verde produzido pela planta daninha ocorre redução na produção da pastagem da mesma ordem.

A dinâmica de perfilhamento de plantas forrageiras é reduzida em resposta ao sombreamento. Mudanças na produtividade da espécie forrageira são decorrentes do produto entre o peso e a densidade dos perfilhos (VALENTINE & MATTHEW, 1999). Garcez Neto et al. (2010), avaliando respostas do perfilhamento de duas espécies forrageiras de clima temperado à quatro níveis de sombreamento, mostraram que as plantas recorreram ao mecanismo de compensação entre peso e densidade de perfilhos, porém estas mudanças não foram suficientes para manter a produção em relação ao tratamento não sombreado, como mostra a produção de folhas também é outro fator produtivo de plantas forrageiras que sofre alterações sob condições de menor luminosidade, como demonstrado por Veras et al. (2010) que obtiveram reduções de 15% na produção de folhas de capim *Andropogon* sob sombreamento de árvores em sistemas silvipastoris em relação ao tratamento de plena luminosidade.

Garcez Neto et al. (2010) relatam que, ao compararem níveis de sombreamento, a queda da produção das forrageiras foi de 25 a 74%, para os níveis de 25 e 75% de sombreamento, respectivamente.

Além de redução na produção, o sombreamento ainda pode afetar a qualidade da forragem ofertada aos animais. Trabalhos mostram que plantas sombreadas apresentam maiores teores de proteína bruta (GOBBI et al., 2011), porém este aumento sempre é acompanhado de decréscimos na produção da forragem. Gobbi et al. (2011) citam que o aumento no teor de proteína bruta pode ser devido à diminuição no tamanho das células que ocorre em plantas sombreadas, induzindo à concentração de nitrogênio em menores volumes celulares.

3.2 Problemas indiretos causados pela presença de plantas daninhas na pastagem

3.2.1 Aumento do tempo para a formação das pastagens e queda real da capacidade de suporte por área

A competição com as plantas daninhas provoca um atraso no estabelecimento das gramíneas forrageiras, atrasando o desenvolvimento da parte aérea, do sistema radicular e reduzindo o perfilhamento. Em alguns casos há uma demora de até um ano para a plena utilização da capacidade de suporte das pastagens, além de provocar uma diminuição da produção de massa verde nas pastagens (quantidade de forragem disponível), consequentemente a quantidade de animais por área deverá ser menor para não acelerar a degradação das pastagens (BELOTTO, 1998).

Victória Filho (1991) cita que a carga animal em pastagens infestadas por plantas daninhas pode diminuir em cerca de 20 a 57%, de acordo com o nível de infestação da área. As taxas de lotação das pastagens são consequência da produção e da eficiência com que a forragem é colhida. A eficiência com que os animais colhem a forragem produzida também é negativamente afetada na presença de plantas daninhas a partir do momento em que ocorre restrição ao acesso dos animais à forragem, bem como mudança estrutural das plantas forrageiras próximas às daninhas, resultando no preterimento da pastagem pelo animal (GOULART et al., 2007).

3.2.2 Envenenamento por plantas tóxicas

Algumas plantas daninhas são extremamente tóxicas e a sua presença nas pastagens traz muito prejuízo para os pecuaristas devido à perda de animais intoxicados. Plantas daninhas tóxicas são aquelas que se ingeridas pelo gado, em condições naturais causam danos a sua saúde ou morte com comprovação experimental. A maioria das plantas tóxicas causa intoxicação quando ingerida uma única vez, todavia algumas quando a ingestão ocorre por dias seguidos, de acordo com Tokarnia et al. (2000).

No Brasil o número de cabeças que são perdidas por ano é bastante elevado. É muito importante reconhecê-las e adotar as medidas possíveis de prevenção e erradicação (TOKARNIA et al, 2000), porém no Brasil ainda não foi

percebida a real dimensão do problema das plantas daninhas tóxicas. São exemplos destas plantas a *Palicourea marcgravii* (erva-de-rato) que pode levar a morte um animal que ingira 700 mg de material vegetativo por quilo de peso vivo, a *Asclepias curassavica* (oficial-de-sala) e *Bacharis coridifolia* (mio-mio) com a ingestão de 1.000 mg (LORENZI, 1991) (Tabela 2).

Tabela 2. Principais plantas tóxicas em pastagens no Brasil.

Nome vulgar	Nome científico
Coerana, Canema, Bauna	<i>Cestrum laevigatum</i>
Corona, Cipó-prata	<i>Mascagnia pubiflora</i>
Erva-de-rato, Cafezinho	<i>Palicourea marcgravii</i>
Espichadeira	<i>Solanum malacoxylon</i>
Gibata, Chibata	<i>Arabidae bilabiata</i>
Maria-mole, Flor-das-almas	<i>Senecio brasiliensis</i>
Mio-mio	<i>Bacharis coridifolia</i>
Oficial-de-sala	<i>Asclepias curassavica</i>
Samabaia	<i>Pteridium aquilinum</i>
Sipauta, Vaqueta	<i>Thiloa glaucocarpa</i>
Tingui, Timbó, Pela-bucho	<i>Mascagnia rígida</i>

Fonte: TOKARNIA et al. (2000).

A planta *Palicourea marcgravii*, conhecida como cafezinho ou erva-de-rato é a planta tóxica mais importante do Brasil, devido à sua extensa distribuição, boa palatibilidade, alta toxidez e efeito acumulativo. Na região Amazônica onde morre a metade dos bovinos que são vitimados por plantas tóxicas no Brasil, ela é responsável por 80% de todas as mortes em bovinos causados pela ingestão de plantas tóxicas (VICTORIA-FILHO et al., 2014).

Em trabalhos desenvolvidos por Furlan et al. (2008), bovinos que ingeriram *Cestrum intermedium* sofreram intoxicação, apresentando algum distúrbio como perda de apetite, atonia ruminal, andar lento e com membros afastados, fezes secas com muco e estrias de sangue, tremores musculares, decúbito, às vezes manifestações de agressividade e morte.

3.2.3 Ferimento nos animais e redução na qualidade do leite

Diversas espécies de plantas daninhas apresentam espinhos e acúleos, e a presença destas plantas daninhas nas pastagens, além de não permitir que o gado se alimente da forrageira nas suas proximidades, ainda causam ferimentos nos animais, principalmente nas tetas das vacas, e estes ferimentos

podem provocar mamites e com consequente queda na produção de leite (GOURLAT et al., 2007).

Como exemplo, destas plantas poderíamos citar algumas do gênero *Solanum* (joá e jurubeba), a malícia ou dormideira (*Mimosa pudica*), arranha-gato (*Acacia plumosa*) e o joá-bravo (*Solanum sisymbriifolium*).

3.2.4 Ambiente propício para o desenvolvimento de parasitas externos

As plantas daninhas constituem importantes hospedeiras alternativas de nematoides, ácaros, plantas parasitas e outros inimigos naturais das espécies forrageiras e também do gado como carrapatos e bernes. Com isso, permitem a presença de populações relativamente densas de inimigos naturais, mesmo em épocas em que as pastagens são destruídas pelo fogo, por estiagem ou por pastejo excessivo (PITELLI, 1989).

3.2.5 Riscos de erosão do solo

A competição das plantas daninhas com as pastagens, aliado ao super-pastejo, reduz a cobertura do solo, expondo-o à erosão, o que degrada a sua fertilidade e a sua capacidade potencial de produção de forrageiras, além dos problemas ambientais decorrentes da erosão (BELOTTO, 1998).

3.2.6 Comprometimento da estética e do valor fazenda

Obviamente as preocupações com a estética da fazenda são bem menores do que a preocupação com os danos econômicos causados pelas plantas daninhas, porém em momentos em que o preço da terra entra em declínio, pastagens limpas ajudam a valorizar a propriedade (BELOTTO, 1998).

3.2.7 Diminuição de pastejo com a presença de plantas daninhas herbáceas ou arbustivas com ou sem espinho

Em experimento realizado por Owens et al. (1991), a utilização da espécie forrageira foi prejudicada pela presença de plantas daninhas herbáceas e arbustivas. A existência de subpastejo na presença de plantas daninhas pode ser ilustrado no estudo realizado na Fazenda Figueira em Londrina (PR) por Yabuta et al. (2003) citados por Corsi et al. (2007). Neste estudo avaliou-se a quantidade de forragem presente na pastagem em relação à distância do caule

de plantas daninhas com e sem espinho. O objetivo dessa pesquisa foi o de avaliar a massa de forragem que não era consumida após o pastejo devido à presença das plantas daninhas com e sem espinhos. As distâncias estabelecidas a partir do tronco da planta daninha eram de 0,5 em 0,5 m até 2,0 m. A Tabela 3 mostra que quanto mais próximo do caule da planta daninha, maior era a quantidade de forragem amostrada. Isso mostra que havia um impedimento ao consumo desta forragem pelo animal imposto pela planta daninha, que era maior ainda quando esta possuía espinhos.

Tabela 3. Efeito da presença de leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia* (A.DC.) Miers) (sem espinho) e unha-de-vaca (*Bauhinia forticata* Link) (com espinho) na quantidade de colônia em relação à distância da planta daninha.

Raio do círculo ao redor da planta daninha pós pastejo (m)	Raio do círculo ao redor pós pastejo (Kg de MS/ha residual)	
	Leiteiro	Unha de vaca
0 -0,5	4.624,6	7.314,1
0,5 – 1,0	3.732,0	3.439,5
1,0 – 1,5	1.815,2	3.180,3
1,5 -2,0	1.765,7	2.305,1

Fonte: Adaptado de Corsi et al. (2005).

3.2.8 Super pastejo entre as moitas das plantas daninhas

Outro efeito prejudicial da presença das plantas daninhas em pastagens, que é pouco estudado, é o de superpastejo entre as moitas das plantas daninhas, uma vez que o pastejo é dificultado pela presença da invasora. De acordo com Corsi et al. (2007), a invasora impede o acesso do pastejo nas proximidades das moitas de plantas daninhas e, conseqüentemente, provoca maior pressão de pastejo entre plantas invasoras, o que reduz a competitividade da espécie forrageira e facilita a expansão da daninha. Entre moitas de invasoras ocorre o trânsito de animais e a compactação do solo, como mostra trabalho de Silva et al. (2003) e Lima et al. (2004), onde neste caso as touceiras de capim Tanzânia teriam efeito análogo ao das daninhas. Lima et al (2004) citam que a pressão exercida por animais em pastejo pode estar relacionada com a energia cinética transferida ao solo quando estes estão em movimento, sendo esta

relacionada com o peso do animal e a velocidade com que este se movimenta. Nie et al. (2001) mostra que a compactação de animais em movimento pode ser o dobro da obtida pela força estática que estes aplicam ao solo. Neste estudo fica evidente que a estrutura da forragem é alterada, porém não se pode isolar o efeito de sombreamento, uma vez que plantas daninhas podem causar o subpastejo da forragem próxima a elas (CORSI et al., 2007; GOULART et al., 2007), aumentando a competição intra específica que também resulta em disputa por luminosidade e aumenta a proporção de hastes da forragem (DE CASTRO, 1997).

4 Controle químico de plantas daninhas

Os métodos de controle de plantas daninhas em pastagens podem ser: controle cultural, físico (fogo), controle manual por meio do uso de enxadão (arranquio), controle manual com o uso de foice (roçada manual), controle mecânico com a utilização de roçadeiras (hidráulicas ou de arrasto), controle químico (uso de herbicidas). Os melhores resultados são obtidos quando há a integração dos diversos métodos. Porém, o objetivo deste capítulo é detalhar sobre o controle químico de plantas daninhas em pastagens com o uso de herbicidas.

O controle químico é realizado com a utilização de herbicidas, que provocam a morte ou impedem o desenvolvimento das plantas daninhas nas pastagens. Para o controle químico de plantas daninhas em pastagem, como em qualquer cultura, é imprescindível que o herbicida apresente total seletividade à espécie forrageira, permitindo desenvolvimento fenológico normal, sem comprometimento de seu rendimento. Dada a grande diversificação de espécies de plantas daninhas ocorrentes em pastagens, às vezes, torna-se necessário a utilização de misturas de herbicidas, em mistura pronta, contendo dois ou mais ingredientes ativos (PEREIRA et al., 2011).

Apesar de vários herbicidas comerciais, poucos são os ingredientes ativos recomendados para o controle de plantas daninhas em áreas de pastagens e o são apenas para pastagens solteiras de gramíneas, cujos focos de controle são folhas largas. Considerando-se consórcios com leguminosas, e diferentes

sistemas de integração, bem como a produção de sementes de forrageiras tropicais, não há ainda produtos específicos registrados (BRASIL, 2018).

Segundo Oliveira e Wendling (2013), o controle químico é um método rápido e que necessita menor quantidade de mão-de-obra. A utilização de herbicidas, minimiza a competição causada pelas plantas daninhas, ajuda no aumento da produção de massa verde das espécies forrageiras, consequentemente aumenta a capacidade de suporte. Após a limpeza das pastagens é fundamental que se utilize boas práticas de manejo (adequada lotação, repasse para controle de rebrota) para evitar a reinfestação e manter as pastagens produtivas por um mais tempo. Ao se optar pelo controle químico, deve-se definir qual herbicida e o método de aplicação mais eficiente, econômico e seguro para cada caso. Para isto recomenda-se levar em consideração a condições da pastagem, ou seja, antes de recomendar a utilização de herbicidas em pastagem, é fundamental verificar se há um número suficiente de plantas forrageiras para tomar o lugar das plantas daninhas que serão controladas. Quando a pastagem está em adiantado estágio de degradação, pode ser mais vantajosa a reforma do pasto. Dias-Filho (2011), demonstra na Tabela 4 os estádios de degradação, porcentagem de plantas daninhas e nível de degradação. Os estádios 3 e 4, nível de degradação forte e muito forte, respectivamente, é recomendado reformar a área.

Tabela 4. Estádios de degradação (ED) de pastagens segundo parâmetros limitantes, porcentagem de daninhas e nível de degradação (Nível).

ED	Parâmetro Limitantes	% Plantas Daninhas	Nível
1	Vigor e solo descoberto	Até 20	Leve
2	Estádio 1, agravado + plantas daninhas	21-50	Moderado
3	Estádio 2, agravado ou morte das forrageiras (degradação agrícola)	51-80	Forte
4	Solo descoberto + erosão (degradação biológica)	>80	Muito forte

Fonte: Adaptada de Dias-Filho (2011).

Outro fator importante é a identificação das plantas daninhas nas áreas a serem controladas. Primeiramente antes de definir um programa de controle químico de plantas daninhas em pastagens, é necessário realizar a identificação

das plantas daninhas. Uma das formas de identificar plantas daninhas para maneja-las ocorre por meio do levantamento fitossociológico. Este estudo em pastagens é importante na obtenção do conhecimento sobre as populações e a biologia das espécies encontradas, constituindo uma importante ferramenta no embasamento técnico de recomendações de manejo e tratos culturais, seja para implantação, recuperação ou condução das pastagens (TUFFI SANTOS et al., 2004).

Os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas em um determinado momento, entretanto repetições programadas dos estudos fitossociológicos podem indicar tendências de variação da importância de uma ou mais populações, e essas variações podem estar associadas às práticas agrícolas adotadas (OLIVEIRA et al., 2008).

Com o levantamento fitossociológico, poderemos conhecer suas características morfológicas, anatômicas, ecológicas, capacidade competitiva, definição do estágio de desenvolvimento e susceptibilidade aos herbicidas.

4.1 Métodos de aplicação

Os métodos de aplicação dos herbicidas podem ser: aplicação foliar, aplicação no toco, aplicação no tronco e aplicação no solo. A escolha do método de aplicação depende de fatores como a planta daninha a ser controlada, estágio de desenvolvimento e densidade de ocorrência dessas plantas, disponibilidade de equipamento e mão de obra, topografia do terreno e época do ano, de acordo com Victória Filho et al. (2014).

4.1.1 Aplicação foliar

É o método mais comumente empregado no controle de plantas daninhas em pastagem. Dependendo do tipo e do porte das plantas daninhas e da porcentagem de infestação, a aplicação poderá ser realizada em área total ou dirigida. A melhor época para aplicação é nos meses quentes e úmidos, quando as plantas estão em atividade metabólica intensa. De um modo geral, nos primeiros meses da época chuvosa, quando as plantas têm área foliar suficiente para absorção e translocação do herbicida, o tratamento pode ser feito (VICTÓRIA FILHO et al., 2014).

A tomada de decisão por aplicação foliar dirigida ou em área total poderá seguir o critério da porcentagem da infestação de plantas daninhas na pastagem: menor que 40% de infestação recomenda-se aplicação foliar dirigida (aplica-se sobre as plantas daninhas apenas), e maior que 40% de infestação recomenda-se aplicação em área total (aplica-se sobre as plantas daninhas e pastagem). Nas áreas em que as plantas daninhas encontram-se em reboleira (distribuição apenas numa parte da pastagem) sugere-se aplicação dirigida, segundo Oliveira e Wendling (2013).

4.1.2 Aplicação no toco

Aplica-se o herbicida diretamente no toco das plantas logo após o corte rente ao solo, quando se demora muito para fazer a aplicação após o corte, a planta não absorve a quantidade adequada do herbicida para promover a morte do sistema radicular. O herbicida é aplicado com pulverizador costal manual ou pincel. Em plantas que apresentam um engrossamento do toco abaixo do nível do solo, recomenda-se o uso do enxadão. Aplicações no toco são recomendadas para plantas tolerantes às aplicações foliares ou de porte muito elevado, podendo ser realizadas durante todo o ano, muito embora melhores resultados sejam alcançados quando a planta apresenta boa atividade metabólica (VICTÓRIA FILHO et al., 2014).

4.1.3 Aplicação nos troncos

É um método utilizado para arbusto de grande porte ou tolerantes às aplicações foliares. É realizada para arbustos de grande porte e com diâmetro normalmente maior do que 10 cm, sendo nestes casos mais difícil a aplicação no toco devido ao maior diâmetro do tronco. O herbicida pode ser aplicado nos caules, sem roçada, com pulverizador manual ou pincelamento basal, até 30 a 40 cm de altura. Geralmente, utilizam soluções com óleo diesel. Também pode ser feita a aplicação com injeção, por meio de equipamentos especiais que injetam o herbicida ao redor do tronco a cada 10 cm (VICTÓRIA FILHO et al., 2014). Em plantas muito tolerantes, os cortes são feitos manualmente ao redor do tronco ou mesmo anelamento total precedendo a aplicação.

4.1.4 Aplicação no solo

A aplicação ao solo normalmente é realizada com o uso de herbicidas granulados que possam ser absorvidos pelo sistema radicular (translocação apoplástica) sendo translocado para a parte aérea da planta via xilema. Os grânulos devem ser depositados ao redor do caule da planta daninha ou a lanço no caso de plantas espinhosas e plantas de reboleira. Com a chuva, o produto é diluído, infiltrado no solo e absorvido pelo sistema radicular da planta daninha (VICTÓRIA FILHO et al., 2014). As aplicações não devem ser feitas em plantas roçadas ou queimadas recentemente. Atualmente, só temos o tebuthiuron com registro para pastagem para esta modalidade de aplicação (BRASIL, 2018).

4.2 Tipos de uso dos herbicidas em pastagens

O uso de herbicidas em pastagem para o controle de plantas daninhas pode ocorrer em duas situações:

4.2.1 Formação ou reforma

Nas pastagens recém-implantadas ou reformadas, geralmente ocorre a germinação das sementes de plantas daninhas do banco de sementes ou rebrote das plantas daninhas, juntamente com a espécie forrageira. Se o controle destas plantas não for realizado, a espécie forrageira sofrerá competição, conseqüentemente terá atraso no desenvolvimento, menor número de perfilhos e redução do número de plantas por metro quadrado. A aplicação de herbicidas nas pastagens reformadas deve ser realizada entre 30 e 40 dias após a germinação ou ocorrência de rebrotes das plantas daninhas de folhas largas (BELOTTO, 1998).

4.2.2 Manutenção ou recuperação

Consiste na utilização de herbicidas em pastagens já estabelecidas, com boa cobertura da gramínea forrageira, mas que apresentam reinfestação de plantas daninhas. A aplicação poderá ser feita em área total ou dirigida, em função da porcentagem de infestação. Se as plantas daninhas apresentarem um porte muito elevado, como plantas de Assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) que pode atingir até dois metros de altura, ou plantas durante o estágio de florescimento, recomenda-se fazer uma roçada antes da aplicação do herbicida.

Deve-se esperar que as plantas daninhas rebrotem formando uma boa cobertura foliar, normalmente em torno de 30 a 60 dias após a roçada. Este manejo de aplicação permite uma redução na quantidade de herbicida utilizado além de garantir uma aplicação durante o estágio de desenvolvimento ideal da planta daninha, segundo Belotto (1998).

4.3 Herbicidas registrados para pastagens

Na Tabela 5 estão relacionados os herbicidas registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para utilização em pastagens (BRASIL, 2018).

Tabela 5. Herbicidas registrados para o controle de plantas daninhas em pastagens.

Nome Comum	Dose (L ha ⁻¹)	Época de Aplicação	Forma de aplicação	Controle
2,4-D	1 a 2	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas e Cyperaceae
Aminopyralide + 2,4-D	1 a 2,5	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Aminopyralide + Fluroxypyr	1 a 2,5	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Aminopyralide + picloram + Triclopyr	2 a 5	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Fluroxypyr	1 a 2,5	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Fluroxypyr + picloram	1,5 a 2,5	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Fluroxypyr + triclopyr	1,5 a 4,0	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Glyphosate	720 a 1.440	Pós-emergência	Pulverização localizada	Não seletivo
Metsulfurom-metílico	4 a 13,3	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Picloram ¹	Diluição em água a 1 a 2 %	Pós-emergência	Pulverização localizada	Dicotiledôneas
Picloram + 2,4-D	3 a 5	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas e Cyperaceae
Picloram + Triclopyr	6 a 8	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Triclopyr	1,5 a 2	Pós-emergência	Pulverização em área total	Dicotiledôneas
Tebutiuron ²	2 a 8 g i.a planta ⁻¹	Pós-emergência	Polvilhamento na base da planta	Dicotiledôneas e gramíneas

¹Aplicação no toco imediatamente após o corte do caule (porte arbóreo, arbustivo e subarbustivo). ²Produto granulado aplicado na base da planta. **Fonte:** RODRIGUES & ALMEIDA, 2011; BRASIL, 2018.

5 Considerações finais

O manejo das plantas daninhas é um dos fatores importantes que afetam a produtividade das pastagens nas regiões tropicais. Na região Amazônica estima-se que aproximadamente 30 milhões de hectares de pastagens plantadas, encontram-se em algum estágio de degradação e as plantas daninhas que sobrevivem no ecossistema normalmente não são palatáveis, são resistentes ao fogo e as roçadas (método de controle paliativo).

O processo de controle de plantas daninhas em pastagens deve fazer parte do programa que visa a melhoria das condições básicas que proporcionam a maximização de produção da espécie forrageira, como adubação e adequação do manejo da pastagem. Estas condições conferem melhor capacidade de competição à forrageira, podendo impedir a reinfestação das plantas daninhas resultando em menores gastos com novos controles. Portanto, há necessidade de estudos da dinâmica da população das espécies daninhas em pastagens quando sujeitas a diferentes métodos de controle, assim como a duração do efeito dos métodos utilizados, o controle químico (herbicida seletivo) se constitui numa ferramenta útil desde que utilizado sempre em associação com outros métodos de controle disponíveis, procurando-se favorecer a espécie forrageira na luta pela ocupação do espaço no agroecossistema.

A presença das plantas daninhas proporciona condições de redução na produtividade das pastagens devido a efeitos que estão relacionados ao consumo pelo animal, diminuição da área de pastejo, à eficiência de pastejo (acesso à espécie forrageira), fator sombreamento (queda da produtividade e redução qualidade da forragem), produção forragem (competição por água, luz, nutrientes e espaço).

A infestações de plantas daninhas nas áreas de pastagem, também dificultam a aplicação de insumos de forma homogênea (calcário, fertilizantes, controle de pragas através de mecanização) entre outros.

Referencias

ANDRADE, C. M. S.; FONTES, J. R. A. Biologia e manejo de capim-navalha e capim-capeta em pastagens. In: IKEDA, F. S.; INOUE, M. H. (Ed.). **Manejo**

sustentável de plantas daninhas em sistemas de produção tropical.
Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 71-102.

ANDRADE, C. M. S.; FONTES, J. R. A. Biologia e manejo de capim-navalha e capim-capeta em pastagens. In: IKEDA, F. S.; INOUE, M. H. (Ed.). **Manejo sustentável de plantas daninhas em sistemas de produção tropical.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 71-102.

ANDRADE, C. M. S.; FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, T. K.; FARINATTI, L. H. E. **Reforma de pastagens com alta infestação de capim-navalha (*Paspalum virgatum*).** Rio Branco: Embrapa Acre, 2012. 14 p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 64). Andrade et al, 2012

BELOTTO, E. E. Controle de plantas daninhas em pastagens. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. B. (Org). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxico: novas tecnologias.** Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária: Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 113-118.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Agrofit.** Brasília. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JUNIOR, B. A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.

CORSI, M.; ANDREUCCI, M. P.; GOULART, R. D. C. D. Efeito de plantas daninhas na produtividade de pastagens. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. (Org.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PLANTAS DANINHAS, 1., 2007, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: SBCPD 2007, p. 139-161.

DE CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, M. M.; GARCIA, R. Produção de forragem de capins do gênero *Panicum* e modelagem de respostas produtivas e morfológicas em função de variáveis climáticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 1997.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** 4. ed. rev., atual. e ampl. Belém: Edição do Autor, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia: estratégias de manejo e controle.** Belém: Embrapa-CPATU, 1990. 103p. (Embrapa CPATU. Documentos, 52).

DIAS-FILHO, M. B. **Plantas invasoras em pastagens cultivadas da Amazônia: estratégias de manejo e controle.** Belém: Embrapa-CPATU, 1990. 103p. (Embrapa CPATU. Documentos, 52).

FURLAN, F.H. et al. Intoxicação por *Cestrum intermedium* (Solanaceae) em bovinos no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiae Veterinária**, Porto Alegre, v.36, n. 3, p.281- 284, 2008.

GARCEZ NETO, A.F.; GARCIA, R.; MOOT, D.J. et al. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.42-50, 2010.

GOBBI, K. F. et al. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capimbraquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1436-1444, 2011.

GOULART, R. C. D.; CORSI, M.; FRANCO, F. M. J.; SANTOS, M. C.; ARAUJO, E. C.Q.; ALMEIDA, P. C. Plantas daninhas influenciando a morfologia do capim colônia (*Panicum maximum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: DA 44 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pecuária Municipal 2016: Centro-Oeste concentra 34,4% do rebanho bovino do país**. Agência IBGE notícias. 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/16992-pecuaria-municipal-2016-centro-oeste-concentra-34-4-do-rebanho-bovino-do-pais.html>. Acesso em: 05 jun. 2018.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Levantamento do rebanho bovino municipal**. 2018. Disponível em: <http://www.indea.mt.gov.br/>. Acesso em 07 jun. 2018.

INSTITUTO MATOGROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Indicador Boi**. 2018. Disponível em: < <http://www.imea.com.br/imea-site/indicador-boi>>. Acesso em: 07 jun. 2018

JAKELAITIS, A et al. Efeitos da interferência de plantas daninhas na implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 8-14, 2010

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. 825 p. (Tomo I)

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed. São Paulo: BASF, 2000. Tomo III. 726 p.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: Basf Brasileira, 1992. Tomo II. 798 p

LIMA, C. L. R.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; LEÃO, T. P. Compressibilidade de um solo sob sistemas de pastejo rotacionado intensivo irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.6, p.945-951, 2004

LIN, C. H.; MCGRAW, M. L.; GEORGE, M. F.; GARRET, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v. 53, p. 269-281, 2001.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F. et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v.44, p.109-119, 1999.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais. 2. Ed., Nova Odessa: Plantarum, 1991. 440 p.

NIE, Z.N.; WARD, G.N. & MICHAEL, A.T. Impact of pugging by dairy cows on pastures and indicators of pugging damage to pasture soil on south — Western Victoria. **Aust. J. Agric. Soil Res.**, v. 52, p. 37-43, 2001.

OLIVEIRA, A.R.; FREITAS, S.P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta daninha**, Viçosa, v.26, n.1, p. 33-46, 2008.

OLIVEIRA, F.M.; WENDLING, J.I. **Uso e manejo de herbicidas em pastagens**: EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/982988/uso-e-manejo-de-herbicidas-em-pastagens>. Acesso em: 10 jun. 2018.

OWENS, K. M.; LAUNCHBAUGH; HOLLOWAY, J.W. Pasture characteristics affecting spatial distribution of utilization by cattle in mixed brushes. **Journal of Range Management**, v. 44, p.118-123, 1991.

PEREIRA, F.A.R. et al. **Controle de plantas daninhas em pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. 22 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 185).

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. *Ciênc. agrotec*, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

PITELLI, R.A. Ecologia de plantas invasoras em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 1., 1989. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1989. P.69-86

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. Weed ecology: implication for managements. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996. 589 p.

RODRIGUES, B. N., & ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 4 ed. Londrina: Edição dos Autores, 2011. 648 p.
RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: Grafmarke, 2011. 697 p.

SILVA, A.P.; IMHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil Till. Res.**, v. 70, p. 83-90, 2003.

SMITH, A.E.; MARTIN, L.D. Weed management systems for pasture and hay crops. In: SMITH, A.E. (Ed.) **Handbook of weed management systems**. News York: Marcel Dekker, 1995. p. 477-517.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, A. **Plantas tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Helianthus, 2000. 310 p.

TUFFI SANTOS, L.D. et al. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 343-349, 2004.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: White, J.; Hodgson, J. (Ed.). **New Zealand pasture and crop science**. Auckland: Oxford University Press, p. 11-27, 1999.

VELINI, E.D. Matobiologia e matocompetição. In: OSIPE, R. (Coord.) SEMANA DO HERBICIDA, 8. Bandeirantes. **Anais...**1987. Bandeirantes: Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", 1987. p. 281-304.

VERAS, V.S.; OLIVEIRA, M.E.; LACERDA, M.S.B.; CARVALHO, T.B.; ALVES, A.A. Produção de biomassa e estrutura do pasto de capim-andropogon em sistema silvipastoril e monocultura. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 62, n. 1, p. 200-207, 2010

VICTORIA FILHO, R. et al. Período crítico de plantas daninhas na implantação de pastagens de *Brachiaria brizantha*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23., 2002, Gramado. **Resumos...** Gramado: SBCPD, 2002. p. 94.

VICTÓRIA-FILHO, R.; CORSI, M.; LADEIRA-NETO, A. A influencia dos métodos de controle químico e manual de plantas daninhas no desenvolvimento de bovinos em pastagens de capim-colonião (*Panicum maximum* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 18, **Anais...**Brasília, 1991. p.107.

VICTÓRIA-FILHO, R.; LADEIRA-NETO, A.; PELISSARI, A.; REIS, F.C.; DALTRO, F. P. Manejo sustentável de plantas daninhas em pastagens. In: MONQUERO, P.A. (Org. e Ed.) **Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas**. São Carlos: Rima Editora, 2014. p. 179-207.

CAPÍTULO 2

Alternativas para o manejo de capim-navalha e capim-capeta em pastagens na Amazônia

Carlos Mauricio Soares de Andrade

Moacyr Bernardino Dias-Filho

1. Introdução

Qualquer espécie de planta capaz de se estabelecer e reproduzir em pastagens, causando impacto negativo na produtividade animal e aumentando o custo de produção da atividade pecuária, é considerada uma planta daninha. Algumas espécies de gramíneas são classificadas como plantas daninhas em pastagens. Diferentemente das gramíneas forrageiras, essas espécies são indesejáveis em pastagens por apresentarem baixo valor forrageiro, que pode ser devido ao seu baixo valor nutritivo, baixa palatabilidade, ou ambos. As gramíneas indesejáveis em pastagens frequentemente também possuem alta capacidade de multiplicação.

Atualmente, as duas espécies que causam maiores problemas em pastagens plantadas na Amazônia são o capim-navalha (*Paspalum virgatum*) e o capim-capeta (*Sporobolus indicus*) (Figura 1). A infestação pelo capim-navalha, também conhecido na região por navalhão, capim-duro ou capim-cabeçudo, é mais frequente em pastagens formadas em solos mais úmidos, que sofrem encharcamento durante o período mais chuvoso do ano. Por esse motivo, existe uma associação muito forte entre a síndrome da morte do capim-braquiário e a infestação das pastagens pelo capim-navalha (ANDRADE et al., 2012; ANDRADE, 2015). Já o capim-capeta, também conhecido na Amazônia como capim-pt ou capim-colchão, causa maiores problemas em pastagens antigas, com solos empobrecidos, submetidas ao superpastejo ou atacadas frequentemente por insetos-praga, como as cigarrinhas-das-pastagens. Ou seja, pastagens em que o pasto se apresenta falhado, com crescimento pouco vigoroso e com baixa capacidade de competir com a planta daninha. No Pará,

tem causado maiores problemas em locais com estação seca mais rigorosa (DIAS-FILHO, 2015).

Não existem estatísticas sobre a magnitude dos prejuízos provocados por essas duas plantas daninhas na pecuária da Amazônia. Porém, o crescimento da demanda por informações sobre o seu controle, nos últimos 15 anos, sugere que sejam muito expressivos. No Acre, raramente uma fazenda não possui pelo menos uma dessas espécies infestando as pastagens.

O objetivo deste texto é orientar os pecuaristas sobre as técnicas de manejo que vem produzindo melhores resultados na recuperação e reforma de pastagens infestadas pelo capim-capeta e capim-navalha, na Amazônia. Também são sugeridas medidas de prevenção para as pastagens ainda não invadidas por essas plantas daninhas.



Figura 1. Pastagens infestadas de capim-capeta (A) e capim-navalha (B). **Fotos:** Carlos Mauricio Soares de Andrade.

2. Manejo do capim-navalha

Há duas estratégias principais de combate ao capim-navalha em pastagens. A primeira se aplica aos casos em que a pastagem infestada será submetida a reforma, indicada quando o nível de infestação pelo capim-navalha for superior a 35%, quando a pastagem estiver degradada ou quando há necessidade de substituição da espécie forrageira (p. ex. pastagens acometidas pela síndrome da morte do capim-braquiário). Nesses casos, deve-se associar técnicas para eliminar as touceiras do capim-navalha, evitando sua rebrotação, com métodos de controle da emergência de suas sementes. Já nos casos de infestação pequena a moderada (até 35%) ou reinfestação de pastagens recém-reformadas, onde as plantas forrageiras ainda apresentam bom estande, podem ser utilizados métodos de controle com herbicidas pós-emergentes. Nesses casos, especialmente em pastagens formadas com capins de touceira, pode ser necessário o plantio de mudas de espécies estoloníferas para melhor ocupação dos locais onde o capim-navalha foi controlado, diminuindo a possibilidade de reinfestação (ANDRADE & FONTES, 2015).

As primeiras tentativas de reformar pastagens infestadas pelo capim-navalha, no Acre, no final da década de 1990, não tiveram sucesso. Um dos motivos foi a falha em eliminar as touceiras desse capim durante o preparo de solo. Assim, quando o preparo de solo é realizado após o início do período chuvoso, a umidade do solo permite a rebrotação das touceiras de capim-navalha (ANDRADE et al., 2012). Como o estabelecimento de capins a partir da rebrotação de touceiras é mais rápido do que a partir de sementes, a reinfestação da área pelo capim-navalha é inevitável. Desse modo, recomenda-se efetuar o preparo de solo durante o período seco do ano, quando a baixa umidade do solo ajudará a eliminar as touceiras do capim-navalha. Caso não seja possível preparar o solo durante a seca, a alternativa é dessecar a vegetação com o herbicida glifosato (3 kg/ha de formulação comercial granulada contendo 720 g/kg de equivalente ácido de glifosato), uma a duas semanas antes do preparo de solo (ANDRADE et al., 2012).

Outra causa dos fracassos iniciais era a baixa eficiência de controle do banco de sementes do capim-navalha existente no solo. Conforme demonstrado por Sistachs & León (1987) apenas 26% das sementes do capim-navalha

enterradas a 7,5 cm de profundidade conseguiram emergir do solo, sendo nula a emergência a 12,5 cm de profundidade. Assim, o preparo de solo mal feito, com uma ou duas gradagens superficiais, tem pouco efeito sobre a sementeira do capim-navalha. Entretanto, embora o preparo de solo bem feito reduza a emergência das sementes do capim-navalha, não é suficiente para evitar a reinfestação da área. Alguns pecuaristas então passaram a realizar gradagens sucessivas, intercaladas de pousio para permitir a emergência da sementeira, na tentativa de diminuir o banco de sementes do solo. Embora isso ajude a controlar a sementeira, é uma prática não recomendada por causa do custo elevado e do impacto negativo sobre a estrutura do solo, redução da matéria orgânica e aumento da suscetibilidade à erosão hídrica.

Estudos realizados em Cuba, na década de 1980, atestaram a eficácia dos herbicidas atrazina e trifluralina para o controle pré-emergente do capim-navalha (SISTACHS et al., 1982; SISTACHS & LEÓN, 1987). A trifluralina, na dose de 0,62 kg/ha de ingrediente ativo, inibe a germinação de 90% das sementes. Já a atrazina causa a mortalidade de plântulas que emergem. Os resultados obtidos tanto em casa de vegetação quanto no campo mostraram que a dose de 2,0 kg/ha de atrazina possibilita o controle de 85% do capim-navalha, alcançando 100% com a dose de 3,0 kg/ha no campo.

A trifluralina, por ser um graminicida pré-emergente de largo espectro, somente pode ser usada no estabelecimento de leguminosas forrageiras e de gramíneas plantadas por mudas. Já a atrazina é seletiva para várias cultivares de gramíneas plantadas por sementes, tais como a *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens*, todas as cultivares de *B. brizantha* e algumas cultivares de *Panicum maximum* (Mombaça, Tanzânia e Massai) (ANDRADE & FONTES, 2015). As cultivares de *P. maximum* apresentaram maior sensibilidade à atrazina quando aplicada em solo muito arenoso (VERZIGNASSI, 2011a; 2011b), porém não é comum a infestação pelo capim-navalha nesse tipo de solo. Já para a cultivar BRS Zuri, a fitotoxicidade foi alta mesmo em solo argiloso (34%), atingindo 81% em solo arenoso (Jaqueline Rosemeire Verzignassi, comunicação pessoal).

Embora os resultados de pesquisa confirmem a eficácia da atrazina no controle pré-emergente do capim-navalha e sua seletividade para diversas cultivares de gramíneas forrageiras utilizadas no Brasil, a sua recomendação para uso em pastagens não pode ser feita via receituário agrônomo. A razão é

que este herbicida ainda não está registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para uso em pastagem, apenas para as culturas de abacaxi, cana-de-açúcar, milho, pinus, seringueira, sisal e sorgo (BRASIL, 2015).

Deste modo, a solução encontrada para disponibilizar essa alternativa de controle na reforma de pastagens foi associar a cultura do milho na reforma da pastagem degradada, tendo como benefício adicional a amortização dos custos de reforma com a comercialização dos grãos (ANDRADE et al., 2012). Essa técnica foi validada inicialmente em 40 ha no Acre e vem sendo adotada em larga escala em diversas localidades da Amazônia, nos últimos cinco anos. A recomendação tem sido aplicar a atrazina em pré-emergência em área total, na dosagem de 4,0 L/ha do produto comercial (500 g/L de ingrediente ativo), diluído em volume de calda de 200 L/ha a 400 L/ha, imediatamente após a semeadura do milho e das forrageiras (ANDRADE et al., 2012).

Depois da aplicação do herbicida, deve-se evitar a entrada de máquinas na área plantada por pelo menos 30 dias, para impedir que a película de atrazina que cobre o terreno seja rompida, diminuindo a efetividade do controle do capim-navalha (SISTACHS & LEÓN, 1987).

Andrade & Fontes (2015) descreveram experiência recente, também desenvolvida no Acre, para validação do plantio direto do capim-tangola associado ao uso da trifluralina em pré-emergência para reforma de pastagem com alta infestação pelo capim-navalha. A área foi roçada na primeira semana de outubro de 2014, com uso de roçadeira de arrasto, permanecendo vedada por 30 dias, quando foi dessecada com uso de 2,5 kg/ha de glifosato granulado. O capim-tangola foi plantado por mudas (pedaços de estolão maduros), 15 dias após a dessecação, utilizando uma plantadeira de mudas com três linhas espaçadas de 1,0 m. Em seguida a área foi pulverizada com calda preparada com 4 L/ha de produto comercial a base de trifluralina (600 g/L de ingrediente ativo) diluído em 400 L/ha de água. O controle de plantas daninhas dicotiledôneas e ciperáceas foi efetuado 30 dias após o plantio, com aplicação de 2 L/ha de herbicida comercial a base de 2,4-D (670 g/L de equivalente ácido). A adubação constou da aplicação de 100 kg/ha de superfosfato triplo imediatamente antes do plantio e de 100 kg/ha de ureia aos 35 dias após o plantio. A eficiência de controle do capim-navalha foi considerada muito boa,

assim como a velocidade de estabelecimento do pasto de capim-tangola. Entretanto, a recomendação dessa técnica também está limitada pela falta de registro do herbicida trifluralina para pastagem no MAPA (BRASIL, 2015). Esforços estão sendo feitos junto às empresas responsáveis pelo registro da atrazina e da trifluralina no Brasil, para tentar solicitar sua extensão de uso para pastagem.

Para maiores detalhes sobre as técnicas de plantio mecanizado de mudas dos capins tangola e grama-estrela-roxa e da leguminosa amendoim forrageiro, três forrageiras com excepcional adaptação aos solos úmidos onde prevalecem as infestações de capim-navalha na Amazônia, pode-se consultar publicação disponibilizada em 2016 pela Embrapa Acre (ANDRADE et al., 2016).

Para as áreas em que a reforma da pastagem não é necessária, a recomendação de manejo se baseia na associação de métodos de controle do capim-navalha com medidas para evitar a reinfestação da área. Por mais efetivo que seja o controle, o banco de sementes do capim-navalha continuará presente no solo, apto a reinfestar a área quando o pasto estiver falhado e pouco vigoroso. Assim, recomenda-se replantar áreas da pastagem em que o pasto está falhado, manejar a pastagem seguindo as alturas de manejo recomendadas para cada capim, preferencialmente utilizando o pastejo rotacionado. Também é importante fazer uma análise de solo para verificar a necessidade de reposição de nutrientes que possam estar limitando a produtividade da pastagem.

As técnicas de controle do capim-navalha vêm evoluindo ao longo dos anos. Inicialmente, o arranquio manual das touceiras com enxada foi o método mais utilizado pelos pecuaristas. É efetivo, porém lento e caro, pois demanda muita mão de obra. Posteriormente, o controle passou a ser realizado com aplicações dirigidas de glifosato a 1%, com uso de pulverizador manual costal. Também é efetivo, mais rápido e barato do que o arranquio manual, porém tem o inconveniente de eliminar também as forrageiras que crescem em volta das touceiras do capim-navalha, abrindo espaço para a infestação destes locais por sementes de outras plantas daninhas e do próprio capim-navalha. Mais recentemente, passou-se a direcionar o bico de pulverização no interior da touceira do capim-navalha, na tentativa de reduzir a deriva do herbicida para o pasto. Nesse caso, como há redução da área foliar do capim-navalha molhada

pelo herbicida, convém aumentar a concentração da calda para 2% a 3%, para manter a eficácia de controle.

Já nos últimos três anos, os pecuaristas do Acre começaram a utilizar aplicadores seletivos de herbicida para combater o capim-navalha, seguindo a experiência bem sucedida dos pecuaristas do Sul do Brasil no combate ao capim-anonni (*Eragrostis plana*) (PEREZ, 2008; 2010). Os aplicadores seletivos são conhecidos como enxada química, roçadeira química ou rodo químico (DEUBER, 2003; ANDRADE, 2015). Utilizam materiais absorventes, tais como corda, esponja ou tecido, que são encharcados com a calda do herbicida (geralmente o glifosato) e utilizados para molhar seletivamente as folhas das plantas daninhas. São muito comuns nos Estados Unidos, Nova Zelândia e Austrália, onde se comercializam diversos modelos manuais e tratorizados com o nome de *weed wiper* (JOHNSON, 2011). No Brasil, está disponível o aplicador tratorizado Campo Limpo, desenvolvido pela Embrapa e comercializado pela Grazmec (PEREZ, 2010). O uso dos aplicadores seletivos geralmente exige o manejo prévio da área para estabelecer uma diferença de altura entre a planta daninha e o pasto, de modo que somente as folhas das plantas daninhas sejam molhadas com a calda do herbicida (ANDRADE, 2015). Em pastagens formadas com capins de touceira e de porte alto (Mombaça, BRS Zuri, Xaraés e outros), é viável apenas o uso de aplicadores seletivos manuais. As instruções para uso do aplicador tratorizado Campo Limpo são descritas em Perez (2010). Já Andrade (2015) descreve o uso da enxada química manual no controle do capim-navalha.

3. Manejo do capim-capeta

O capim-capeta tem atributos que o tornam uma planta daninha extremamente nociva em pastagens, sendo, portanto, de prevenção e controle muito difíceis. Algumas dessas características são a baixa aceitabilidade e valor nutritivo (PADILLA et al., 2003a), a alta produção de sementes (PADILLA et al., 2003a; BETTS & OFFICER, 2001) e a grande longevidade dessas sementes (PADILLA et al., 2003b; RBG KEW, 2015; Department..., 2007).

O grande potencial invasivo do capim-capeta e a imensa dificuldade de controle dessa planta daninha, uma vez estabelecida em uma determinada área,

justificam plenamente a implantação prioritária de um programa de prevenção em áreas ainda não invadidas, ou com baixo nível de infestação.

Algumas práticas gerais de prevenção de plantas daninhas, sugeridas em Dias-Filho (2011), podem também ser empregadas especificamente para o capim-capeta. Dentre essas práticas, é possível destacar:

1. Durante a formação da pastagem, usar sementes com alto grau de pureza (alto valor cultural ou VC). O objetivo é diminuir as chances de contaminação do lote com sementes de capim-capeta.
2. O gado recém-chegado de pastagens onde exista infestação com capim-capeta não deve ser imediatamente transferido para pastagens ainda não infestadas. Uma quarentena de três a cinco dias, em área especial, é necessária para que a maioria das sementes que possam estar presentes no sistema digestivo, seja excretada pelas fezes. Essa quarentena também aumenta a possibilidade de que as sementes que estejam aderidas à pelagem e aos cascos dos animais sejam perdidas.
3. Adequar o manejo do pastejo e evitar a degradação da pastagem. Isto é, as pastagens devem ser mantidas vigorosas, por meio de adubações periódicas e controle do pastejo, evitando-se o aparecimento de áreas de solo descoberto. A justificativa é que períodos longos nos quais o solo permaneça exposto ou mesmo com cobertura vegetal insuficiente, incentivam a germinação e o estabelecimento do capim-capeta. Tais situações podem ser frequentes durante a estação seca, ou como consequência da queima (uso do fogo), do superpastejo, ou do empobrecimento do solo da pastagem.

A essas recomendações outras podem ser acrescentadas, especificamente para prevenir a infestação do capim-capeta, conforme descritas a seguir:

1. Durante a formação ou reforma da pastagem, em áreas onde haja possibilidade de infestação do capim-capeta, aumentar as taxas de semeadura (em torno de 30%), visando melhorar a capacidade competitiva da forrageira a ser implantada contra a germinação e estabelecimento dessa planta daninha.

2. Limpar cuidadosamente (com uso de jato d'água ou ar comprimido) veículos e implementos agrícolas que trafegaram ou foram usados em áreas já infestadas com capim-capeta.
3. Considerar as características dos capins a serem plantados em áreas com possibilidade de infestação pelo capim-capeta. Se possível, evitar plantar capins que não sejam eficientes em cobrir o solo e que sejam muito lentos para formar a pastagem.

Controlar infestações de capim-capeta é uma tarefa de longo prazo que demanda conhecimento técnico, dedicação de tempo e de dinheiro. De acordo com Dias-Filho (2015), escolha dos métodos de controle do capim-capeta em pastagens deve ser feita de acordo com o grau de infestação (leve e pesada). Nas infestações leves o capim-capeta está presente na forma de plantas individuais, espaçadas na pastagem, ou em pequenas reboleiras (conjunto de plantas adensadas). Em geral, até 10% de infestação da pastagem (em termos de área coberta de solo) pelo capim-capeta poderia ser ainda considerado como leve. Ocorrências de infestações mais densas (acima de 10% de infestação da área da pastagem), devem ser consideradas como infestações pesadas.

Em áreas altamente infestadas pelo capim-capeta, com mais de uma planta por metro quadrado (Figura 1), geralmente a alternativa mais viável é a reforma da pastagem. No entanto, como o grande problema para o controle do capim-capeta reside na imensa reserva de sementes dessa planta daninha existente no solo (banco de sementes), os procedimentos empregados para reformar a pastagem devem ser ajustados, objetivando, além de eliminar as plantas adultas, buscar o sucessivo esgotamento do banco de sementes no solo (DIAS-FILHO, 2015).

Em áreas com aptidão agrícola, uma opção interessante é cultivar grãos (milho, sorgo forrageiro, soja etc.) durante pelo menos dois anos, seguindo as recomendações de adubação e demais tratamentos culturais para cada cultura agrícola, antes da nova formação da pastagem. O objetivo seria gerar renda em curto prazo, enquanto a área estivesse sendo recuperada e buscar o progressivo esgotamento do banco de sementes de capim-capeta nessa área.

Nesse caso, antes do preparo do solo (passagem da grade aradora e niveladora) para o plantio da cultura, o ideal seria dessecar a vegetação

dominada pelo capim-capeta. As recomendações feitas para dessecação de pastagens infestadas pelo capim-navalha também se adequam ao controle do capim-capeta.

Após o preparo do solo, a cultura agrícola deve ser semeada, usando-se um herbicida pré-emergente recomendado para a cultura. O objetivo seria controlar as plantas de capim-capeta que germinassem das sementes armazenadas no solo. Para a semeadura do milho, por exemplo, Andrade et al. (2012) recomendam aplicar o herbicida atrazina, em pré-emergência, em área total, na dosagem de 4,0 L/ha do produto comercial (500 g/L de i.a.), diluído em volume de calda de 200 L/ha a 400 L/ha, imediatamente após a semeadura do milho.

Esse procedimento deve ser repetido no ano seguinte, sendo que, nesse ano ou no terceiro ano, deve-se plantar, juntamente com o milho, o capim que irá formar a nova pastagem.

Quando não for possível o plantio de culturas agrícolas, pode-se optar pela reforma direta da pastagem. No entanto, é importante ressaltar que na reforma direta da pastagem, o banco de sementes no solo do capim-capeta é pouco afetado. Portanto, na reforma direta é necessário que o preparo de solo, semeadura e adubação sejam feitos com bastante cuidado, para que a nova pastagem seja formada de forma vigorosa, diminuindo os problemas com reinfestação do capim-capeta, proveniente das sementes armazenadas no solo.

Assim como para o capim-navalha, ainda não dispomos de herbicidas pós-emergentes seletivos para o controle do capim-capeta em pastagens. Assim, em infestações leves, restam as mesmas opções de controle: arranquio manual ou aplicação de glifosato em jato dirigido ou com uso de aplicadores seletivos.

O arranquio manual somente é indicado quando há poucas plantas individuais na pastagem. É feito com auxílio de uma enxada ou ferro de cova, por exemplo. Antes de arrancar as plantas, deve-se cortar e ensacar as panículas (cacho com as sementes), para serem posteriormente queimadas, em local distante da pastagem. Esse procedimento deve ser feito no período chuvoso, pois facilita a retirada das touceiras do capim-capeta com as raízes do solo. Para infestações um pouco mais densas, a retirada manual das plantas normalmente não é prática, nem muito menos economicamente viável.

Ao retirar as plantas, o solo é revolvido, expondo à luz sementes do capim-capeta que estavam sombreadas ou enterradas. Isso pode incentivar a germinação dessas sementes, iniciando assim novo ciclo de infestação. Recomenda-se, portanto, o replantio imediato da forrageira da pastagem nos locais aonde foi arrancado o capim-capeta.

Em infestações leves, não se deve apenas roçar o capim-capeta, pois a roçagem aumenta a densidade dessas plantas e facilita a dispersão das suas sementes, não contribuindo, portanto, para o seu controle.

O controle químico com pulverização dirigida do herbicida glifosato (360 g/L de equivalente ácido) utiliza calda preparada a 1%, diluindo 1 litro do produto em 100 litros de água limpa. Para a formulação granulado dispersível, de maior concentração de glifosato (720 g/kg de equivalente ácido) sugere-se usar 500 g do produto em 100 litros de água limpa, aplicado com pulverizador costal. Como o glifosato é um herbicida não seletivo, a pulverização deve ser dirigida apenas para as touceiras do capim-capeta, tomando-se o cuidado de pulverizar bem próximo às plantas, no sentido de cima para baixo. Nas reboleiras, aplicar primeiro nas bordas e, em seguida, para o centro da reboleira. O herbicida deve ser aplicado apenas nas folhas do capim-capeta. Pulverizar as panículas (cachos com as sementes) não é eficaz. Outra recomendação importante é que se deve primeiro aplicar o herbicida nas touceiras que estão mais isoladas e, só depois, nas mais adensadas (agrupadas).

O glifosato terá maior eficácia se for aplicado durante o período chuvoso, quando as folhas do capim-capeta estiverem crescendo ativamente. Portanto, as plantas a serem controladas pelo herbicida precisam estar em boas condições de desenvolvimento vegetativo, não devendo estar sob condições de seca ou excesso de água no solo. Pode-se também estimular o crescimento das folhas do capim-capeta roçando as plantas, para forçar a rebrotação, em torno de duas semanas antes da aplicação do herbicida. No entanto, como já informado, a roçagem só deveria ser feita após terem sido retiradas as panículas que ainda tenham sementes, diminuindo assim, a possibilidade de disseminação dessas sementes pelo ato da roçagem.

Normalmente, os sintomas (amarelecimento) nas plantas do capim-capeta aparecem de três a sete dias após a aplicação do herbicida, sendo que

o controle efetivo (morte das plantas), caso ocorra, será evidenciado entre 20 a 30 dias, após a pulverização.

Nos locais em que ocorrer o controle total do capim-capeta, o solo tenderá a ficar descoberto e, portanto, propício para que as sementes desse capim e de outras plantas daninhas, existentes no solo, germinem. Assim, recomenda-se que nessas áreas o pasto seja ressemeado, ou replantado por mudas, dificultando, assim, o reaparecimento do capim-capeta.

Desde que o glifosato seja usado dentro da dosagem recomendada, não há período de carência para o gado usar a pastagem. Portanto, não é necessária a retirada dos animais da área durante a aplicação desse herbicida.

O controle químico de infestações leves do capim-capeta também pode ser feito com uso de aplicadores seletivos de glifosato. O menor tamanho das touceiras de capim-capeta, quando comparado ao capim-navalha, é um aspecto que dificulta a diferenciação de tamanho entre a planta daninha e o pasto, importante para a eficácia desse método. O uso de aplicadores tratorizados, como o Campo Limpo, somente é possível em pastos de capins de porte baixo, como a *Brachiaria humidicola*, por exemplo. Outro fator importante, é a tendência do capim-capeta apresentar touceiras com alta relação inflorescência/folhas após o seu florescimento, o que dificulta a absorção da calda do herbicida aplicado com aplicadores seletivos. Por isso, recomenda-se que o controle seja realizado no início da estação chuvosa, quando a maioria das touceiras do capim-capeta apresenta maior área foliar (pré-florescimento). As experiências com o uso da roçadeira química Campo Limpo no controle do capim-capeta no Acre mostraram que melhores resultados são obtidos com duas aplicações sequenciais em sentidos opostos.

4. Considerações finais

As gramíneas invasoras de pastagens constituem o grupo de plantas daninhas mais problemáticas em pastagens plantadas na Amazônia. O capim-navalha e o capim-capeta são os dois principais representantes deste grupo, mas há outras espécies importantes, como o capim-amargoso (*Homolepis aturensis*), o capim-sapé (*Imperata brasiliensis*) e o capim-rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*).

A principal dificuldade para o manejo das gramíneas invasoras de pastagens continua a ser a ausência de herbicidas pós-emergentes seletivos. As alternativas de manejo desenvolvidas nos últimos anos e tratadas neste texto são um avanço importante e têm sido adotadas de forma crescente na região. Entretanto, a demanda por herbicidas pós-emergentes seletivos continua grande, pois simplificaria sobremaneira o controle dessas plantas daninhas nas fazendas.

Devido ao alto custo do desenvolvimento de novas moléculas pela indústria química, a alternativa tem sido buscar herbicidas registrados para outras culturas na tentativa de identificar produtos e doses que sejam efetivos no controle das gramíneas invasoras e seletivos para as forrageiras. O problema é que, em decorrência do tamanho da demanda pelos pecuaristas e a ausência de resposta das instituições de pesquisa, os testes de novos herbicidas têm sido feitos de forma empírica por consultores de casas agropecuárias, sem a chancela dos órgãos de controle e o rigor científico necessário para esses testes. O resultado pode ser a recomendação de uso de produtos com baixa eficácia ou que ofereçam riscos à saúde humana e do gado.

Referências

ANDRADE, C. M. S.; FONTES, J. R. A. Biologia e manejo de capim-navalha e capim-capeta em pastagens. In: IKEDA, F. S.; INOUE, M. H. (Ed.). **Manejo sustentável de plantas daninhas em sistemas de produção tropical**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 71-102. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130806/1/25735.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

ANDRADE, C. M. S. **Controle do capim-navalha com enxada química manual**. In: MANEJO de plantas daninhas em pastagens da Amazônia. Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. 4 p. 1 folder. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133959/1/25800.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

ANDRADE, C. M. S.; FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, T. K.; FARINATTI, L. H. E. **Reforma de pastagens com alta infestação de capim-navalha (*Paspalum virgatum*)**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2012. 14 p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 64). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76173/1/Circular-tecnica-64-Reforma-de-pastagens.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

ANDRADE, C. M. S.; SANTOS, D. M.; FERREIRA, A. S.; VALENTIM, J. F. **Técnicas de plantio mecanizado de forrageiras estoloníferas por mudas.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2016. 22 p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 72). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157263/1/26267.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

BETTS, J.; OFFICER, D. **Control of Giant Parramatta Grass.** Agnote. Agnote DPI/354, revised September 2001. NSW Agriculture, Orange, New South Wales. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Agrofit.** Brasília. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 27 abr. 2015.

DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES AND FISHERIES. **Weedy Sporobolus grasses:** best practice manual. Brisbane: The State of Queensland, Department of Primary Industries and Fisheries, 2007. 38 p.

DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes.** 2.Ed. Jaboticabal: Funep, 2003. v.1. 452 p.

DIAS-FILHO, M. B. **Controle de capim-capeta [*Sporobolus indicus* (L.) R. Br.] em pastagens no estado do Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015. 7 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 268). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130418/1/COM-TEC-268.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens:** processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. reimp. Belém, PA, 2011. 215p.

JOHNSON, J. **Weed wiper technology and usage.** Ardmore: The Samuel Roberts Noble Foundation, 2011. 7 p. Disponível em: <http://www.noble.org/ag/soils/weed-wiper-tech/nf-so-11-06.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2015

PADILLA, C.; FEBLES, G.; ACHANG, G.; CURBELO, F.; SARDIÑAS, Y. Estudios acerca de la germinación de Espartillo (*Sporobolus indicus* L). Una maleza de los pastizales tropicales. In: FORO LATINOAMERICANO DE PASTOS Y FORRAJES, 2, 2003, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. **Anais...** La Habana: ICA, 2003b. 1 CD-ROM.

PADILLA, C.; FEBLES, G.; SARDIÑAS, Y. El espartillo (*Sporobolus indicus* L) R. Br. Contribución a los estudios de biología, control y efectos en la degradación de los pastizales. In: FORO LATINOAMERICANO DE PASTOS Y FORRAJES, 2, 2003, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. **Anais...** La Habana: ICA, 2003a. 1 CD-ROM.

PEREZ, N.B. **Aplicador manual de herbicida por contato**: enxada química. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2008. 3 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 67). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/63859/1/CO67.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

PEREZ, N.B. **Controle de plantas indesejáveis em pastagens**: uso da tecnologia campo limpo. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2010. 7 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado técnico, 72). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31725/1/CO-72-online.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2017.

RBG Kew, **Seed Information Database**, Wakehurst Place, 2015. Disponível em: <http://bit.ly/1Tf9m5x>. Acesso em: 8 mai. 2017.

SISTACHS C., M.; FERNANDEZ, L.; LEÓN, J.J. Susceptibilidad de la semilla de caguazo (*Paspalum virgatum* L.) a diferentes herbicidas. **Revista Cubana de Ciências Agrícolas**, v. 16, p.113-117, 1982.

SISTACHS C., M.; LEÓN, J. J. **El caguazo (*Paspalum virgatum* L.)**: aspectos biológicos, su control en pastizales. Havana: Edica, 1987. 57 p.

VERZIGNASSI, J.R. **Tecnologia de sementes: *Brachiaria***. Brasília, DF: Unipasto, 2011a. Palestra proferida durante o 8º Workshop Embrapa – Unipasto, Goiânia, 01 jun. 2011.

VERZIGNASSI, J.R. **Tecnologia de sementes: *Panicum***. Brasília, DF: Unipasto, 2011b. Palestra proferida durante o 8º Workshop Embrapa – Unipasto, Goiânia, 01 jun. 2011.

CAPÍTULO 3

Reforma e manutenção de pastagens: visão de um pecuarista

Luiz Fernando Ruy Sacchett Dias

1. Introdução

Começo esse capítulo sem o peso acadêmico, que possa conferido aos outros autores, dos demais capítulos que compõem esse simpósio. Isso porque quando convidado a apresentar e escrever para o simpósio, me idealizaram como uma pessoa que pudesse passar a visão de um produtor, o que na verdade eu sou. Além disso, houve uma mudança no título, de: “visão do pecuarista” para a “visão de um pecuarista”. Essa mudança que eu solicitei foi para que eu pudesse humildemente expor minhas ideias a respeito do tema, dentro da realidade e dificuldades que vivo no dia-a-dia, como qualquer outro produtor. Espero que este capítulo sirva como “insights” ou “inspirações” que ajudem em discussões, maneiras de pensar, uma vez que não existe uma “receita de bolo” para o sucesso, tampouco me considero um caso de sucesso.

Como qualquer outro empresário, de qualquer área de atuação, vivemos diariamente tomadas de decisão. Dentro de uma situação do empresário rural, focando na área de pecuária de corte (ou leite), a decisão de se reformar ou realizar uma manutenção de uma pastagem é feita de acordo com os parâmetros de cada um a cerca de uma determinada área. A grosso modo, os parâmetros levados em consideração (em diferentes graus de importância para cada produtor) são:

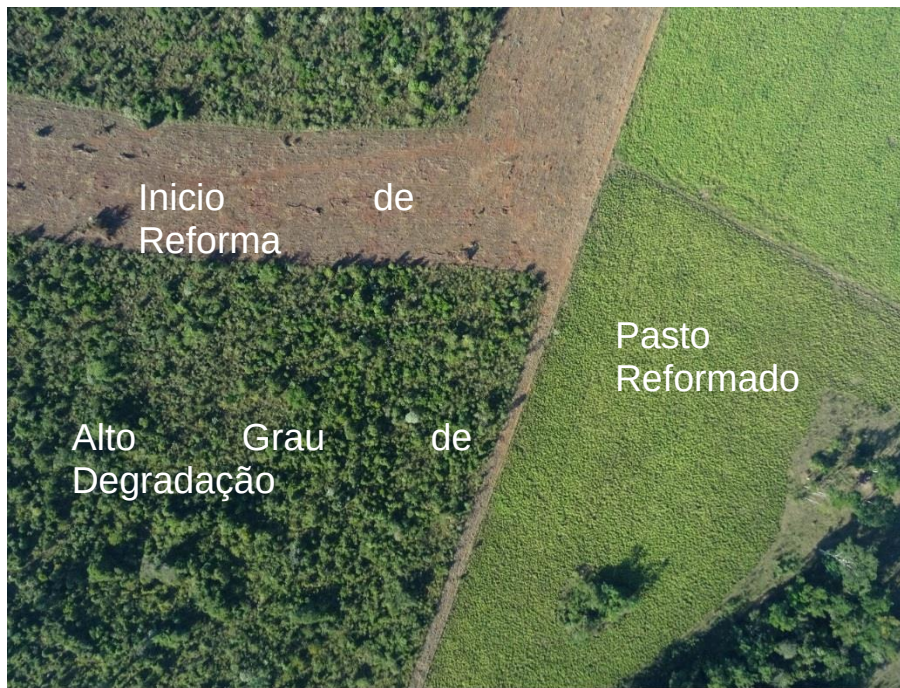
- a) Grau de degradação da pastagem
- b) Necessidade de troca da Forrageira
- c) Caixa Financeiro da Propriedade Rural

Todos esses itens, diretamente ou indiretamente afetam a tomada de decisão de reformar ou realizar a manutenção de uma área. Para desenhar algo

a respeito de cada item, gostaria de nivelar o que se refere a reformar uma pastagem e fazer a manutenção dela. A reforma de pastagem se refere a eliminar a pastagem atual na área e troca-la por uma nova pastagem por semeadura ou plantio de mudas, usando diferentes técnicas para isso. A manutenção de pastagem se refere em eliminar as possíveis indesejáveis competições que estão ocorrendo com a pastagem e/ou combater a queda de fertilidade natural do solo, pela exploração pecuária.

Quando falamos em grau de degradação do pasto (item a), é uma situação extremamente visual. Quando se toma uma medida tão empírica assim, como visual, a principal questão observada sem dúvida é a quantidade e tamanho das plantas invasoras. Normalmente, é comum que os pastos escolhidos para reforma sejam aqueles com um alto grau de infestação de plantas daninhas (já taxados como “juquiras”). A imagem abaixo tenta elucidar este pensamento.

É possível ver na imagem que é praticamente inexistente pasto na área com alto grau de degradação. Neste sentido, segue um pensamento: “aumentar a área de pasto, sem aumentar a área da fazenda”. É tranquilamente possível afirmar que a eficiência de pastejo (ou capacidade de um animal ingerir forragem) é maior no pasto reformado do que no pasto de alta degradação como da imagem. Ou seja, a área de pasto de 100 hectares reformado, são 100 hectares; uma área de pasto de 100 hectares em uma área de alta degradação como a da imagem, é de 30 a 50 hectares. Pela reforma, foi aumentada área de pasto da fazenda, sem aumentar a área total dela.



A necessidade de troca de forrageira (item b) é muito lembrado em nossa região quando se tem uma área afetada pela morte subida da braquiária, ainda sem uma causa definitiva esclarecida. A tendência é trocar o gênero braquiária pela dos gêneros panicuns. Entrando na mesma linha de raciocínio anterior, é comum ver que muitas áreas em que isso acontece, efetivamente ocorre a troca quando o espaço deixado por aquela espécie forrageira começa a ser ocupada por plantas indesejáveis. Em outras palavras, ela é realmente trocada quando a situação realmente começa a ser inadiável. É o que aconteceu na área de alto grau de degradação na imagem anterior.

Assim, como outros itens que irei discorrer na sequência, muitas vezes a tomada de decisão é pautada não apenas em um parâmetro, mas a sucessão ou consequência de um ou outro. Tomando mais uma vez área de alto grau de degradação como exemplo, era uma área de braquiária brizantha, cultivar marandu, que infelizmente passou pelo processo de morte subida. Desde a reforma até necessariamente a reforma que será efetuada esse ano, foram decorridos 6 anos. Portanto, o processo de degradação iniciou (item a), onde plantas invasoras começaram a aparecer (aceleradamente após as ocorrências de morte) e o seu controle não foi realizado, tornando a área ao longo do tempo como a imagem apresentada, acarretando a necessidade de trocar a forrageira (item b). Portanto, muitas vezes a tomada de decisão de trocar a forrageira não

tem a haver com a condição as vezes idealizada de colocar uma pastagem mais eficiente ou com maior capacidade de produção, mas sim por uma necessidade básica de uma planta que simplesmente se estabeleça.

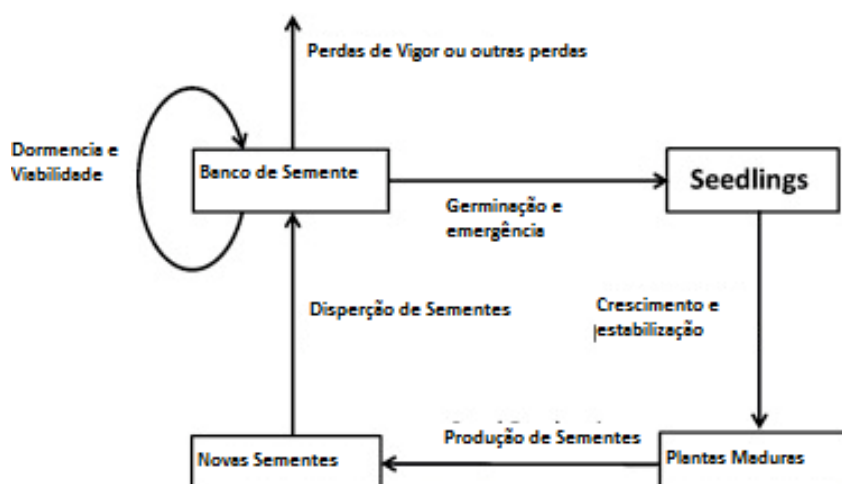
Como citado no prefácio desse capítulo, eu, Luiz Fernando, sou pecuarista, assim como muitos que leem esse capítulo. Digo isso mais uma vez para apresentar o parâmetro de Caixa financeiro da propriedade rural (item c). Este parâmetro no meu ponto de vista é um dos mais delicados não só pelas margens estreitas que a pecuária passa, mas ao mesmo tempo, uma válvula de escape para nos confortar com a ideia de que não vamos fazer nada, “talvez ano que vem”. Esta é mais uma provocação que gostaria de fazer a você, leitor. Devemos encarar tudo em uma empresa rural (ou simplesmente fazenda) como investimento. Veja bem, imaginem o péssimo retorno que aquele pasto em exemplo com alto grau de degradação teve ao longo de 6 anos. Além de todo o dinheiro investido para a reforma e para o estabelecimento da forrageira, que deve ser diluído em 6 anos, deve ser acrescentado a queda de eficiência de pastejo. Mesmo que a forma como o pasto foi reformado tenha sido de “baixo custo”. Ou seja, ela partiu de uma área de 100% pastejável para uma área em que menos da metade é utilizada. Em suma, eu entendo que o grau de investimento que se tem em uma área para a reforma é grande, mas se vai reformar, “faça da melhor forma possível”.

Mudando brevemente de assunto, sempre ouvi de colegas pecuaristas que a teoria não condiz com a prática. Fato em que não acredito.

O que eu realmente acredito é que a teoria mostra o caminho a ser seguido; a maneira eficiente; ou um norte; e não a verdade absoluta. Digo isso por que muitas vezes nós produtores, ao ouvirmos técnicos falando das teorias que deveriam nortear nosso sistema de produção e reproduzimos fielmente (ou acreditamos estar fazendo isso) sem nos atentarmos aos nuances do nosso particular sistema de produção. Isso por que esquecemos que normalmente aquela teoria está sendo mostrada a muitos produtores que possuem sim características próximas, mas ao mesmo tempo distintas. Essa mensagem pode parecer uma crítica aos palestrantes e técnicos, mas na verdade é uma crítica a nós produtores. Por isso, acredito que não existe teoria que não dá certo, mas sim, teoria que foi mal praticada na prática (me perdoem a redundância).

Voltando novamente a um dos temas desse capítulo, a reforma e manutenção, é muito mais vista como uma maneira de limpar o pasto altamente degradado, do que realmente combater a falta de fertilidade, que muitas vezes é a causadora dessa alta taxa de degradação. Portanto, neste sentido, lhe provoco caro colega produtor: o que você faz para combater a sujeira do seu pasto no momento da reforma? Se sua resposta é simplesmente revolver o pasto e semear um novo capim, deixe-me apresentar alguns pontos antes de lhe refazer a mesma pergunta.

O organograma abaixo mostra, teoricamente, o desenvolvimento da infestação de plantas daninhas. É possível observar que é o organograma é ciclo e, que o banco de sementes é somado a cada ciclo. Vamos imaginar plantas invasoras em nossa região como assa-peixe, guanxuma, capim-navalha. É possível confirmar que o número de sementes que elas produzem a cada ano, além de ser uma enorme quantidade, são sementes que perduram por muito tempo.



Neste sentido, é possível afirmar que a cada ciclo o número de sementes no solo (banco de sementes) aumenta. Ademais, isso é potencializado com a maturação e produção de mais sementes a cada ano pelas novas plantas que se desenvolveram, correto? Olhem de novo o pasto reformado e tentar imaginar a sequência dos ciclos até o pasto com alto grau de degradação. Para se ter uma ideia de quantas sementes uma única planta invasora pode produzir, analise a tabela abaixo.

Tabela 5. Quantidade de sementes produzidas por algumas espécies de plantas daninhas¹.

Espécie	Família	Número de sementes
Caruru	Amaranthaceae	120.000
Ançarinha-branca	Chenopodiaceae	20.000
Falsa-serralha	Asteraceae	2.700
Botão-de-ouro ²	Asteraceae	30.000
Beldroega	Portulacaceae	53.000
Nabiça	Brassicaceae	500
Maria-pretinha	Solanaceae	178.000
Serralha ³	Asteraceae	400.000
Urtiga	Urticaceae	1.300

¹ Quantidade produzida por uma única planta.

² *Galinsoga parviflora*.

³ *Sonchus oleraceus*.

Fonte: [Deuber \(1992\)](#).

Vamos analisar outro gráfico teórico antes de ir para a prática. Neste gráfico é possível entender que em uma determinada área isolada para estudo, foi contado o número de sementes de invasoras que germinaram (eixo da vertical, Y) depois de determinados dias (eixo da horizontal, X). É possível ver que após 25 dias, 3500 sementes germinaram. Esse número de sementes vai oscilando de maneira decrescente, mas mesmo assim, mesmo após 130 dias, 500 sementes ainda estavam germinando. Se somarmos todos os números, isso acumularia 12 mil sementes germinadas ao longo de 130 dias. Essa área de estudo compreende em 375 m², ou melhor, 3,75% de 1 hectare.

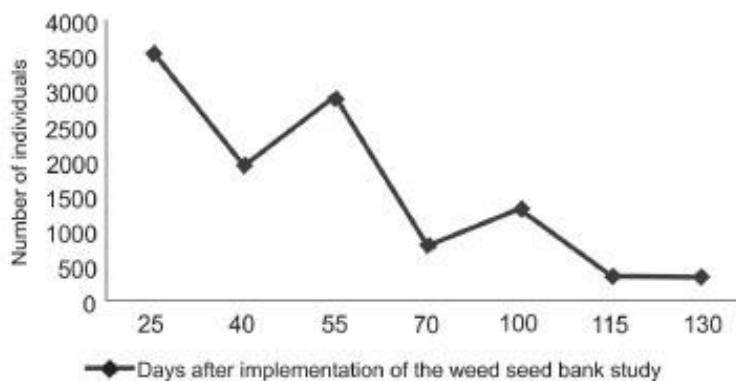


Figure 2. Germination curve of the soil weed seed bank *ex situ* from a rice field in the county of Bacabal, in the state of Maranhão, northeastern Brazil.

Imaginemos essa mesma área se fossemos plantar uma *Braquiária brizantha*. Uma boa semeadura implica em valores de 20 a 50 sementes por m². Em 375 m² seria em torno de 13 mil e 500 sementes. Ou seja, é possível que seja semeada a mesma quantidade de sementes de plantas invasoras já presente no solo.

Pois bem, essa foi a teoria. Vamos usa-la na pratica?

Na pratica, cada planta invasora possui sua característica que podem ajudar em diferentes tipos de solo, condições de clima e velocidade de infestação. Ademais, como vimos na teoria, uma área possui um banco de sementes rico o suficiente para reinfestar a área e recomeçar o ciclo vicioso ao qual degradou a mesma. Neste sentido, o investimento em reforma ao qual estamos pretendendo fazer deve se levar em consideração a redução do banco semente ou a eliminação das invasoras emergentes antes de sua maturação e produção de novas sementes.

Como fazer isso? A mais comum, e ao meu modo de ver, uma consequência natural da reforma, é a eliminação física de planta invasora. No processo gradação, sucessivas vezes a grade destrói a planta invasora, sua maioria. Mas não estamos aqui para discutir isso, mesmo porque esse processo é feito na reforma. Neste sentido, existem processos que julgo imprescindíveis para a realização de uma reforma limpa e duradoura. Esses processos podem ser listados como:

- a) Eliminação química de plantas indesejáveis antes do plantio
- b) Impedir a capacidade de emersão do seedling
- c) Eliminação química das plantas invasoras que tentam estabelecer junto com o pasto.

A eliminação de química de plantas indesejáveis antes do plantio compreende em realmente eliminar as plantas que possivelmente tenham sobrevivido após sucessivas passagens do trator com a grade. Quando se faz esse processo de gradagem durante a seca, é possível que menos plantas sobrevivam para o início da chuva, entretanto, quando esse processo é realizado no começo das águas, ocorrem mais plantas “sobreviventes”.

Neste momento, é imprescindível que ocorra eliminação destas plantas invasoras antes da semeadura pelo simples motivo de que vegetativamente, estas plantas já são maduras o suficiente para se propagarem na área que agora, não possui competição com outras plantas como o pasto. É comum ouvir de nossos pares pecuaristas que uma planta invasora tomou conta, ou que em uma reforma de Marandu para Mombaça após alguns anos se tornou um pasto

“misto”. Tudo isso é resultado da não eliminação da planta ou pastagem anterior de forma adequada.

Em pré-plantio, tem finalidade de promover a dessecação das plantas daninhas em áreas de plantio direto ou restos culturais. Desta forma, a melhor forma de condução para eliminação é a utilização de um herbicida muito conhecido e nada seletivo como o glifosato. Em processos de gradação realizados no período seco e após o início das chuvas, caso não seja realizado o plantio logo no começo, as plantas sobreviventes assim como as plantas que germinaram logo nas primeiras chuvas necessitam serem eliminadas para a realização do plantio. A mesma ideia deve ser usada, e principalmente, quando o processo de reforma feito durante as águas. Isso porque a chance de sobrevivência dessas plantas indesejáveis é muito maior.

Esta ideia consiste em eliminar as plantas que já estão em processo vegetativo. Agora, impedir a capacidade de emergência das futuras plantas invasoras é outra técnica que também deve ser levada em consideração e extremamente pouco utilizada entre nossos pares, pecuaristas. A aplicação em pré-emergência é feita quando os herbicidas têm ação apenas sobre as sementes ou em plantas em fase inicial de crescimento. Quando se conversa com agricultores em suas lavouras, é comum eles falarem de herbicidas pós e pré emergente em suas lavouras. Isso vem diminuindo de certa forma com o avanço do plantio direto, sobre a palhada. Mas, de forma convencional, é possível ver a utilização de herbicidas pré emergentes, que são aqueles que tem a função de bloquear o banco de sementes e impedir que eles sobrevivam logo após a germinação.

Como vimos na teoria, o banco de sementes é extremamente importante para um novo ciclo de infestação de plantas invasoras. Por isso é importante diminuir as chances de uma nova infestação de plantas indesejadas com o uso de herbicidas pré emergentes. Eles devem ser usados quase que ao mesmo tempo da semeadura. Isso garantirá que muitas plantas invasoras não nasçam juntamente com o pasto que foi semeado.

Mesmo após todos esses cuidados, muitas plantas invasoras ainda vão tentar se estabelecer junto com o pasto. Neste momento entra os herbicidas que estamos acostumados a usar, os pós emergentes. A aplicação em pós-emergência, tanto da cultura quanto da planta daninha, tem ação de contato,

quando atuam próximo ao local de absorção, ou sistêmica, quando ele se distribui por outras partes da planta, como raízes, por exemplo. Costumo orientar a usar esses herbicidas no momento em que um pasto reformado cubra em quase que sua totalidade o solo, ou em outras palavras, quando olhamos de longe e não vemos mais o marrom do solo, apenas o verde. Neste momento acredito que seja o momento mais importante para o uso deste herbicida. Isso garante que a baixa dosagem, e com isso, baixo custo de aplicação sejam muito menores do que a aplicação de manutenção que estamos acostumados a presenciar.

O custo de aplicação neste momento chega a ser metade de uma aplicação convencional em um pasto estabelecido além de ter uma eficiência muito maior. Neste momento, todas as plantas invasoras estão no mesmo estado vegetativo e, em pleno vigor. Quantos de nós não nos deparamos com uma situação em que no mesmo pasto, uma planta invasora não está no mesmo estágio vegetativo que outra e as eficiências entre elas não são as mesmas? Por isso a importância do momento certo da aplicação em uma reforma.

Após todos esses pontos destacados, a maioria deles sobre reforma, que começo a apresentar minhas ideias sobre a manutenção. A manutenção primeiro de tudo, é manter algo que se tem. Em outras palavras, não adianta fazer o investimento de pulverização em uma área em que não se tenha pasto, e em quantidade suficiente para ele competir contra plantas que irão emergir. Digo isso por que, como vimos anteriormente, o banco de sementes de uma pastagem com algum grau de degradação por plantas invasoras além de ser enorme, após essa “limpeza” da manutenção, irá germinar. Por esse motivo, muitas vezes uma área infestada de plantas daninhas deve ser limpa periodicamente. Então, se é dado o nome manutenção de pastagens.

A manutenção de pastagens tende a parecer mais simples do que a reforma. Isso porque o número de operações necessárias e o custo de investimento de uma ação com a outra é grande. Mas sua avaliação possui sua complexidade. Comparando o investimento em insumos de herbicidas pós emergente de reforma e manutenção, o custo da manutenção é de no mínimo o dobro do que o custo do pós-emergente da reforma. Associado a isso, a eficiência de aplicação (o quanto realmente o produto elimina de planta daninha na área) tende a ser menor na manutenção, aumentando assim os custos desse

processo. Por último, as áreas de manutenção de controle de plantas daninhas se dão normalmente em reboleiras, ou seja, se tornando oneroso aplicar em área total de pasto (visto o custo de calda) ou ineficaz a longo prazo se extremamente localizado.

Outro ponto importante dentro do processo de tomada de decisão é o sistema produtivo da fazenda como um todo. Analisando o histórico da área, é possível determinar as causas dessa infestação e com isso trata-las, e não só suas consequências, como as plantas daninhas em si. Parte integrante de uma boa manutenção de um pasto se dá pelo pousio deste logo após a aplicação de herbicidas. Isso porque a entrada de luz e a menor competição na área proporcionará o desenvolvimento da forrageira do pasto. É neste ponto que a manutenção começa a ser efetiva. Porém, se o sistema da fazenda se encontra em superlotação, não podendo garantir esse tempo para descanso, estaremos tratando a consequência e não a causa. Essa complexidade de tratar a causa do problema e não a consequência que faz com que a manutenção tenha que ser vista como uma tomada de decisão muito importante, diferentemente da reforma em que a dificuldade se resulta muito mais em riscos ambientais (chuva) e poder de negociação de insumos para a realização da reforma.

Ao longo do capítulo, tentei mostrar as diferenças entre a reforma e a manutenção das pastagens focado mais no aspecto de plantas daninhas. Em suma, a decisão de reformar um pasto se deve muito por fatores como troca de forrageira ou no aspecto geral do pasto, extremamente degradado. Em contrapartida, a decisão de manutenção de pastos se deve muito entre tentar eliminar a competição da forrageira com plantas invasoras. Por este ponto, gostaria de esclarecer que dentro de um sistema produtivo, é extremamente importante perceber as causas para a perda de perenidade do pasto, pela infestação de invasoras, do que apenas tratar as consequências.

CAPÍTULO 4

Desafios no manejo de plantas daninhas na sucessão soja-milho

Pedro Jacob Christoffoleti

Marcelo Rafael Malardo

Acácio Gonçalves Netto

Marcelo Nicolai

1. Introdução

A produção de soja no Brasil abrange, praticamente, todo o território nacional. Desta forma, a cultura é produzida em complexos e diversos sistemas de produção, sendo que ela pode ser sucedida pela cultura do milho, o qual é encarado como safrinha, e depois, dependendo da região produtora, a área pode ser explorada com uma cultura de inverno, como por exemplo, feijão, trigo, aveia, dentre outras. Portanto, ocorre uma intensificação das práticas de manejo e no caso de plantas daninhas podemos ter situações em que as áreas de produção se tornem mais manejáveis. Quando se explora apenas uma cultura no sistema de produção, surgem janelas que podem proporcionar as reinfestações das áreas agrícolas com plantas daninhas de ocorrência normal, de uma maneira mais normal e aceitável, ainda que ocorram em pressão de infestação muito maior. Em situações onde se simplifica muito o sistema de produção quanto ao manejo de plantas daninhas, a resistência de plantas daninhas é um sintoma natural, observado com mais frequência na cultura da soja onde plantas daninhas resistentes aos herbicidas inibidores da ALS, da ACCase e da EPSPs tem mais frequência (CHRISTOFFOLETI et al., 2014).

O processo de crescimento da cultura da soja no Brasil teve grande contribuição da biotecnologia, visto que, um marcante avanço ocorreu com a introdução de cultivares de soja geneticamente resistentes ao herbicida glifosato, visando auxiliar no manejo de ervas daninhas. Anteriormente a soja resistente ao glifosato, o manejo das lavouras era feito com herbicidas em pré e pós-

emergência, com efeito residual ou não no solo. Entretanto, diversos problemas, como fitotoxicidade na cultura e risco residual para as culturas subsequentes, diversidade na recomendação, custo elevado e ocorrência de biótipos resistentes aos herbicidas, principalmente a herbicidas inibidores da ALS e ACCase, fizeram com que o agricultor brasileiro adotasse de forma rápida e massiva a tecnologia da soja resistente ao glifosato.

Portanto, com a liberação comercial da soja geneticamente modificada, o herbicida glifosato passou a ser, praticamente, a única ferramenta de manejo de plantas daninhas na cultura da soja. O uso indiscriminado desta ferramenta vem causando enorme pressão de seleção aos biótipos resistentes, sendo agravado com a aprovação e liberação do milho geneticamente modificado resistente também ao glifosato, visto que, o sistema de produção ficou composto pela sucessão de soja e milho safrinha, tornando-se altamente dependente do uso do glifosato durante o ano todo (GAZZIERO et al., 2016).

Diante deste cenário e da importância da sustentabilidade na produção de alimentos, temas relacionados à proteção vegetal, como o tema de resistência das plantas daninhas, tornam-se cada vez mais importantes o estudo. Assim, o presente capítulo tem como objetivo trazer os aspectos gerais no manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas na cultura da soja.

2. Cultura da soja e o glifosato

A soja [*Glycine max* (L.) Merr.] é uma das culturas agrícolas mais importantes no Brasil, com área cultivada de, aproximadamente, 35 milhões de hectares na safra atual (2017/2018), sendo 3,4% maior que na safra anterior, com produção estimada em 113 milhões de toneladas (CONAB, 2018). Para a safra de 2016/2017, a área de soja plantada com cultivares transgênicas, atingiu 32,7 milhões de hectares, representando 96,5% do total semeado, sendo que 36,7% correspondem a cultivares com genes com tolerância a herbicidas (CÉLERES, 2017).

O herbicida glifosato é uma das moléculas mais estudadas e mais eficientes no manejo de plantas daninhas entre os herbicidas existentes no mercado e que, por isso, seu uso continua em expansão em todas as principais áreas agrícolas do mundo (GAZZIERO; GALLI, 2014). Esse herbicida age inibindo a enzima 5-enol-piruvil-shiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs), a qual é

catalisadora das reações de síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano. Influencia também outros processos, como a inibição da síntese de clorofila, estimula a produção de etileno, reduz a síntese de proteínas e o aumento da concentração do ácido indol-acético (IAA), prejudiciais ao crescimento e sobrevivência da planta (COLE, 1985; RODRIGUES, 1994; RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). A enzima EPSPs apresenta elevado nível de conservação, o que proporciona ao glifosato a capacidade de controlar praticamente todos os tipos de plantas, variando apenas a dosagem, o que o torna bastante útil no manejo de áreas com comunidade diversificada de plantas daninhas (VELINI et al., 2009).

Quando lançado em 1974, o glifosato foi recomendado para o controle de plantas perenes, com aplicações feitas direcionadas as plantas daninhas. Já na década de 80, foi recomendado para o controle de plantas daninhas anuais e uso em sistema de plantio direto (IKEDA, 2013). Com a união dos conhecimentos sobre engenharia genética e do modo de ação do glifosato, isolou-se um gene da bactéria do solo *Agrobacterium* spp., para inserção em plantas de soja. Esse gene, também conhecido como cp4-epsps, confere às plantas resistência à aplicação em pós-emergência do glifosato, por causa da modificação que proporciona na enzima EPSPs (BORÉM, 2005). Com isso, obteve-se a soja transgênica resistente ao glifosato ou soja Roundup Ready (RR), com lançamento no mercado americano em 1996 (HALTER, 2009).

No final dos anos 90, o glifosato foi registrado para canola, algodão, milho e soja resistentes ao herbicida. Nessa época, iniciaram-se os estudos com resistência a pragas, com o uso de genes de *Bacillus thuringiensis* (Bt) que levam a produção de proteínas tóxicas às lagartas (HALTER, 2009). A inserção dos genes RR e Bt resultaram na segunda geração de transgênicos, aqueles que associam duas características, sendo realizada primeiramente na cultura do milho.

3. Resistência de plantas daninhas a herbicidas

A resistência a herbicidas pode ser conceituada como: A capacidade inerente e herdável de alguns biótipos dentro de uma determinada população, de sobreviver e se reproduzir após a exposição à dose de um herbicida, que

normalmente seria letal a uma população normal (suscetível) da mesma espécie. (CHRISTOFFOLETI; LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Já o termo biótipo pode ser conceituado como: Grupo de indivíduos com carga genética semelhante, pouco diferenciada daquela de indivíduos de outros grupos, numa espécie. (KISSMANN, 2013).

No ano de 1957, nos Estados Unidos e Canada, foram relatados os primeiros casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas. As plantas eram as espécies *Commelina diffusa* Burn. e *Daucus carota* L. e o herbicida em questão foi o 2,4-D (HEAP, 1997).

No Brasil, na década de 70, o uso repetitivo do herbicida metribuzin para controle de espécies daninhas dicotiledôneas na cultura da soja, promoveu a seleção de biótipos de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), espécie classificada como tolerante a este herbicida, pois se constatou baixo nível de controle nos estudos de eficácia realizados com o metribuzin. Com isso, em meados da década de 80, foi introduzido no país o herbicida imazaquim, com objetivo de controlar especialmente as plantas de leiteiro. Esse herbicida é altamente específico possuindo como único mecanismo de ação nas plantas a inibição da enzima ALS (Aceto Lactato Síntese), interrompendo a síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina. Devido à alta especificidade de ação e considerando que a enzima ALS é reconhecida como passível de mutações frequentes, a evolução de resistência a esse mecanismo é rápida. Com a alta frequência de leiteiro nas lavouras o imazaquim passou a ser utilizado amplamente pelos produtores, sendo que durante mais de dez anos foi o principal herbicida utilizado em áreas cultivadas com soja, juntamente com a trifluralina (para controlar gramíneas) no Brasil. O uso repetido do imazaquim, associado às características da ALS, resultou na seleção de biótipos de leiteiro e de picão-preto (*Bidens pilosa*) resistentes a esse herbicida (VARGAS et al., 2016).

Com a aprovação do cultivo de soja RR (Roundup Ready) no Brasil em 2005, o manejo das plantas daninhas na cultura passou a ser feito, quase que exclusivamente, com o glifosato. O uso continuado e repetitivo deste herbicida promoveu grande pressão de seleção sobre as plantas daninhas, resultando na seleção de espécies tolerantes, como por exemplo, leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), trapoeraba (*Commelina* spp.) e, também, espécies resistentes, como

azevém (*Lolium multiflorum*), buva (*Conyza bonariensis*, *C. canadensis* e *C. sumatrensis*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-branco (*Chloris* spp.) e as espécies mais recentes, caruru-palmeri (*Amaranthus palmeri*) no ano de 2015 e capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) no ano de 2016 (HEAP, 2018), sendo que o caruru-palmeri é, atualmente, a espécie daninha que causa maior preocupação, considerando a experiência negativa e impactante de manejo nos EUA e Argentina.

Nos dias atuais, estão relatados, no Brasil, 49 casos de plantas daninhas resistentes a herbicidas, dos quais, 15 são casos de resistência múltipla, ou seja, espécies daninhas resistentes a dois ou mais mecanismos de ação. Os principais mecanismos de ação que apresentam plantas daninhas resistentes são: ALS (29 casos), EPSPs (14 casos) e ACCase (9 casos) (HEAP, 2018).

4. Manejo e prevenção da resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil

Ao tratarmos do manejo de plantas daninhas na cultura da soja, abordaremos, também, o manejo de plantas daninhas na cultura do milho, visto que grande parte dos agricultores brasileiros faz rotação entre as culturas (soja na primeira safra e milho na segunda (safrinha) ou vice-versa).

Algumas etapas devem ser seguidas para um manejo de plantas daninhas adequado e eficiente:

Primeira etapa: dessecação das áreas para semeadura. Essa operação visa à diminuição da pressão de infestação de plantas daninhas oriundas de sementes e eliminar restos de plantas daninhas com capacidade para propagação vegetativa (CONSTANTIN et al., 2009). O uso do glifosato é fundamental nesta etapa, representando a principal ferramenta neste processo. A utilização de herbicidas residuais auxilia a ação do glifosato e promove a desinfestação almejada quanto à diminuição da pressão de infestação de certas espécies de plantas daninhas (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2013).

A aplicação para dessecação da área de plantio pode ser dividida em duas épocas espaçadas de duas semanas, onde na primeira aplicação o glifosato é o protagonista, tornando a área semeável pelo simples fato de se eliminar a cobertura vegetal que dificulta a semeadura, sendo auxiliado principalmente pelo

2,4-D ou herbicidas inibidores da PROTOX, como saflufenacil, flumioxazina e carfentrazone. Enquanto, na segunda aplicação se tem uma complementação, com herbicidas de contato como diquat, paraquat ou amônio glufosinato, os quais complementarão a ação do glifosato sobre as plantas mais entouceiradas ou de mais difícil controle (aplique e plante).

Seja junto com o glifosato ou na segunda etapa da dessecação, a inserção de produtos residuais como chlorimuron, metribizun, atrazina, imazethapyr, flumioxazina, diclosulan, sulfentrazone, clomazone, s-metolacilor e outros ajudam na dianteira competitiva sobre as plantas daninhas “dentro da cultura” (CHRISTOFFOLETI et al., 2008). Todavia, quando se utiliza herbicidas residuais na dessecação ou mesmo em pós-emergência das culturas, se faz necessário compreender a capacidade dos mesmos em serem seletivos a cada cultivo, mas, tão importante quanto, deve-se entender qual a capacidade destes herbicidas em promover injúrias às culturas em sequência, no fenômeno conhecido como “carryover” (OLIVEIRA JR. et al., 2011). Nos últimos dez anos, a soja teve seu ciclo de produção encurtado, causando mais comumente injúrias às culturas semeadas subsequentes, como por exemplo, o milho.

A dessecação é um momento vital no manejo de plantas daninhas dentro do sistema de produção de soja e milho, sendo fundamental sua realização, bem como a manutenção do tempo entre dessecação e semeadura, mesmo que as condições da região se mostrem proibitivas (NORSWORTHY et al., 2012). Ignorar esta etapa em função do operacional e o segundo maior entrave do sistema de produção citado, responsável direto pelos problemas com plantas daninhas resistentes em meio à soja e também ao milho.

Segunda etapa: uso de herbicidas em pré-emergência. Etapa realizada principalmente se não foi utilizado herbicida residual na dessecação normal ou no “aplique e plante” (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2013). As opções de herbicidas residuais / pré-emergentes são diversas. Considerando a cultura da soja, temos chlorimuron, imazethapyr, flumioxazina, diclosulan, sulfentrazone, clomazone, metribizun, s-metolacilor, metsulfuron e trifluralina (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011), que servem de base para o manejo de plantas daninhas como buva (*Conyza bonariensis*, *C. canadenses* e *C. sumatrensis*), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), capim-branco (*Chloris* spp.) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*), que são resistentes ao glifosato (HEAP, 2018). Já para a cultura do

milho, a principal recomendação de manejo de plantas daninhas é a atrazina, ferramenta importantíssima nesse manejo (NICOLAI et al., 2011).

Terceira etapa: uso de herbicidas em pós-emergência. A utilização do herbicida glifosato nesta etapa ainda é indispensável, visto que existe uma gama de espécies infestantes que ainda é controlada por esse produto, além de controlar espécies resistentes a outros mecanismos de ação, como por exemplo, o picão-preto (*Bidens pilosa* e *B. subalternans*), o capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), o capim-colchão (*Digitaria ciliaris*) e o amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), resistentes aos herbicidas inibidores da ALS ou ACCase (RAMIRES et al., 2010).

Associar herbicidas parceiros ao glifosato, em pós-emergência, é uma estratégia muito bem vinda, seja nos estádios vegetativos da soja normais de aplicação (V2, V4 ou V8), ou na pré / pós colheita, visando sempre proporcionar a soja maior capacidade de competição e, conseqüentemente, maiores produtividades. Exemplos de herbicidas que podem ser associados ao glifosato nessa etapa, para manejo de plantas daninhas na cultura da soja são: clorimuron, imazethapyr, lactofen, fomesafen, bentazon, quinclorac e todos os herbicidas inibidores da ACCase (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011).

Já para o manejo de plantas daninhas em pós-emergência na cultura do milho, as opções são restritas, visto que apenas dois produtos, pertencentes ao grupo dos inibidores da síntese de carotenoides, são recomendados para essa modalidade de aplicação. Assim, a despeito da possibilidade de uso de glifosato e amônio glufosinato em pós-emergência, o uso de mesotrione e tembotrione deve estar presente em uma programação de uso de herbicidas sustentável (CHRISTOFFOLETI et al., 2014).

Atualmente, não podemos deixar de mencionar a questão das plantas voluntárias ou tigueras. São plantas provenientes de sementes caídas no solo no momento da colheita da cultura anterior, que ao germinarem e emergirem, se tornarão plantas daninhas da cultura em sucessão. Questão essa que é agravada pelo fato das culturas serem geneticamente modificadas e resistentes ao glifosato, como é o caso de soja e milho (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2016). Tal situação demanda práticas de manejo voltadas a este problema como aumento do intervalo entre os ciclos de produção para aumento da janela de manejo

destas plantas voluntárias, além do uso de herbicidas destinados a estes alvos (CHRISTOFFOLETI et al., 2014).

Dentro de um sistema de produção, com o intuito de conservação de solo, eliminação de plantas daninhas e produção de grãos, existem as culturas de inverno ou de cobertura. Na região sul do Brasil, as culturas utilizadas são os chamados cereais de inverno, muitas vezes com intuito de produção de grãos. São exemplos disso o trigo, a cevada e o triticale. Ainda, a aveia, o centeio e o azevém servem de cobertura vegetal para geração de palhada no plantio direto (TENEDINI; FELDMANN, 2015). No Cerrado, o uso de sorgo, milheto, braquiária (*B. ruziziensis*) e girassol são os exemplos mais comuns. Todas estas culturas possibilitam a cobertura no solo no inverno, impedem as altas produções de sementes do pousio como vemos com a buva e ainda fazem uso, ainda que não frequente, de herbicidas alternativos ao glifosato (SOARES et al., 2012).

5. Considerações finais

A pós-colheita da cultura da soja ou do milho, se não imediatamente seguidas por outras culturas como o próprio milho e soja ou alguma cobertura / cultura de inverno, deve ser incrementada com o uso de herbicidas pós-emergentes ou com efeito residual. (CHRISTOFFOLETI et al., 2012). Isso é uma tentativa de evitar a produção de sementes de plantas daninhas, resistentes ou não, e consequente incremento do banco de sementes das áreas, no pousio (NORSWORTHY et al., 2012).

Por fim, não deve ser esquecido que as boas práticas agronômicas nos dizem que culturas bem conduzidas quanto a sanidade e nutrição têm menos problemas com plantas daninhas. O uso de sementes de qualidade, a definição de orientações espaciais de semeadura (espaçamento) e variedades com ciclos mais precoce são estratégias de manejo de plantas daninhas integrado muito presentes nos sistemas de produção brasileiros. No tocante a questão de resistência de plantas daninhas, o manejo e principalmente a prevenção da mesma são preocupações constantes devido ao crescimento do problema e falta de engajamento do produtor devido à questão do custo. O produtor não entende o conceito de investimento no sistema de produção e isso é a principal barreira para um bom manejo de plantas daninhas. Assim, a continuidade das

orientações técnicas dentro do sistema de produção de soja e milho e fundamental. É muito importante que se pense em prevenção do problema de resistência com algum tipo de investimento no sistema de produção, seja mediante variação de estratégias herbicidas (residual), seja com a diversificação do sistema de produção utilizando-se rotação de culturas, palhada e eliminação do pousio com manejo outonal. O glifosato deve ser auxiliado no manejo de plantas daninhas e não utilizado com única ferramenta, pois o tempo em que se fazia tal utilização já passou.

Referências

BORÉM, A. Variedades transgênicas e meio ambiente: segurança ambiental das variedades comerciais. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 34, p. 91-99, 2005.

CÉLERES. **Informativo biotecnologia**. 3º levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/17, abril 2017. Disponível em: < <http://www.celeres.com.br/3o-levantamento-de-adocao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201617/#>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência das plantas daninhas a herbicidas: definições, bases e situação no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3º ed. rev. e atual. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas – HRAC-BR, cap. 1, p. 9-34, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; MELO, M. S. C. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. In: Monquero, P. A. (Org.). **Aspectos da Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. São Carlos: RiMa Editora, p. 257 - 282, 2014.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; MELO, M. S. C.; OBARA, F. E. B.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Simulação de sistemas de manejo químico para *Digitaria insularis* resistente ao glifosato na cultura da soja RR: enfoque em residuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28., 2012, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBCPD, 2012. p. 222-227.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Glyphosate sustainability in South American cropping systems. **Pest. Manag. Science**, v. 64, n. 4, p. 422-427, 2008.

COLE, D. J. Mode of action of glyphosate - a literature analysis. In: Grossbard, E.; Atkinson, D. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. Londres: Butterworths, p. 49-54, 1985.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos**: safra 2017/2018 – sexto levantamento, Brasília, v. 6, p. 1-140, março 2018.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; INOUE, M. H.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D. Sistemas de dessecação antecedendo a semeadura direta de milho e controle de plantas daninhas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 971-976, 2009.

GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VARGAS, L.; MACIEL, C. D. G. A era glyphosate. Cap 1, p. 11-21. In: Meschede, D. K.; Gazziero, D. L. P. **A era glyphosate: agricultura, meio ambiente e homem**. Londrina: Midiograf II, 2016.

GAZZIERO, D. L. P.; GALLI, A. J. B. Herbicida glifosato. In: BERGER, G. U.; FAVORETTO, L. R. G. (Org.). **Monitoramento ambiental soja Roundup Ready**. Botucatu: FEPAF, 2014. p. 77-99.

HALTER, S. História do herbicida agrícola glyphosate. In: Velini, E. D. et al. (Ed.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, cap. 1, p.11-16, 2009.

HEAP, I. The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. **Pesticide Science**, v. 51, p. 225-234, 1997.

HEAP, I. **Herbicide resistant weeds**. Herbicide Resistance Action Committee (HRAC), International Survey of Herbicide Resistant Weeds, Corvallis, OR, USA. Disponível em: < <http://www.weedscience.org/Summary/Country.aspx>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

IKEDA, F. S. **Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato**. Defesa vegetal e sustentabilidade do agronegócio. **Informe Agropecuário**, v. 34, n. 276, 2013.

KISSMANN, K. G. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Paulínia: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas – HRAC-BR, p. 32, 2013.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; SOARES, D. J.; OLIVEIRA, N. C.; KAWAGUCHI, I. T.; BERGER, G. U.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferência e controle de milho voluntário tolerante ao glifosato na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 340-347, 2016.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; SOARES, D. J.; OLIVEIRA, W. S.; FONSECA, L. B.; BERGER, G. U.; SOTERES, J. K.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Residual herbicides in weed management for glyphosate-resistant soybean in Brazil. **Planta Daninha**, v. 31, p. 947-959, 2013.

NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P.; MELO, M. S. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Ocorrência e manejo de plantas daninhas resistentes a herbicidas na cultura de milho no Brasil. In: FANCELLI, A. L. (Ed). **Milho: Produção e Produtividade**. Piracicaba/SP: ESALQ/USP/LPV, p. 59-90, 2011.

NORSWORTHY, J. K. et al. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. **Weed Science**, v. 60, (sp 1), p. 31-62, 2012.

OLIVEIRA JR, R. S., CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, PR: Omnipax, p. 243-262, 2011.

RAMIRES, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; GUERRA, N.; ALONSO, D. G.; BIFFE, D. F. Controle de *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia* com a utilização de glyphosate isolado ou em associação com latifolicidas. **Planta Daninha**, v. 28, nº. 3, p. 621-629, 2010.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de Herbicidas**. 6. ed., Londrina. Biblioteca: Embrapa Soja, Londrina-PR, p. 697, 2011.

RODRIGUES, J. D. **Absorção, translocação e modo de ação de defensivos (glifosato e alachlor)**. Botucatu: Unesp, p. 10, Apostila, 1994.

SOARES, D. J.; OLIVEIRA, W. S.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Control of glyphosate resistant hairy fleabane (*Conyza bonariensis*) with dicamba and 2,4-D. **Planta Daninha**, v. 30, p. 401-406, 2012.

TENEDINI, J. T.; FELDMANN, N. A. Utilização de coberturas de inverno na supressão de azevém resistente ao glyphosate. In: **II Simpósio de Agronomia e Tecnologia de Alimentos (AGROTEC)**, Itapiranga. II Simpósio de Agronomia e Tecnologia de Alimentos (AGROTEC), 2015.

VARGAS, L.; ADEGAS, F. S.; GAZZIERO, D. L. P.; KARAM, D.; AGOSTINETTO, D.; SILVA, W. Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil: histórico, distribuição, impacto econômico, manejo e prevenção. Cap. 20, p. 219-239. In: MESCHEDE, D. K.; GAZZIERO, D. L. P. **A era glyphosate: agricultura, meio ambiente e homem**. Londrina: Midiograf II, 2016.

VELINI, E. D. ET AL. Modo de ação do glyphosate. In: VELINI, E. D. et al. (Ed.). **Glyphosate**. Botucatu: FEPAF, p.113-134, 2009.

CAPÍTULO 5

Efeito residual de herbicidas no sistema soja-algodão

Willian Daróz Matte

Sidnei Douglas Cavalieri

Fernanda Satie Ikeda

1. Introdução

Atualmente o algodão ocupa posição de destaque no agronegócio nacional e internacional, principalmente pela ótima cotação de sua pluma no mercado. No passado, seu cultivo era exclusivamente na safra de verão ou primeira safra, porém, isso mudou com o passar dos anos, sendo atualmente empregado em muitas regiões brasileiras seu cultivo na segunda safra (“safrinha”) em sucessão à soja, principalmente em Mato Grosso. O estado de Mato Grosso é o maior produtor nacional de fibras, responsável por 65% da produção de algodão (CONAB, 2017), sendo comum nessa região o sistema soja-algodão. A área cultivada com algodão na segunda safra no estado correspondeu, na safra 2016/17, a 539,5 mil hectares, superior aos 88,2 mil hectares cultivados na primeira safra (CONAB, 2017).

Um dos principais desafios na agricultura é aumentar a produção sem que haja aumento das áreas cultivadas, buscando expressar o máximo potencial produtivo das culturas de interesse. Dessa forma, um dos principais entraves encontrados é a interferência de plantas daninhas com a cultura (SCHOLTEN et al., 2011). Essas plantas interferem no crescimento e desenvolvimento das culturas, refletindo na sua produtividade e qualidade do produto colhido (LAMEGO et al., 2015). Dentre os fatores de interferência de plantas daninhas, a competição interespecífica ocorre quando há limitação de recursos no meio, tais como água, luz, nutrientes, CO₂ e espaço, podendo também produzir substâncias alelopáticas prejudiciais às culturas e hospedarem insetos-praga e patógenos (VARGAS & ROMAN, 2008).

Embora o cultivo do algodoeiro seja vantajoso, seu investimento é considerado elevado (IMEA, 2017). Para assegurar a produtividade e a qualidade das fibras é fundamental a adoção de estratégias de manejo de plantas daninhas, sendo o controle químico uma prática indispensável para a agricultura em larga escala, tornando-se indiscutível a utilização de herbicidas nos sistemas de produção (CARVALHO et al., 2002).

2. Utilização de herbicidas residuais no controle químico de plantas daninhas no sistema soja-algodão

A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico de plantas daninhas na produção agrícola. Para tal, necessita-se que a cultura de interesse econômico apresente tolerância ou resistência à molécula do herbicida, proporcionando o controle desejado das plantas daninhas sem afetar a cultura (VELINI et al., 2000). Com o advento da tecnologia RR por meio da biotecnologia (CARRER et al., 2010), o manejo de plantas daninhas nas áreas agrícolas se baseou, praticamente, em aplicações sucessivas de glyphosate, principalmente na cultura da soja. Com as constantes aplicações do mesmo herbicida ou mecanismo de ação, impôs-se uma grande pressão de seleção sobre as plantas daninhas, eliminando as suscetíveis e selecionando as plantas resistentes (LÓPEZ-OVEJERO et al., 2014).

No Brasil, a aplicação sucessiva do glyphosate resultou na seleção de plantas daninhas tolerantes a esse herbicida como a corda-de-viola (*Ipomoea* spp.), a poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), a erva-quente (*Spermacoce latifolia*), a erva-de-santa-luzia (*Chamaesyce hirta*) e a trapoeraba (*Commelina* spp.). Além disso, foram selecionadas espécies resistentes como o azevém (*Lolium multiflorum*), a buva (*Conyza* spp.), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), e mais recente o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) (TAKANO et al., 2017). Dessa maneira, herbicidas que estavam em desuso em decorrência da ineficácia de controle de algumas plantas daninhas com a aplicação de glyphosate tornaram a ser importantes ferramentas no sistema de produção (CHRISTOFFOLETI & NICOLAI, 2016).

Assim, para manejar ou prevenir a seleção de biótipos resistentes, a utilização de herbicidas residuais se tornou uma opção para rotacionar

mecanismos de ação de herbicidas (LÓPES-OVEJERO et al., 2013). De forma geral, a atividade residual de herbicidas proporciona o controle dos primeiros fluxos de emergência, garantindo o desenvolvimento inicial da cultura livre da interferência de plantas daninhas (Oliveira Jr. et al., 2006). Porém, podem promover nas culturas em sucessão o fenômeno conhecido como efeito residual ou *carryover*, sendo dependente das características do solo, condições ambientais e das propriedades físico-químicas dos herbicidas (MANCUSO et al., 2011; BEDMAR & GIANELLI, 2014). Oliveira (2001) conceitua o efeito residual (*carryover*) como a habilidade que um herbicida tem para reter a integridade de sua molécula e, conseqüentemente, suas características físicas, químicas e funcionais no ambiente, podendo acarretar em impacto negativo.

3. Dinâmica e persistência de herbicidas no solo

Ao atingirem o solo, inicia-se o processo de redistribuição e degradação dos herbicidas, o qual pode ser extremamente curto ou persistir por longos períodos, sendo a umidade do solo um fator de extrema importância em todos esses processos. O tempo de permanência dessas moléculas é dependente da capacidade de sorção do solo (pH, mineralogia, CTC e M.O.), da dinâmica do fluxo hídrico e do transporte de solutos (escoamento, lixiviação e volatilização), além da sua taxa de degradação (química e biológica), biodisponibilidade e recalitrância do herbicida (SILVA et al., 2007; OLIVEIRA & BRIGHENTI, 2011).

A persistência pode ser medida pela meia-vida da molécula ($t_{1/2}$), a qual é determinada como o tempo necessário para que ocorra a dissipação de 50% da quantidade inicial do herbicida aplicado (OLIVEIRA & BRIGHENTI, 2011). Segundo os autores, embora seja um parâmetro para avaliação do tempo de permanência do herbicida no ambiente, sua persistência é basicamente dependente de quatro fatores: solo (teor de carbono orgânico, pH e textura), população de microrganismos, ambiente (temperatura e precipitação) e práticas culturais (sistema de plantio e dosagens aplicadas). Adicionalmente, as propriedades físico-químicas das moléculas herbicidas, dentre essas, o coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}), a solubidade (S) e a capacidade de dissociação eletrolítica (pKa), interação com o meio e também influenciam na

sua dinâmica no solo (SILVA et al., 2007; OLIVEIRA JR. & REGITANO, 2009; AHMAD & RAHMAN, 2009; RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

Outro fator importante tem relação com o manejo e preparo do solo. Solos com problemas de compactação favorecem o aumento na persistência dos herbicidas, isso devido principalmente à redução do número de poros, responsáveis pela lixiviação e percolação de solutos no solo, redução da aeração e conseqüentemente da atividade microbiana, fatores importantes na dissipação dos herbicidas (BIFFE, 2012). Também pode aumentar a fitotoxicidade do herbicida para a própria cultura, predispondo as raízes a se desenvolverem nas camadas superficiais com maiores concentrações de herbicidas em função da restrição na percolação acarretada pela compactação (ZOBIOLE et al. 2007; BIFFE, 2012). Além disso, o manejo da acidez do solo, com o emprego da calagem, pode proporcionar alterações nas proporções de moléculas associadas e dissociadas, influenciando na disponibilidade desses herbicidas na solução do solo (INOUE et al., 2002).

Devido à adoção cada vez mais pronunciada do cultivo do algodoeiro na segunda safra, os produtores estão optando pelo cultivo de cultivares de soja de ciclo cada vez mais precoce, isso por conta do período de semeadura ideal do algodoeiro, que se estende desde janeiro até o primeiro decêndio de fevereiro. Assim, o período entre a aplicação de herbicidas na cultura da soja e a semeadura do algodoeiro fica cada vez mais reduzido, proporcionando menor tempo para a degradação dos herbicidas e conseqüentemente aumento nos riscos de intoxicação da cultura em sucessão. A atividade residual de herbicidas aplicados na cultura da soja afetando o algodoeiro já foi relatada em alguns trabalhos nacionais e internacionais, principalmente quando utilizado herbicidas que inibem as enzimas protoporfirinogênio IX oxidase (PPO ou PROTOX) e acetolactato sintase (ALS).

4. Efeito residual de herbicidas inibidores da PROTOX

Os herbicidas cujo mecanismo de ação inibe a atuação da enzima PROTOX, quando aplicados em pré-emergência, causam a morte das plantas sensíveis que entram em contato com a camada de solo tratada. Assim, os tecidos vegetais sofrem rápida necrose causada pela peroxidação de lipídeos,

podendo acarretar na morte da planta (OLIVEIRA JR., 2011). Dentre esses herbicidas, o sulfentrazone, registrado no Brasil para a cultura da soja, é amplamente utilizado. Esse herbicida possui excelente atividade pré-emergente no solo, controlando plantas daninhas dicotiledôneas e monocotiledôneas (HULTING et al., 2001). A sua meia-vida no solo é estimada entre 110 e 280 dias, variando a partir das condições edafoclimáticas locais (VENCILL, 2002), sendo sua persistência longa e proporcional à dosagem aplicada (BLANCO et al., 2010).

A principal forma de degradação do sulfentrazone é a microbiana (GREY et al. 2000). Segundo os autores, as diferenças nas taxas de degradação do sulfentrazone podem ser afetadas pela temperatura, pH e teor de umidade do solo, fatores esses que, dependendo das condições, proporcionam uma maior ou menor atividade microbiana no solo. Reddy & Locke (1998) investigaram a sorção do sulfentrazone em solos de texturas distintas (média e argilosa), e em dois sistemas (convencional e plantio direto), e observaram que independentemente do sistema de manejo, a taxa de sorção foi maior no solo argiloso e a dessorção ocorreu de forma bem lenta. Segundo Grey et al. (1997), os processos de sorção/dessorção do sulfentrazone nos colóides do solo são muito influenciados pelo pH. A sorção diminui em resposta a um aumento desse índice, particularmente quando esse encontra-se acima do pKa do herbicida (6,56), condição em que predomina a forma ionizada.

A aplicação de sulfentrazone na cultura da soja apresenta grande potencial para afetar as culturas sensíveis em sucessão, principalmente devido a sua longa persistência. Estudos conduzidos para avaliar o residual de sulfentrazone aplicado na soja sobre o algodão em sucessão observaram intoxicação visual variando de 14 a 18%, proporcionando redução da produtividade em 32% quando aplicado 210 g ha⁻¹ aos 352 dias antes da semeadura do algodoeiro sob solo de textura média (pH 5,8; 0,32% de M.O.) (PEKAREK et al., 2010). Com a aplicação de dosagens superiores a 400 g ha⁻¹ foi observado efeitos de intoxicação no algodoeiro (MAIN et al., 2004; OHMES et al., 2000), chegando a 48% na dosagem de 800 g ha⁻¹ (FERRELL et al., 2003). Com a aplicação de 840 g ha⁻¹ observou-se mais de 50% de intoxicação nas plantas, com redução de até 100% na produtividade do algodoeiro (PEKAREK et al., 2010). Em trabalho recente, Matte (2017) observou que o residual de 600

g ha⁻¹ de sulfentrazone aplicado sob solo de textura argilosa (68 % de argila; pH (CaCl₂) de 4,9; 3,7% de M.O.) em pré-emergência na cultura da soja proporcionou intoxicação do algodoeiro semeado 112 dias após a aplicação. Com isso, houve redução da produtividade de algodão em caroço em mais de 30%, mas não reduziu o rendimento de pluma e a qualidade de fibra, mesmo quando aplicada a dosagem de 1.200 g ha⁻¹. Todavia, o autor estimou que a atividade residual das dosagens de 217 e 314 g ha⁻¹ de sulfentrazone podem reduzir, respectivamente, em 5% e 10 % a produtividade do algodoeiro.

5. Efeito residual de herbicidas inibidores da ALS

Dentre os herbicidas inibidores da ALS, os derivados das imidazolinonas, sulfoniluréias e triazolopirimidinas possuem relatos de persistência no solo e causam intoxicação de culturas sensíveis cultivadas em sucessão à soja. Dentre os herbicidas aplicados em pré-emergência recomendados para a cultura da soja, o diclosulam, pertencente ao grupo químico das sulfonanilida triazolopirimidina (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011), é amplamente empregado no manejo de plantas daninhas. Esse herbicida tem sido uma das principais alternativas no manejo de buva e capim-amargoso resistente ao glyphosate, principalmente no manejo outonal ou em pré-emergência da soja (CONSTANTIN et al., 2013).

A dosagem recomendada de diclosulam para a cultura da soja varia de 25 a 35 g ha⁻¹, apresenta amplo espectro de controle como latifolicida, podendo também promover a supressão do crescimento de algumas gramíneas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011). Os teores de umidade e matéria orgânica do solo são os principais fatores que interferem nos processos químicos e biológicos responsáveis pela dissipação do herbicida no ambiente. O pKa da molécula é de 4,09 (20 °C), indicando sua predominância na forma aniônica em valores de pH característicos de solos agricultáveis (Lavorenti et al., 2003), o que sugere maior disponibilidade das moléculas na solução do solo. A meia-vida do diclosulam no solo é de 60 a 90 dias, dependendo das condições edafoclimáticas (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011).

A atividade residual da aplicação de diclosulam em pré-emergência da soja causando intoxicação visual no algodoeiro foi observada quando semeado

112 dias após a aplicação do herbicida (MATTE, 2017). De acordo com o autor, aos 14 dias após a semeadura do algodoeiro (126 dias após a aplicação), a dosagem de 35 g ha⁻¹ de diclosulam causou intoxicação visual de 5%, sendo que na dosagem de 40 g ha⁻¹ houve intoxicação de até 10% na avaliação realizada aos 27 dias após a semeadura (139 dias após a aplicação). Nesse estudo, apesar da atividade residual do diclosulam resultar em intoxicação do algodoeiro, não houve efeito significativo sobre componentes de produção, produtividade de algodão em caroço e variáveis relacionadas à qualidade de fibra até a dosagem de 70 g ha⁻¹.

O flumetsulam, também pertencente ao grupo químico das triazolopirimidina (inibidor da ALS), é um herbicida residual recomendado para o controle de plantas daninhas na cultura de soja, apresenta meia-vida de até 90 dias, dependendo das condições de clima e solo (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011), não sendo seletivo para o algodoeiro. Por ser um ácido-fraco, sua adsorção é fortemente dependente do pH, além dos teores de argila e matéria orgânica. Apresenta pKa de 4,6 (20°C), o que sugere que o composto existe nas formas neutras e aniônicas na maioria dos solos agrícolas.

O algodoeiro é altamente sensível aos resíduos de flumetsulam no solo, podendo restringir a semeadura da cultura por até 22 meses (KLESCHICK et al., 1992). Hurst (2006) investigou os efeitos do flumetsulam aplicado em pré-emergência na cultura da soja durante quatro anos e verificou que a atividade residual desse herbicida aplicado em solo de textura franco-siltosa (30% de areia, 53% de silte, 17% de argila, 1% de matéria orgânica e pH 6,3) afetou o algodoeiro em rotação até dois anos após a aplicação.

Os herbicidas derivados das imidazolinonas como o imazapic, imazapyr, imazethapyr e imazaquin, podem persistir no solo e afetar o algodoeiro cultivado em sucessão à cultura tratada. Esses herbicidas apresentam meia-vida no solo variando conforme condições edafoclimáticas locais, dosagem e ingrediente ativo utilizado, podendo ser maior que o ciclo da soja. A sensibilidade do algodoeiro às imidazolinonas já foi observada por Grichar et al. (2012) quando semeado 24 horas após a aplicação de 35 g ha⁻¹ de imazapic ou imazethapyr em solo de textura arenosa (17% de argila; 3% de silte; 80% de areia; pH (H₂O): 7,6; M.O. < 1%), resultando em pelo menos 85% de intoxicação do algodoeiro. Walsh et al. (1993) avaliaram os efeitos residuais de imazaquin no solo aplicado

na cultura da soja sobre o algodoeiro semeado no ano seguinte. Os autores constataram que o herbicida, no dobro da dosagem recomendada (300 g ha^{-1}), causou intoxicação de até 30% no algodoeiro, sem, no entanto, afetar a produtividade. A atividade residual da formulação herbicida [imazapyr+imazapic] aplicado em pré-emergência da soja Cultivance® não afetou o desenvolvimento, produtividade e qualidade de fibra do algodoeiro semeado 112 dias após a aplicação, mesmo quando aplicado $[52,5+157,5] \text{ g ha}^{-1}$, dobro da dosagem recomendada (Matte, 2017).

6. Considerações finais

Alguns herbicidas recomendados para a cultura da soja como o metribuzin e o chlorimuron-ethyl apresentam pouca ou nenhuma informação com relação a seu efeito sobre o algodoeiro cultivado em sucessão, entretanto, apresentam meia-vida no solo em torno de 60 dias (RODRIGUES & ALMEIDA, 2011), e dependendo das condições edafoclimáticas, podem apresentar potencial para proporcionar efeito residual sobre a cultura.

A escassez de informações sobre a atividade residual de herbicidas aplicados na cultura da soja sobre o algodoeiro em sucessão torna-se um entrave para a adoção do manejo correto e da prevenção da resistência de plantas daninhas. A utilização de herbicidas alternativos visando rotacionar mecanismos de ação não pode oferecer risco à cultura em sucessão. Cabe salientar que o efeito residual dos herbicidas tende a variar com a dosagem utilizada, tecnologia de aplicação e as condições edafoclimáticas locais. Sem informações concretas, os produtores ficam limitados aos herbicidas que apresentam seletividade para ambas as culturas, dessa forma, são necessários mais estudos nessa temática.

Referências

AHMAD, R.; RAHMAN, A. Sorption characteristics of atrazine and imazethapyr in soils of New Zealand: importance of independently determined sorption data. **Journal Agricultural Food Chemistry**. v.57, p.10866-10875, 2009.

BEDMAR, F.; GIANELLI, V. Comportamiento de los herbicidas em el suelo. In: FERNÁNDEZ, O.A.; LEGUIZAMÓN, E.S.; ACCIARES, H.A. (Eds.). **Malezas e**

invasoras de la Argentina: ecología y manejo. Bahía Blanca: Editorial de la Universidad Nacional del Sur. Edición, v.1, cap.14, p.361-390, 2014.

BIFFE, D.F. **Efeito da aplicação de herbicidas em pré-emergência e de glyphosate em pós-emergência sobre a cultura da soja RR, em solo compactado e não compactado** - Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, 2012. 104p.

BLANCO, F.M.G.; VELINI, E.D. BATISTA FILHO, A. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.69, n.1, p.71-75, 2010.

CARVALHO, F.T.; PEREIRA, F.A.R.; PERUCHI, M.; PALAZZO, R.R.B. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura de soja. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p.145-150, 2002.

CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas.** Piracicaba: ESALQ, 4ª ed., 2016, 262p.

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** - v.4, Safra 2016/17 - Décimo primeiro levantamento, Brasília, 2017, 171p.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; OLIVEIRA NETO, A.M.; BLAINSKI, E.; GUERRA, N. **Manejo de buva na entressafra.** In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; OLIVEIRA NETO, A.M. Buva: Fundamentos e recomendações para manejo. Curitiba: Omnipax, cap.6, p.41-64, 2013.

FERRELL, J.A.; WITT, W.W.; VENCILL, W.K. Sulfentrazone absorption by plant roots increases as soil or solution pH decreases. **Weed Science**, v.51, p.826-830, 2003.

GREY, T.L.; WALKER, R.H.; WEHTJE, G.R.; HANCOCK, H.G. Sulfentrazone adsorption and mobility as affected by soil and pH. **Weed Science**, v.45, p.733-38, 1997.

GREY, T.L.; WALKER, R.H.; WEHTJE, G.R.; ADAMS, J.; KWON, O.; WEETE, J.D.; DAYAN, F.E.; HANCOCK, H.G. Behavior of sulfentrazone with ionic exchange resins, electrophoresis gels, and cation-saturated soils. **Weed Science**, v.48, p.239-247, 2000.

GRICHAR, W.J.; DOTRAY, P.A.; BAUGHMAN, T.A. Influence of simulated imazapic and imazethapyr herbicide carryover on cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **International Journal of Agronomy**, 2012. 6p.

HULTING, A.G.; WAX, L.M.; NELSON, R.L.; SIMMONS, F.W. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivar tolerance to sulfentrazone. **Crop Protec.**, v.20, p.679-683, 2001.

Hurst, H.A. **Residual effects on cotton**. Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station. 2006. 10p. Disponível em:<<http://mafes.msstate.edu/publications/research-reports/rr22-4.pdf>>. Acesso em: 09 de setembro de 2017.

INOUE, M.H.; MARCHIORI JR., O.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; TORMENA, C.A. Calagem e o potencial de lixiviação de imazaquin em colunas de solo. **Planta Daninha**, v.20, n.1, p. 125-132, 2002.

Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária (IMEA). **Custo de produção algodão - safra 2016/2017**. Disponível:<http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/R410_CPAldodao_12_2015.pdf>. Acesso: 09 de setembro de 2017.

KLESCHICK, W.A.; GERWICK, B.C.; CARSON, C.M. De-498, a new acetolactate syntetase inhibiting herbicide with multicrop selectivity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.40, n.6, p.1083-1085, 1992.

LAMEGO, F.P.; CARATTI, F.C.; REINEHR, M.; GALLON, M.; SANTI, A.L.; BASSOET, C.J. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.1, p.97-105, 2015.

LAVORENTI, A.; ROCHA, A.A.; PRATA, F.; REGITANO, J.B.; TORNISIELO, V.L.; PINTO, O.B. Comportamento do diclosulam em amostras de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.183-190, 2003.

LÓPES-OVEJERO, R.F.; SOARES, D.J.; OLIVEIRA, W.S.; FONSECA, L.B.; BERGER, G.U.; SOTERES, J.K.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Residual herbicides in weed management for glyphosate resistant soybean in Brazil. **Planta Daninha**, v.31, n.4, p.947-959, 2013.

LÓPES-OVEJERO, R.F.; FERREIRA, A.C.; CRIVELLARI, A.; BRAGA, D.P.V. **Culturas geneticamente modificadas tolerantes a herbicidas**. Cap. 12. In: Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas, São Carlos: RiMa Editora, p.285-305, 2014.

MAIN, C.L.; MUELLER, T.C.; HAYES, R.M.; WILCUT, J.W.; PEEPER, T.F.; TALBERT, R.D.; WITT, W.W. Sulfentrazone Persistence in Southern Soils: Bioavailable Concentration and Effect on a Rotational Cotton Crop. **Weed Technology**. v.18, p346-352, 2004.

MANCUSO, M.A.C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo ("Carryover"). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.10, n.2, p.151-164, 2011.

MATTE, W.D. **Atividade residual de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja sobre o algodoeiro cultivado em sucessão**-Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, 2017. 101p.

OHMES, G.A.; HAYES, R.M.; MUELLER, T.C. Sulfentrazone dissipation in a Tennessee soil. **Weed Technology**, v.14, n.1, p.100-105, 2000.

OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; COSTA, J.M.; CAVALIERI, S.D.; ARANTES, J.G.Z.; ALONSO, D.G.; ROSO, A.C.; BIFFE, D.F. Interação entre sistemas de manejo e de controle de plantas daninhas em pós-emergência afetando o desenvolvimento e a produtividade da soja. **Planta daninha**, v.24, n.4, p.721-732, 2006.

OLIVEIRA JR., R.S. MECANISMOS DE AÇÃO DE HERBICIDAS. IN: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, cap.7, p.141-192, 2011.

OLIVEIRA, M.F. COMPORTAMENTO DE HERBICIDAS NO AMBIENTE. IN: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Agropecuária, Porto Alegre, RS, 2001. 362p.

OLIVEIRA, M.F.; BRIGHENTI, A.M. COMPORTAMENTO DOS HERBICIDAS NO AMBIENTE. IN: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, cap.11, p.265-304, 2011.

PEKAREK, R.A.; GARVEY, P.V.; MONKS, D.W.; JENNINGS, K.M.; MACRAE, A.W. Sulfentrazone carryover to vegetables and cotton. **Weed Technology**, v.24, p.20-24, 2010.

REDDY, K.N.; LOCKE, M.A. Sulfentrazone sorption, and mineralization in soil from two tillage systems. **Weed Science**, v.46, p.494-500, 1998.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6ª ed. Londrina, 2011. 697 p.

SCHOLTEN, R.; PARREIRA, M.C.; ALVES, P.L.C.A. Período anterior à interferência das plantas daninhas para a cultivar de feijoeiro 'Rubi' em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Acta Science Agronomy**, v.33, n.2, p.313-320, 2011.

SILVA, A.A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JR., R.S. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Eds). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Editora UFV, p.189-243, 2007.

TAKANO, H.K.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G.B.P.; GHENO, E.A. Goosegrass resistant to glyphosate in brazil. **Planta Daninha**, 2017; v35: e017163071.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008, 779 p.

VELINI, E.D.; MARTINS, D.; MANOEL, L.A.; MATSUOKA, S.; TRAVAIN, J.C.; CARVALHO, J.C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha**, v.18, n.1, p.123-134, 2000.

VENCILL, W.L. (Ed.) **Herbicide handbook**. 8ª ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2002. 493 p.

WALSH, J.D.; DEFELICE, M.S.; SIMS, B.D. Soybean (*Glycine max*) herbicide carryover to grain and fiber crops. **Weed Technology**, v.7, n.3, p.625-632, 1993.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR., R.S.; TORMENA, C.A.; CONSTANTIN, J.; CAVALIERI, S.D.; ALONSO, D.G.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. Efeito da compactação do solo e do sulfentrazone sobre a cultura da soja em duas condições de água no solo. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.537-545, 2007.

CAPÍTULO 6

Como manejar plantas daninhas no sistema de Integração Lavoura-Pecuária e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta?

**Fernanda Satie Ikeda
Sidnei Douglas Cavalieri**

1. Introdução

Atualmente, quando falamos em sistemas integrados, verificamos várias possibilidades na integração entre culturas e pastagens, com ou sem floresta. No primeiro caso, temos o chamado sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e o segundo de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), havendo ainda a possibilidade de integrar pecuária com floresta na chamada integração pecuária-floresta (IPF).

O ILP pode ser estabelecido na sucessão soja-milho com o consórcio de milho com gramíneas forrageiras, denominado sistema Santa Fé (KLUTHCOUSKI, 2000), utilizando-se principalmente as braquiárias (*Urochloa ruziziensis*, *Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens*), embora existam estudos envolvendo o consórcio de milho com cultivares de *Panicum maximum*. Além dos consórcios na segunda safra, há ainda a possibilidade de se semear as sementes de gramíneas forrageiras em sobressemeadura na fase reprodutiva da soja (CORREIA et al., 2015). Nesse caso, tem-se como objetivo a formação da pastagem na segunda safra para colocar o chamado “boi safrinha”, além de minimizarem os problemas de competição com a semeadura mais antecipada das gramíneas forrageiras. No ILPF, as culturas e as pastagens seriam estabelecidas do mesmo modo entre renques de árvores, sendo o eucalipto a principal essência florestal estudada no sistema, embora existam várias outras possibilidades. No IPF, a sucessão entre culturas seria simplificada com o estabelecimento e condução de pastagens por vários anos.

Neste trabalho iremos tratar do manejo de plantas daninhas nos sistemas integrados que envolvem culturas anuais, o ILP e o ILPF. Dessa forma, o manejo

de plantas daninhas será tratado em relação à segunda safra e depois na primeira safra para que seja abordada a dessecação da pastagem para formação de palhada.

A inserção das pastagens na sucessão soja-milho ou em sucessão à soja por si só, já poderia ser considerada como controle cultural das plantas daninhas no sistema. Isso porque apresenta efeito supressivo sobre o crescimento das plantas daninhas em decorrência de sua competição por água, luz e nutrientes com as espécies infestantes (IKEDA et al., 2013a). Além disso, a menor incidência de luz sobre o solo também reduziria a germinação de sementes de plantas daninhas consideradas fotoblásticas positivas, ou seja, daquelas que germinam na presença de luz.

Como parte da interferência das pastagens sobre a comunidade infestante, pode-se mencionar o seu efeito alelopático negativo sobre as plantas daninhas, por meio da liberação de compostos químicos no ambiente que impedem o desenvolvimento de outras espécies (SOUZA et al., 2006; MARTINS et al., 2006). Embora a sua comprovação a campo seja difícil de ser obtida, existem estudos conduzidos em laboratório que demonstraram a liberação dessas substâncias por meio de lixiviados e compostos voláteis oriundos de folhas e, até mesmo de compostos alelopáticos provenientes de exsudatos radiculares de espécies de braquiária e de *P. maximum*. Como consequência desses efeitos das pastagens, haveria menor produção de sementes para compor o banco de sementes do solo em comparação a áreas com histórico apenas de lavoura (IKEDA et al., 2007).

O maior ou menor efeito supressor das pastagens nos consórcios com o milho depende do modo com que os consórcios são estabelecidos. Assim, maiores densidades de semeadura apresentam maior supressão sobre as plantas daninhas, assim como na semeadura a lanço há maior distribuição das sementes das gramíneas forrageiras do que na semeadura em linha. Além disso, o início da ocorrência desse efeito dependeria da profundidade de semeadura das braquiárias [quanto maior a profundidade, maior o tempo para a emergência das braquiárias, mas também menor a porcentagem de emergência] (IKEDA et al., 2013b), assim como a época em que ocorre sua semeadura em relação ao milho (a germinação na semeadura conjunta com o milho seria antecipada em relação à semeadura na adubação de cobertura). Além disso, observamos

diferenças entre as braquiárias em relação à sua capacidade competitiva com as plantas daninhas, sendo *U. brizantha* mais competitiva que *U. decumbens* e *P. maximum* (SEVERINO et al., 2006).

Deve-se mencionar, no entanto, que as condições mais favoráveis às gramíneas forrageiras em relação ao milho, embora sejam também mais favoráveis ao controle cultural de plantas daninhas, também desfavorecem a cultura do milho em consórcio (CORREIA et al., 2011). Assim, a decisão de favorecer uma ou outra cultura deve levar em consideração o principal propósito do consórcio, ou seja, formar palhada ou alimentar animais.

Apesar do efeito supressor das pastagens nos sistemas, verificamos a necessidade de integrar outros métodos de controle para minimizar problemas com plantas daninhas, principalmente no estabelecimento das gramíneas forrageiras e no crescimento e desenvolvimento das gramíneas anuais. Um controle preventivo pode ser feito com a escolha de sementes de gramíneas forrageiras com maior pureza para evitar a introdução de novas espécies de plantas daninhas nos consórcios. Isso porque os valores de pureza de sementes encontram-se muitas vezes abaixo do estabelecido pelos padrões estaduais e nacionais (PEREIRA et al., 2003), apresentando elevada porcentagem de espécies nocivas toleradas e nocivas proibidas (TOMAZELA et al., 2003). Ademais, devemos considerar que tais sementes são principalmente aquelas que se adaptam melhor ao ecossistema de pastagens, podendo tornar-se um problema dentro dos consórcios.

Salienta-se também a necessidade do controle químico para complementar o manejo das plantas daninhas nos consórcios. Nesses casos, podemos aplicar o herbicida atrazine em pré ou em pós-emergência, assim como doses reduzidas de mesotrione em mistura com atrazine em pós-emergência das plantas daninhas e das culturas (DAN et al., 2011). Nas situações em que seja necessário controlar o desenvolvimento das braquiárias (*U. brizantha* e *U. decumbens*) no consórcio com o milho, podemos utilizar o herbicida nicosulfuron com doses reduzidas em mistura com o herbicida atrazine (JAKELAITIS et al., 2004; JAKELAITIS et al., 2005). Com isso, podemos controlar também algumas espécies de plantas daninhas como, por exemplo, *U. plantaginea* (FREITAS et al., 2005a). Entretanto, em muitos casos, a adequação na densidade de semeadura seria a prática mais recomendada (GIMENES et al., 2011).

Após a colheita do milho e/ou a formação da pastagem, o controle de plantas daninhas pode ser realizado com a aplicação de 2,4-D ou metsulfuron-methyl, desde que esse último seja aplicado com 60 dias antes da semeadura da soja. Outros herbicidas registrados para a aplicação em pastagens, como triclopyr e as misturas de 2,4-D + picloram e de fluroxypyr + picloram, não seriam recomendados nos sistemas integrados, já que poderiam ocasionar efeito residual fitotóxico (“carryover”) na cultura da soja.

Na dessecação em pré-semeadura da soja, *U. ruziziensis* pode ser dessecada com apenas uma aplicação de glyphosate. Entretanto, em gramíneas forrageiras com dessecação mais demorada como, por exemplo, as cultivares de *U. brizantha*, podemos fazer a aplicação de glyphosate seguida da aplicação sequencial de paraquat ou de paraquat+diuron após 10 dias da primeira aplicação. Isso para que a dessecação ocorra mais rapidamente e, conseqüentemente, a semeadura ocorra em poucos dias, segundo observações realizadas na Embrapa Agrossilvipastoril. Com a formação da palhada após a dessecação, temos o efeito físico e alelopático dessa cobertura sobre a germinação de plantas daninhas. Dessa forma, essa supressão poderia auxiliar no manejo de algumas espécies que vem sendo selecionadas com o uso contínuo de glyphosate nas lavouras de soja RR como, por exemplo, buva (*Conyza* spp.). Em levantamento de plantas daninhas realizado em experimento de longa duração da Embrapa Agrossilvipastoril e, em algumas lavouras comerciais com soja RR em sistemas integrados no estado de Mato Grosso, verificamos a alteração na composição da flora infestante no cultivo de primeira safra. Desse modo, entre as principais espécies infestantes observadas encontramos o capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e o capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), assim como outras espécies de plantas daninhas monocotiledôneas.

Apesar dos benefícios observados com as gramíneas forrageiras e sua palhada, acreditamos que seja importante integrar outras práticas no manejo de plantas daninhas na primeira e na segunda safra. Assim, embora pouco adotada, a rotação de culturas seria prática desejável não só para o manejo fitossanitário, mas também para a sustentabilidade do sistema como um todo. No entanto, em muitos casos quando se opta por manter o sistema de sucessão soja-milho, recomendamos ao menos a rotação de herbicidas com mecanismos de ação

diferentes do glyphosate no cultivo da soja. Nesse caso, podemos utilizar cultivares com resistência a herbicidas com mecanismos de ação alternativos, assim como cultivares convencionais ou mesmo a associação de outros herbicidas na aplicação de glyphosate.

Na fase inicial de implantação do eucalipto, há a preocupação com a deriva proveniente das aplicações nos cultivos, principalmente de glyphosate na soja RR. Nesse caso, uma alternativa viável e que evitaria tais problemas, seria o plantio das mudas após o controle em pós-emergência da soja. Com isso, as mudas apresentam mais tempo para o seu desenvolvimento, crescendo também no período em que há maior ocorrência de chuvas, sem o risco de ocorrerem derivas de áreas adjacentes. O controle de plantas daninhas no eucalipto segue a recomendação para os monocultivos com a aplicação em pré-emergência de sulfentrazone, isoxaflutole, oxyfluorfen, pendimethalin e trifluralin. O glyphosate, o amônio-glufosinato e o carfentrazone-ethyl são registrados para a aplicação em pós-emergência com jato dirigido ou mesmo a aplicação com barra protegida conhecida como Conceição. Nos casos em que, na fase inicial, o controle não for efetivo podemos realizar o coroamento das mudas.

Por fim, a adoção de sistemas integrados pode ser uma alternativa de custo relativamente baixo para a formação de palhada na sucessão soja-milho, além de possuir efeito supressivo sobre as plantas daninhas, antes e após a dessecação da pastagem. No entanto, consideramos importante a complementação desse manejo com outros métodos de controle, tanto na primeira como na segunda safra, para que não ocorram perdas no rendimento das culturas pela interferência com as plantas daninhas.

Referências

CORREIA, N.M.; GOMES, L.J.P. Sobressemeadura de soja com *Urochloa ruziziensis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.11, p.1017-1026, 2015.

CORREIA, N.M.; LEITE, M.B.; DANIEL, B. Efeito do consórcio de milho com *Panicum maximum* na comunidade infestante e na cultura da soja em rotação. **Planta Daninha**, v.29, n.3, p.545-555, 2011.

DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; DAN, L.G.M.; PROCÓPIO, S.O.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; FELDKIRCHER, C. Supressão imposta pelo mesotritone a *Brachiaria brizantha* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Planta Daninha**, v.29 n.4, p. 861-867, 2011.

FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, M.V.; AGNES, E.L. Cultivo consorciado de milho para silagem com *Brachiaria brizantha* no sistema de plantio convencional. **Planta Daninha**, v.23, n.4, p.635-644, 2005a.

FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; SANTOS, M.V.; AGNES, E.L.; CARDOSO, A.A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.49-58, 2005b.

GIMENES JÚNIOR, M.; POGETTO, M.H.F. do A. da; PRADO, E.P.; CHRISTOVAM, R. de S.; COSTA, S.Í. de A.; SOUZA, E. de F.C. Interferência de *Brachiaria Ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.931-938, 2011.

IKEDA, F.S.; MITJA, D.; VILELA, L.; CARMONA, R. Banco de sementes em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1545-1551, 2007.

IKEDA, F.S.; VICTORIA FILHO, R.; MARCHI, G.; DIAS, C.T.dos S.; PELISSARI, A. Interferências no consórcio de milho com *Urochloa* spp. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1763-1770, 2013a.

IKEDA, F.S.; VICTORIA FILHO, R.; VILELA, L.; MARCHI, G.; CAVALIERI, S.D.; SILVA, A.A. Emergência e crescimento inicial de cultivares de *Urochloa* em diferentes profundidades de semeadura. **Planta Daninha**, v.31, n.1, p.71-78, 2013b.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.F.; FREITAS, F.C.L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.553-560, 2004.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.A.; SILVA, A.F.; SILVA, L.L.; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.1, p.53-60, 2006.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A.F.; SILVA, A.A.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, F.C.L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.59-67, 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. DE; COSTA, J.L. DA S.; SILVA, J.G. DA; VILELA, L.; BARCELLOS, A. DE O.; MAGNABOSCO, C. DE U. **Sistema Santa Fé - Tecnologia Embrapa: Integração lavoura - pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2000. (Circular Técnica: Embrapa Arroz e Feijão, 38).

MARTINS, D.; MARTINS, C.C.; COSTA, N.V. Potencial alelopático de soluções de solo cultivado com *Brachiaria brizantha*: efeitos sobre a germinação de gramíneas forrageiras e plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.61-70, 2006.

PEREIRA, D.A.C., ALVISI, M.A.G.L., VALLE, L.A.C. Qualidade física das sementes de espécies forrageiras tropicais comercializadas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.3, p. 468, 2003.

SEVERINO, F.J.; CARVALHO, S.J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. III – Implicações sobre as plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 53-60, 2006.

SOUZA, L.S.; VELINI, E.D.; MARTINS, D.; ROSOLEM, C.A. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.657-668, 2006.

TOMAZELA, M.S., PLATZECK, G., TOSIN, H. **Diagnóstico da qualidade de sementes de *Panicum maximum* Jacq. comercializadas no estado de São Paulo no ano de 2002**. Informativo Abrates, Curitiba, v.13, n.3, p. 466, 2003.

CAPÍTULO 7

Tecnologia de aplicação na aviação agrícola

Alisson Augusto Barbieri Mota

Ulisses Rocha Antuniassi

Rodolfo Glauber Chechetto

Fernando Kassis Carvalho

1. Introdução

A aviação agrícola está entre uma das principais ferramentas utilizadas para aplicação de produtos fitossanitários, fertilizantes e semeadura, estando consolidada na agricultura nacional. A atividade da aviação agrícola também pode abranger outras áreas não agrícolas, como a aplicações de domissanitários, combate a incêndios florestais e em campos, coleta de dados para o mapeamento de áreas, coletas de imagens, entre outros (CHECHETTO, 2015).

O primeiro registro no Brasil do uso de aeronaves para fins agrícolas foi em 1947, na cidade Pelotas – RS, para o controle de gafanhotos, realizado pelo Engenheiro Agrônomo Leôncio Fontelle e o piloto Clóvis Candiota. Posteriormente, em 1950 foi criado “Patrulhas de Tratamento Aéreo” pelo Ministério da Agricultura, para a aplicação do inseticida BHC na cultura do café e em 1956 teve o início da utilização de aeronaves para a aplicações aéreas em banana na região de Itanhaém – SP (CARVALHO; BOLLER; ANTUNIASSI, 2011; ARAÚJO, 2017).

A aviação agrícola é um mercado crescente, segundo dados do Sindicato Nacional de Empresas de Aviação Agrícola (ARAÚJO, 2017), nos últimos 5 anos, registrou-se um aumento de 23% na frota de aviões agrícolas brasileira, sendo em 2016 o total de 2083 aviões. Desse montante a maioria pertence a operadores do estado do Mato Grosso (22%), seguido do Rio Grande do Sul (20%) e São Paulo (14%). Segundo Carvalho, Boller e Antuniassi (2011), estima-se que no Brasil as aeronaves agrícolas sejam responsáveis pela a aplicação de

aproximadamente 20 milhões de hectares, considerando aplicações de produtos fitossanitários, adubação e semeadura.

Segundo Carvalho; Boller e Antuniassi (2011), os principais pontos que destacam a aplicação de produtos com aeronaves em relação aos pulverizadores terrestres são, o alto desempenho operacional, a versatilidade nas operações em diferentes tipos de terrenos, a ausência de danos por amassamento às culturas, a não disseminação de propágulos de doenças de plantas, entre outros.

2. Legislação - Alguns pontos importantes

A atividade de aviação agrícola é regulamentada por Lei Federal (Decreto - Lei 917, de 07 de outubro de 1969, Decreto Nº 86.765/1981), competindo ao Ministério da Agricultura propor políticas para o emprego da atividade, visando à coordenação, orientação, supervisão e fiscalização, entretanto, é reservado a competência de outros ministérios: Ministério da Aeronáutica, Ministério da Saúde, Ministério da Indústria e do Comércio e Ministério do Trabalho e Previdência Social.

Segundo a legislação vigente, a atividade abrange a aplicação de produtos fitossanitários, distribuição de fertilizantes, semeadura, povoamento de águas, combate a incêndios em campos ou florestas e outros empregos que vierem a ser aconselhados.

As normas de trabalho da aviação agrícola, bem como padrões técnicos e de segurança para aeronaves agrícolas, pistas de pouso, equipamento, produtos químicos e operadores estão determinadas na Instrução Normativa Nº2, de janeiro de 2008 (MAPA).

Um dos pontos mais importantes na aviação agrícola, para evitar contaminação de áreas adjacente são faixas de segurança, que de acordo com o entorno da área a ser tratada, devem ser respeitadas distâncias mínimas sem que sejam realizadas pulverizações com aeronaves. Essas distâncias estão especificadas na legislação (Instrução Normativa Nº2, de janeiro de 2008 - MAPA), sendo elas:

- 500 metros: de povoações, cidades, vilas, bairros, mananciais de captação de água para abastecimento de população;

- 250 metros: de mananciais de água, moradias isoladas e agrupamentos de animais;

- Não sobrevoar com a aeronave carregada de produtos fitossanitários: áreas povoadas, moradias e os agrupamentos humanos.

Além disso, é importante destacar que caso ocorra algum dano a terceiros em culturas susceptíveis ao produto aplicado, toda a responsabilidade ficará a cargo da empresa aplicadora. Portanto, além de considerar as distâncias mínimas descritas na legislação, é necessário o emprego de tecnologias de aplicação adequadas para evitar contaminações de áreas adjacentes, ao mesmo tempo que se mantém a qualidade do tratamento fitossanitário.

3. Tecnologia de aplicação na aviação agrícola

Em aplicações de produtos fitossanitários, além dos conhecimentos sobre os produtos que serão utilizados, é primordial levar em consideração a forma de aplicação, para que se tenha os resultados esperados, sem causar desperdícios ou contaminações. Entretanto, na prática verifica-se que na maioria das situações é dada muita importância ao produto fitossanitário e pouca a sua aplicação (BALAN et al., 2008).

De maneira abrangente, considera-se uma aplicação eficiente, aquela que usa o mínimo possível de produto para que se obtenha o controle desejado, com o mínimo de perdas (HEWITT, 2007). Diante deste contexto, a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários, tem um conceito bastante semelhante, em que seu objetivo é o uso dos conhecimentos científicos para a colocação do ingrediente ativo no alvo, na quantidade necessária, de forma eficiente e economicamente viável, com o mínimo possível de contaminação ambiental (MATUO, 1990; MATTHEWS, 2002).

Para que o tratamento fitossanitário desempenhe os resultados objetivados, é necessário que o aplicador leve em consideração o ambiente e as condições meteorológicas que será realizado a aplicação, os alvos químicos e biológicos, o momento da aplicação, o produto, a composição da calda e as características da aeronave. Definido esses pontos, será feito a seleção do tamanho de gotas e taxa de aplicação adequado para atender essas demandas.

O conhecimento do ambiente de aplicação, diz respeito principalmente ao entorno, onde deve ser observado áreas de risco, primeiramente levando as

distâncias mínimas de segurança que são preconizadas na legislação. Além disso, é importante um levantamento sobre áreas que sejam sensíveis ao produto que será aplicado, como exemplo, outras culturas ou áreas de apicultura. A realização desse levantamento prévio é decisiva para o planejamento da aplicação.

Além do planejamento prévio, durante o processo de aplicação deve ser monitorada as condições meteorológicas para assegurar a segurança da operação. Segundo Ozkan (1998), é recomendado realizar aplicações somente em condições em que a umidade relativa do ar esteja acima de 55%, temperatura do ar abaixo de 30° C e ventos variando entre 3 e 10 km h⁻¹. Devem-se evitar temperaturas inferiores a 15° C, devido a menor atividade fisiológica das plantas; reduzindo a absorção de produtos que apresentam algum grau de instabilidade física ou química (AZEVEDO; FREIRE, 2006). Também não são recomendadas aplicações na ausência de ventos por haver a probabilidade da ocorrência de inversão térmica e corrente de ar convectiva, o que consequentemente dificultaria a deposição das gotas pulverizadas (MATTHEWS, 2000).

O produto aplicado, bem como a cultura, o estágio de desenvolvimento e o alvo biológico determinarão qual será o alvo químico e o nível de cobertura adequado. Quando o alvo químico está em pontos mais expostos à pulverização ou então necessita de baixos níveis de cobertura, a técnica de aplicação adotada geralmente é mais simples, entretanto, quando o alvo químico está em locais menos expostos, como nos terços inferiores da cultura, ou necessitam de maiores níveis de coberturas, é necessário a adoção de técnicas mais criteriosas para obter os resultados esperados.

Miller et al. (1996) cita que gotas com diâmetros menores proporcionam uma melhor cobertura dos alvos, mas são mais sensíveis as perdas por deriva, de maneira inversa, gotas maiores caracteriza-se por serem mais seguras, mas também exigem maiores taxas de aplicação para que se tenham níveis de cobertura equivalentes as gotas finas. Embora, o uso de gotas menores em condições meteorológicas favoráveis contribui para a penetração da pulverização em alvos menos expostos, como os terços inferiores de culturas com alto nível de enfolhamento. O padrão de gotas adequado é descrito como aquele que proporciona o máximo controle, com a menor quantidade possível de produto e causando o mínimo de contaminação ambiental (HIMEL, 1969).

Portanto, ressalta-se que a seleção do tamanho de gotas juntamente com a taxa de aplicação, é um dos principais elementos que determinam o sucesso da aplicação.

Portanto, além da escolha correta do tamanho de gotas e a taxa de aplicação, é importante a adoção de outras técnicas que contribuam para a melhora da qualidade e redução das perdas por deriva. Nesse sentido, o conceito de técnicas de redução de deriva (TRD) visa à combinação de elementos com o objetivo de minimizar as perdas por deriva (CARVALHO et al., 2011; ANTUNIASSI, 2013). A exemplo disso, cita-se como TRD, a escolha da técnica de aplicação, como tamanho de gotas com menor potencial de deriva; as condições operacionais, que pode ser uma altura de voo menor; o uso de adjuvantes redutores de deriva e a aplicação em condições meteorológicas favoráveis. São ações que quando combinadas, aumentam significativamente a qualidade da aplicação e a redução das perdas.

Dessa maneira, com o objetivo de aumentar a responsabilidade ambiental nas aplicações através do controle dos fatores que levam a uma pulverização eficaz e segura de produtos fitossanitários, foi instituído em 2013, o programa voluntário de certificação de aplicadores aéreos e boas práticas, o CAS – Certificação Aeroagrícola Sustentável (CAS, 2017).

O CAS é uma iniciativa importante por parte do setor aeroagrícola, para a melhora da qualidade das aplicações principalmente levando em consideração a segurança no uso de produtos fitossanitários. O Programa é uma realização da Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais (FEPAF) com o apoio da Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF) e do Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG) e tem como entidades coordenadoras a Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP-Botucatu), a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) (CAS, 2017).

4. Considerações finais

Em qualquer aplicação de produtos fitossanitários é de suma importância a escolha da técnica adequada, de acordo com as condições de aplicação. Entretanto, de acordo com cada modalidade existem particularidades que devem ser levadas em consideração. A aviação agrícola, por ser uma atividade

regulamentada, há uma maior fiscalização, bem como vários critérios que devem ser atendidos durante as operações.

Portanto, antes da tomada de qualquer decisão nas aplicações aéreas, deve-se primordialmente seguir os quesitos preconizados na legislação vigente. Além da atenção com os aspectos legais, o conhecimento das características técnicas necessárias de acordo com cada aplicação é de suma importância. Essas ações prevenirão eventuais perdas por deriva e otimizarão a aplicação para que se obtenha os resultados desejados.

Referências

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para a cultura do algodão. In: BELOT, J.-L. (Ed.). **Manual de boas práticas de manejo do algodoeiro em Mato Grosso**. 1 ed. Cuiabá: IMAmt e Ampa, 2013. p 100-107.

ARAÚJO, E. C. **Frota brasileira de aviões agrícolas**. Pelota. v. 2. 2016. 9 p. Disponível em: < <http://sindag.org.br/biblioteca-virtual/estatisticas-do-setor/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. DAS C. O. **Tecnologia de Aplicação de Defensivos Agrícolas**. 1. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. p. 47.

BALAN, M. G. et al. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 2, p. 293–298, 2008.

CARVALHO, F. K. et al. Aplicação planejada. **Cultivar Máquinas**, n. 112, p. 24–26, 2011.

CARVALHO, W. P. A.; BOLLER, W.; ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação por via aérea. In: ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Aldeia Norte, Botucatu-SP, 2011. p. 143-157

CAS. **Cerificação Aeroagrícola Sustentável – Histórico**. 2017. Disponível em: < <http://www.cas-online.org.br/historico>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

CHECHETTO, R. G. **Métodos de coleta de deposição para ensaios de deriva em aplicações aéreas**. 2015. 80 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

HEWITT, A. J. Spray optimization through application and liquid physical property variables—I. The **Environmentalist**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 6 set. 2007.

HIMEL, C. M. Analytical methodology in ULV. In: Pesticide application by ULV Methods. **British Crop Protection Council Monograph**, v. 11, p. 112–119, 1974.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C.; TUCK, C. R. Entreined air and droplet velocities produced by agricultural flat-fan nozzles. **Atomization and Sprays**, v. 6, p. 693-707, 1996.

OZKAN, H. E. Effects of major variables on drift distances of spray droplets. Food, Agricultural and Biological Engineering. AEX 525-98, 1998.

Como minimizar a deriva?

Marcelo da Costa Ferreira

Fabiano Griesang

1. Introdução

Saber o que é deriva de produtos fitossanitários é indispensável para elencar as principais formas de evitá-la e, para tanto, é importante entendermos sobre tecnologia de aplicação. Conceitualmente, MATUO (1990) define tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários como o emprego de conhecimentos científicos para a correta colocação do produto no alvo, na quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas.

Partindo desta ideia, o emprego de produtos fitossanitários é recorrente para o controle dos agentes nocivos que estão gerando danos e/ou possuem potencial para prejudicar alguma atividade agrícola de interesse humano. A deriva de produtos fitossanitários se caracteriza como sendo o desvio da trajetória das gotas formadas durante a pulverização ou evaporação destas, conhecido como exo-deriva (HIMEL, 1974; MILLER, 1993), e a porção da pulverização que não fica aderida ao alvo e vai ao solo, decorrente de elevados volumes de aplicação ou o uso de gotas muito grandes, denominado endo-deriva (HIMEL, 1974), as quais não atingem o alvo e podem vir a se tornar agentes contaminantes ambientais e de culturas periféricas (Figura 1).



Figura 1. Deriva ocasionada pela produção de gotas de pequeno tamanho em condição ambiental desfavorável. **Fonte:** Marcelo C. Ferreira.

As perdas por deriva primeiramente são econômicas, diretamente envolvidas na operação, pelo custo dos produtos, dos maquinários, do pessoal e de tempo nas operações. Além destas, há os danos em culturas adjacentes, a possível do ar e da água e, finalmente, há os riscos à saúde e segurança de rebanhos e do próprio ser humano (VOULVOULIS; GEORGES, 2015; OZKAN, 1997). Salienta-se também os diversos casos de mortalidade de polinizadores registrados e relacionados direta ou indiretamente à deriva de produtos que, mesmo sem grandes danos aparentes à agricultura, pode comprometer arduamente culturas que necessitam destes organismos na polinização para a formação de sementes e frutos, responsável pela redução de até 24% da produtividade dos cultivos em pequenas propriedades (GARIBALDI et al., 2016). Outro aspecto que pode ser facilmente visualizado, gerando grandes prejuízos agrícolas, são os causados pela deriva de herbicidas sobre culturas sensíveis, como é o caso da deriva do herbicida 2,4-D sobre as culturas de algodão, soja, tomate, mandioca e citros (NUYTTENS et al., 2010; SILVA et al., 2016).

Uma vez necessária a aplicação de produtos fitossanitários, e esta, sendo realizada de forma pouco criteriosa, tem grandes possibilidades em gerar consequências negativas na forma de deriva. Dentre os pontos frequentemente negligenciados está a observação das condições meteorológicas no momento da aplicação, da característica das gotas, volume de aplicação, características do alvo, regulagens do pulverizador (escolha da ponta de pulverização, pressões de trabalho, altura de barra, velocidade de deslocamento), das calibrações e das manutenções dos equipamentos.

2. Formação de gotas

Em pulverizações agrícolas, a principal energia adotada para a produção das gotas é a hidráulica, em que as gotas são formadas a partir da resistência oferecida pelo ar sobre o líquido, que passa em alta velocidade por um orifício. A velocidade típica das gotas para pontas de jato plano é de 10 a 20 m s⁻¹, variando principalmente em função do tamanho das gotas e da pressão trabalho (MILLER et al., 2008). A conformação inicial é de um jato contínuo, fragmentado em gotas conforme é projetado contra o ar (DOMBROWSKI, JOHNS, 1963; MILLER et al., 2008). Inicialmente, todas as gotas produzidas possuem a mesma velocidade. Ao chocar-se com o ar existente no entorno das gotas recém-formadas, a fricção das gotas com o ar tem ação na desaceleração das gotas e, devido à sua especificidade de área superficial e de massa, gotas menores perdem velocidade mais rapidamente (MILLER et al., 2008). Para estas gotas menores, a redução na velocidade significa em maior tempo susceptível à deriva.

Gotas formadas pela pulverização hidráulica não são uniformes e, quanto ao tamanho característico das gotas da amostra, o diâmetro mediano volumétrico (DMV) é o parâmetro usualmente considerado para classificá-las. O valor do DMV corresponde ao diâmetro da gota que divide o volume acumulado de gotas em duas partes iguais, sendo uma metade com gotas maiores a este valor, e outra com as gotas menores a ele. Dito isso, uma vez caracterizado um grupo de gotas pulverizadas por uma ponta de pulverização, isto significa dizer que metade do volume aplicado é com gotas maiores e a outra metade com gotas menores do que ela. Sendo assim, pontas de pulverização distintas podem ter valores equivalentes de DMV, mas qualidades de jatos muito diferentes em relação à deriva. Isto porque se o jato de um exemplar for menos uniforme do que outro de mesmo DMV, significará uma grande quantidade de gotas pequenas para equivaler a uma pequena quantidade de gotas maiores da outra metade do volume. Desta forma, um parâmetro ainda pouco utilizado para a classificação de pontas de pulverização que é a uniformidade do tamanho de gotas assume maior importância, pois, quanto maior a uniformidade, para um mesmo DMV, menor será a quantidade de gotas pequenas e, portanto, menor o risco potencial de deriva.

No que concerne às pontas de pulverização, inúmeros modelos estão disponíveis no mercado, desenhados para suprir demandas específicas (Figura 2). Dentre os modelos, os mais recomendados para aplicações de herbicidas em equipamentos terrestres tanto em área total como para aplicações dirigidas em faixas são os de jato plano. Com pontas de pulverização de jato plano, devido às tecnologias que foram desenvolvidas com o passar dos tempos, como com a introdução do pré-orifício aos modelos convencionais, evolução das pontas defletoras e pontas com indução de ar, é possível produzir gotas com diversos tamanhos (DMV). Todavia, a qualidade destas pontas nem sempre é assegurada pelos fabricantes, sendo que exemplares de alguns modelos são mais consistentes e repetitivos do que outros e são afetados com intensidades diferentes quanto à constituição da calda, no que se refere ao Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e na porcentagem de volume em gotas de tamanho inferior a 100 μm ($\%<100\ \mu\text{m}$) (FERGUSON et al., 2015).

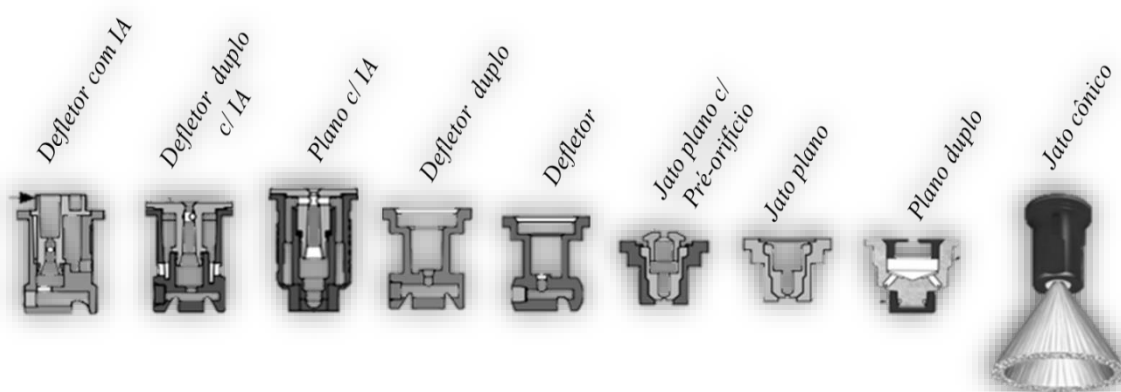


Figura 2. Modelos de pontas de pulverização comumente encontrados no mercado. IA – Indução de ar. **Fonte:** Adaptado de Teejet Technologies (2014).

Devido aos impactos agrônômicos e ambientais, a deriva vem sendo amplamente estudada e há informações extensas disponíveis. Para Al Heidary et al. (2014), fatores físicos básicos para a ocorrência da deriva são o tamanho e a velocidade das gotículas e as características físico-químicas do produto pulverizado. Nesse sentido, medianas como o DMV e a distribuição espacial do tamanho e velocidade das gotas devem ser considerados, além de parâmetros tecnológicos como a distância do alvo, o ângulo de pulverização e a velocidade de deslocamento do pulverizador.

Assim, a deriva é um parâmetro de performance de pulverizações que deve ser considerado como critério para interrupção de aplicações, uma vez encontradas condições consideradas limitantes para uma aplicação segura, considerando o tamanho de gotas, volume de aplicação, altura de barra, velocidade de deslocamento do equipamento pulverizador e condições atmosféricas no momento da aplicação (MILLER, 1993).

3. Tamanho de gotas

De maneira geral, quanto menor o tamanho da gota, mais sujeita ela está à evaporação e ao araste pelo vento, resultando em deriva (MIRANDA et al. 2010; AL HEIDARY et al., 2014). Participam diretamente na formação das gotas e, conseqüentemente, no tamanho das gotas geradas, a ponta de pulverização, a pressão de trabalho e as propriedades físico-químicas da calda. Para efeitos práticos, a ordem de participação destes fatores no tamanho das gotas é a seguinte (Figura 3):



Figura 3. Esquema ilustrativo de importância no tamanho das gotas para modelo da ponta de pulverização, pressão de trabalho e constituição da calda. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Assim, falhas grosseiras na escolha de ponta de pulverização não são passíveis de serem corrigidas com ajuste de pressão ou uso de adjuvantes.

Diversos estudos têm sido realizados para definir o tamanho de gota até o qual a ocorrência de deriva é facilitada. Para Byas & Lake (1977), gotas de até

93 μm foram facilmente detectadas pelos métodos amostrais utilizados em distâncias de 13,7 metros. Hobson et al. (1993), em estudo dirigido sobre o tema, encontraram significativa ocorrência de deriva para gotas de tamanho inferior a 80 μm , considerando-se a amostragem a 8 metros de distância do ponto de produção das gotas. Atualmente, o diâmetro considerado para caracterizar as gotas propensas à deriva é o inferior a 100 μm , porém gotas de maior tamanho também podem sofrer deriva se submetidas à condições ambientais extremas (FERGUSON et al., 2015).

A evaporação das gotas, especialmente em condições atmosféricas de baixa umidade relativa e elevadas temperaturas, tem grande participação na ocorrência da deriva, uma vez que este é um evento progressivo e, quanto menor o volume da gota, maior a sua superfície específica e, portanto, maior é o seu potencial evaporativo (ELLIOTT; WILSON, 1983). Em estudo de cinco anos de duração, utilizando ferramentas integradas de medição, Jensen e Olesen (2014) encontraram na fração de gotas finas a maior influência sobre a ocorrência de deriva, seguido pela altura da barra de pulverização. Portanto, sob o ponto de vista do potencial de ocorrência de deriva, o volume acumulado por gotas muito finas deve ser o menor possível (Figura 4).

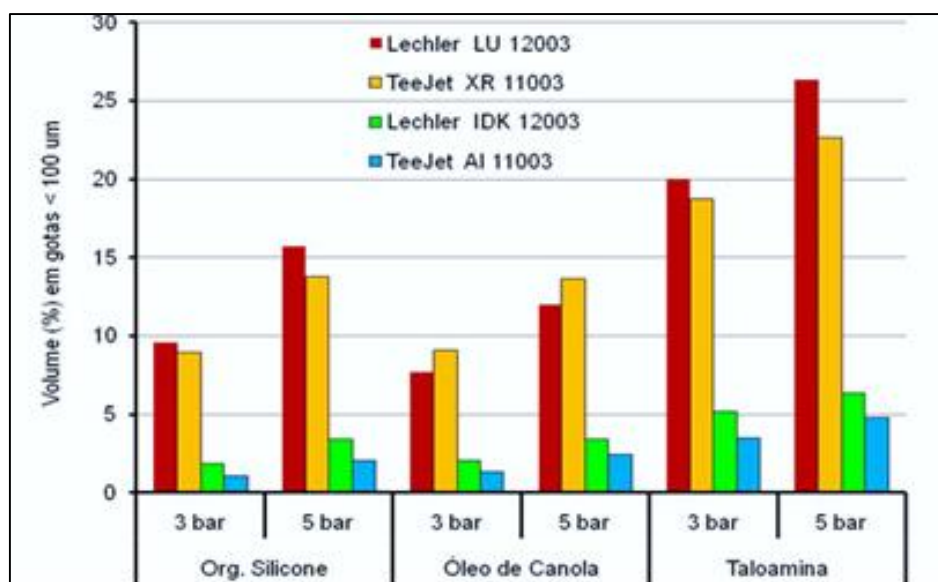


Figura 4. Volume de calda (%) pulverizado com gotas menores que 100 μm , para diferentes pontas de pulverização e presença de adjuvantes na calda.
Fonte: Ferreira (2010).

Conforme relacionado anteriormente, quanto mais uniformes forem as gotas, menores serão os volumes acumulados por gotas de tamanhos

discrepantes ao DMV preconizado (Figura 5). No intuito de melhorar a uniformidade das gotas, uma tática bastante eficiente reside na utilização de bicos de pulverização utilizando outras formas de energia, como a centrífuga, por exemplo. Desta forma, a adoção de tecnologias que produzam gotas de maior uniformidade também bons resultados na redução da deriva.

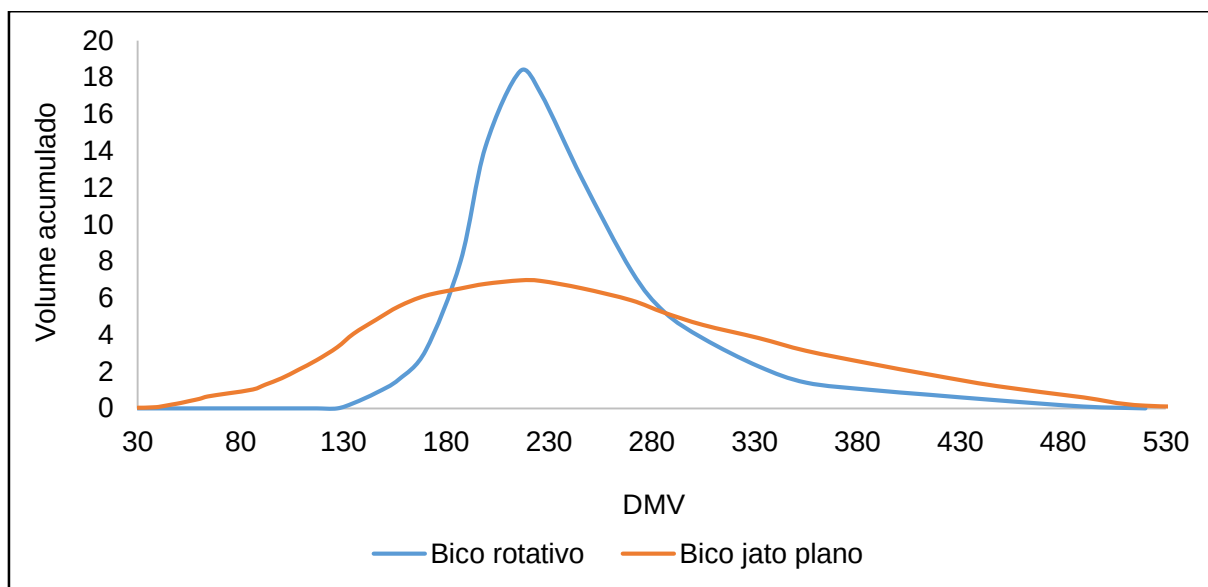


Figura 5. Uniformidade de gotas de pulverização obtidas de ponta de pulverização de energia hidráulica (F11001) comparada ao bico rotativo. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

4. Qual é o tamanho da gota ideal?

Em caldas aquosas a escolha do tamanho da gota ideal a ser utilizada em uma aplicação agrícola leva em consideração o alvo a que se quer controlar (tamanho, comportamento, localização), o produto (sistematicidade), as condições ambientais (temperatura, velocidade do vento, umidade relativa) e os fatores operacionais envolvidos (altura e oscilação da barra de pulverização, velocidade de operação).

De maneira geral, produtos aplicados ao solo, como herbicidas na pré-emergência de plantas daninhas, os melhores resultados de depósito de gotas são esperados para gotas de maior diâmetro e com boa distribuição sobre a superfície do solo, uma vez que esta configuração proporciona menores perdas por deriva (tamanho das gotas) e maior probabilidade de alcançar as sementes de plantas daninhas quando estas estiverem no processo de germinação (distribuição uniforme). Aplicações de herbicidas sistêmicos como glyphosate e

2,4-D também têm elevada probabilidade de serem bem-sucedidas com gotas grossas, uma vez que o produto, quando atinge o alvo, tem a capacidade de adentrar os tecidos da planta e ser redistribuído até os sítios de ação por meio de estruturas de transporte da própria planta, promovendo o controle.

Herbicidas com sistematicidade reduzida ou ainda para populações de plantas daninhas mais densas, com plantas de menor tamanho escondidas pelas maiores (efeito guarda-chuva), a utilização de jatos duplos ou gotas menores pode surtir resultados satisfatórios. Nestes casos, um cuidado maior deve ser dado às condições ambientais, uma vez que gotas menores apresentam maior propensão à rápida evaporação, e devido à sua menor massa, são mais facilmente arrastadas pelo vento.

5. Pressão de trabalho

A variação da pressão do sistema de pulverização afeta diretamente algumas características da pulverização, como o ângulo do jato, a vazão, o diâmetro e velocidade das gotas. Estas características afetam significativamente o resultado de uma aplicação e o risco potencial de deriva.

A variação de pressão é proporcional ao quadrado da vazão, ou seja, para dobrar a vazão, é necessário quadruplicar a pressão. Aumentos na pressão resultam na diminuição do tamanho das gotas e aumenta o volume acumulado por gotas de tamanho menor que 100 μm , aumentando risco potencial de deriva (Figura 6).

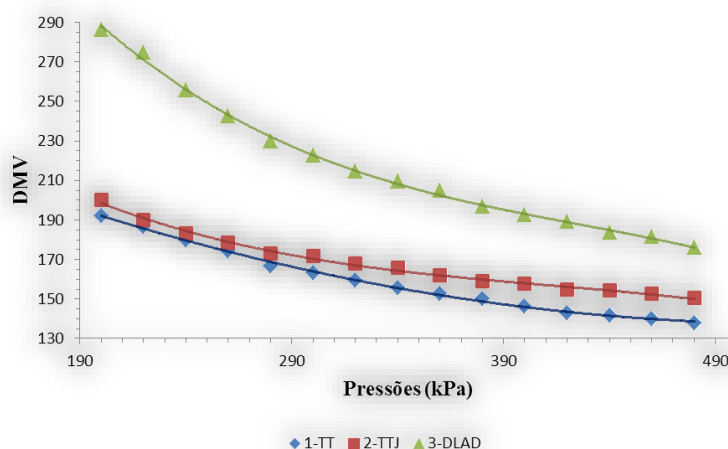


Figura 6. Decréscimo do tamanho de gotas em relação ao acréscimo da pressão de pulverização, para três modelos de pontas de pulverização. **Fonte:** BARRÊTO, (2011).

Para pontas de pulverização munidas da tecnologia de indução de ar, esta resposta ao tamanho das gotas em relação ao aumento da pressão é menos regular, apresentando maior variação no diâmetro das gotas com o incremento da pressão. Isso se dá pelo rompimento das gotas e liberação do ar presente no seu interior em alguns momentos específicos, bastante influenciados pela pressão do sistema (Figura 7).

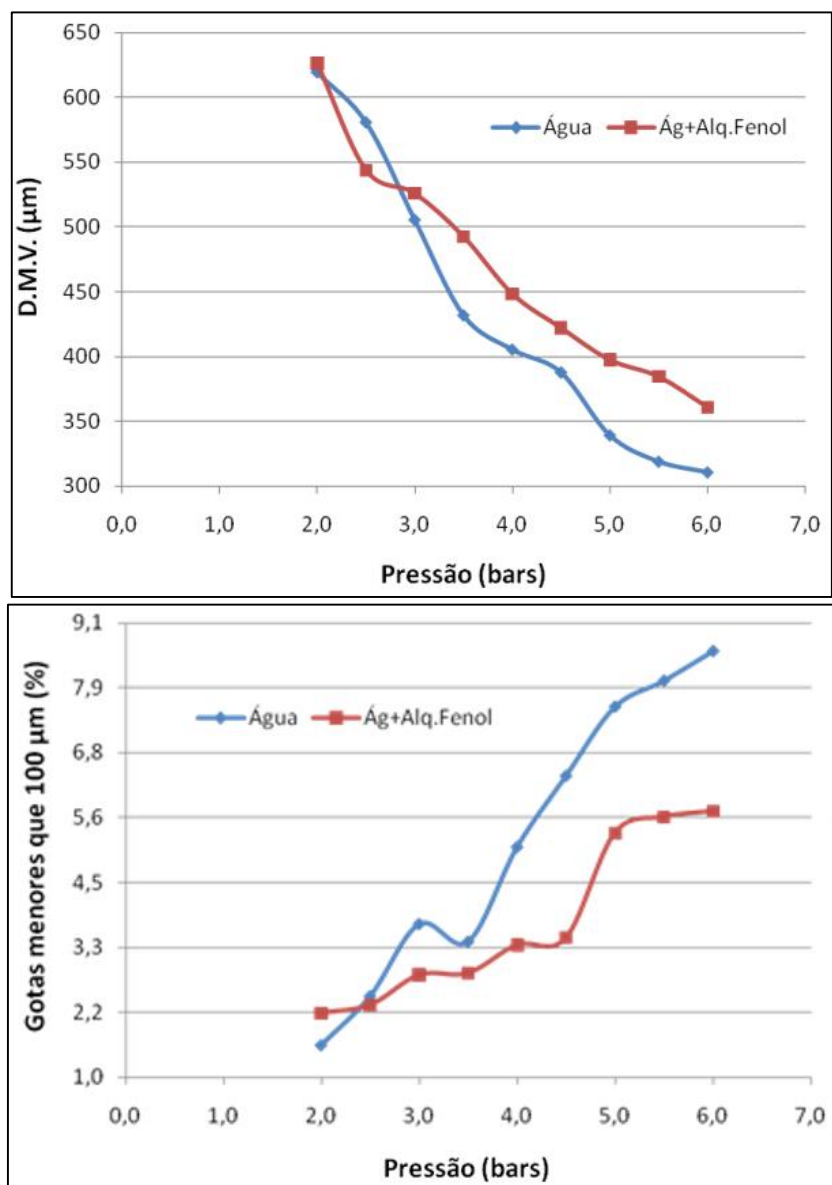


Figura 7. Variação do DMV e da %<100 µm pela ponta AI 11003 em nove níveis de pressão (água e alquil fenol). **Fonte:** FERREIRA (2010).

6. Volume de aplicação

Uma vez definido o tamanho ideal das gotas para atingir o alvo, conhecido o tamanho da superfície a ser coberta pela aplicação e a necessidade de

cobertura necessária para promover o controle satisfatório, é importante adequar o volume de aplicação adotado à situação verificada.

Tratando-se de volume de aplicação, ambos os extremos podem resultar em índices elevados de deriva: volumes muito baixos, geralmente associados a gotas de menor tamanho, podem facilmente ser perdidas na forma de exo-deriva (evaporação, vento) (MIRANDA-FUENTES et al., 2016), enquanto volumes elevados, geralmente associados a gotas de maior diâmetro ou volume de calda maior que a capacidade da planta em retê-lo, são facilmente perdidos por endo-deriva (ricocheteio, escoamento superficial) (JENSEN; OLESEN, 2014).

Dando enfoque para a deriva de produto pelo ar, a redução no volume de aplicação pode aumentar a ocorrência da deriva devido à necessidade de diminuição no tamanho de gotas para alcançar coberturas satisfatórias sobre os alvos. Para um determinado modelo de ponta de pulverização a redução de volume implica na utilização de menor vazão, e estas, por sua vez, por apresentarem orifício de saída de diâmetro menor, comumente produzem gotas menores, se considerada a mesma pressão de trabalho.

7. Altura da barra

A altura da barra de pulverização contribui para a ocorrência da deriva devido à desaceleração das gotas de pulverização no percurso entre o bico e o alvo. Com isso, é maior o tempo em que as gotas ficam vulneráveis à evaporação e araste pelo vento (AL HEIDARY et al., 2014). Esta série de eventos (distância do alvo, tempo gasto no percurso, evaporação das gotas), proporcionada pela altura da barra, resulta em aumento da deriva conforme for aumentada sua altura (Figura 8).

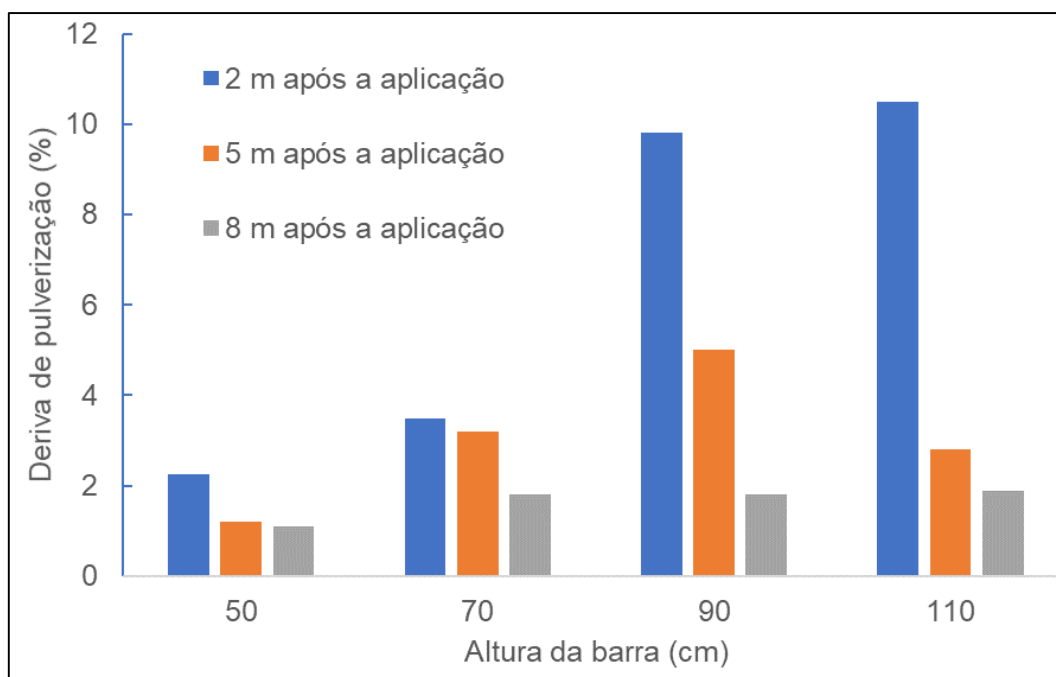


Figura 8. Efeito da altura da barra na ocorrência da deriva, em pulverização com pontas convencionais, medidos no campo. **Fonte:** Adaptado de Miller (2008).

8. Velocidade de aplicação

Em uma série de experimentos, Van de Zande et al. (2004) avaliaram o efeito das velocidades do pulverizador de 6 e 12 km h⁻¹ na ocorrência de deriva sobre o solo, e à deriva no ar a 5m de distância da borda da área pulverizada. Foram utilizados 2 modelos de pontas de pulverização munidas de diferentes tecnologias (jato plano convencional XR11004 e jato plano com pré-orifício DG11004), na presença e ausência de assistência de ar na barra de pulverização. Os resultados mostram aumentos crescentes na deriva de pulverização conforme incrementos na velocidade. O efeito da ponta com pré-orifício não conseguiu compensar o aumento da deriva proporcionada pelo aumento da velocidade do pulverizador. A redução da deriva, tanto para o tipo de ponta como para a assistência aérea, ocorreu com a redução das velocidades de aplicação.

9. Efeito das condições meteorológicas

Em estudo de longa duração, Jensen e Olesen (2014) encontraram forte influência das características da cultura e das condições meteorológicas na ocorrência da deriva, sendo que ventos e temperaturas em maior intensidade e

valores de umidade relativa mais baixas resultaram em incrementos na ocorrência de deriva.

A velocidade do vento é o principal fator que interfere na deriva de pulverização (GILBERT & BELL, 1988; HOBSON et al., 1990). Por conta disto, a FAO (1997) determina limites para a aplicação de produtos fitossanitários, indicando a suspensão de qualquer aplicação para ventos com velocidade superior a 10 km h⁻¹. Entretanto, para a maior parte das áreas de produção agropecuária no Brasil, o vento supera este limite. Desta forma, é importante utilizar tecnologias capazes de permitir a chegada das gotas mesmo em condições adversas.

Como informado, gotas maiores resistem mais ao arraste pelo vento (MIRANDA et al., 2010; COSTA et al., 2017; GRIESANG et al., 2017). Isto também se associa ao tempo de vida das gotas que é maior para as gotas maiores, mesmo em condições de menor umidade relativa.

Pensando especificamente na evaporação, a temperatura e a umidade relativa do ar causam interferência. Entretanto, o efeito da umidade relativa é muito mais pronunciado, uma vez que mesmo a temperaturas baixas, se houver baixa umidade relativa, haverá evaporação. Por outro lado, em situações de elevada temperatura, se a umidade relativa também for elevada, implica em baixa taxa de evaporação. Porém, a taxa de evaporação será bastante alta se a umidade relativa for baixa e se a temperatura for elevada.

10. Constituição da calda e uso de adjuvantes

As propriedades físico-químicas das caldas são conhecidas por influenciar na ocorrência da deriva e é possível estimar o risco de deriva com base nestas propriedades, dadas por diferentes formulações (HILZ & VERMEER, 2013). Tanto a formulação do produto fitossanitário quanto os adjuvantes adicionados em tanque acarretam em alterações no diâmetro das gotas.

Em avaliação de mais de 30 formulações de inseticida e fungicida constituídas de três grupos [concentrado emulsionável (EC), concentrado de suspensão (SC) e grânulos dispersáveis em água (WG)] sobre a tensão superficial, a viscosidade e os espectros de tamanho das gotas de pulverização,

foi verificado que as tensões superficiais mais baixas foram obtidas com formulações CE, enquanto as SC apresentaram as tensões mais elevadas (CARVALHO et al., 2017). As CE foram as mais eficazes para diminuir a %<100 μm . A mistura de herbicidas glyphosate com dicamba também influenciam no potencial de ocorrência de deriva quando comparados aos produtos utilizados de forma isolada. Porém, são encontradas respostas distintas para modelos de pontas de pulverização (ALVES et al., 2017).

Em estudo conduzido por Oliveira et al. (2015), constatou-se que o DMV, a %<100 μm e a viscosidade da calda foram as principais características avaliadas que influenciam na deriva. Em estudo conduzido em túnel de vento foi verificada influência do adjuvante lecitina para gotas muito finas, produzidas pelos modelos jato cônico e duplo plano, com redução expressiva da deriva na presença do adjuvante. Para as gotas maiores produzidas pelo modelo com indução de ar, não houve influência significativa para ventos de 2 m s^{-1} (GRIESANG et al., 2017).

A água, componente principal das caldas fitossanitárias, possui elevado valor de tensão superficial, e quando pulverizada em gotas, estas tendem a permanecer em formato esférico. A adição de adjuvantes tensoativos à calda resulta em reduções nesta tensão superficial, aumentando a capacidade de espalhamento das gotas sobre as superfícies onde é pulverizada. Além disso, pode influenciar na formação das gotas no momento da pulverização, influenciando positiva ou negativamente nos parâmetros DMV e %<100 μm . A adição de adjuvantes resulta em aumentos no tamanho das gotas e, em consequência, na redução do %<100 μm , que corresponde à fração das gotas sensíveis à deriva (CALORE et al., 2015). Por outro lado, esta característica pode ser influenciada pela formulação do produto fitossanitário, além de os adjuvantes que reduzem os riscos de deriva apresentarem diferentes respostas para modelos de ponta de pulverização (COSTA et al., 2017) (Figura 9).

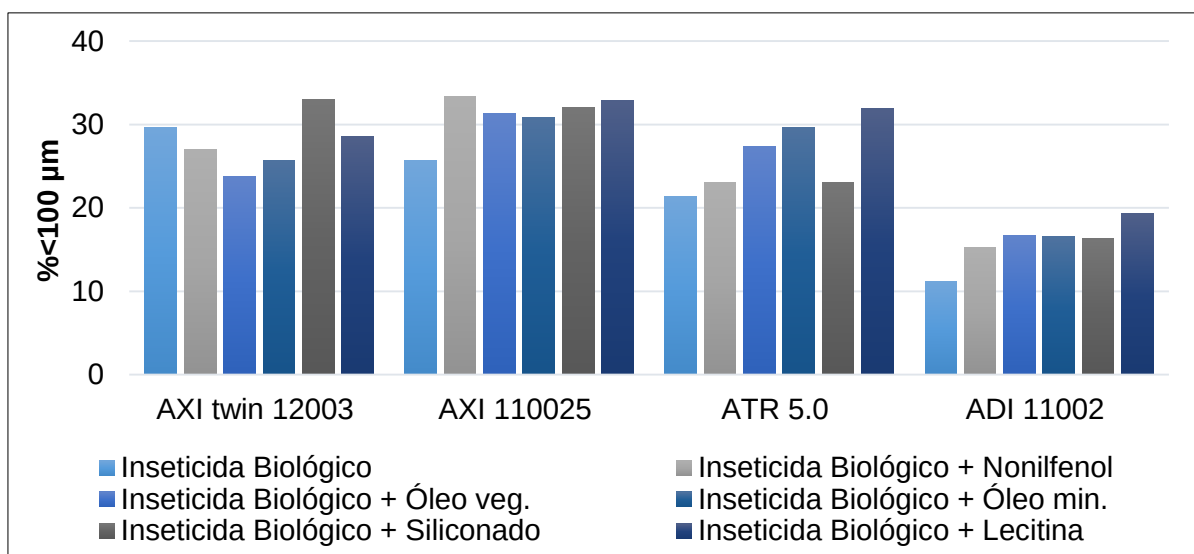


Figura 9. Percentual volumétrico de gotas menores que 100 micrometros ($\%<100\ \mu\text{m}$) para diferentes modelos de pontas de pulverização em relação a caldas constituídas de diferentes adjuvantes. **Fonte:** Adaptado de Costa et al. (2017).

Mesmo considerando o uso de adjuvantes para a redução do volume de gotas propensas à deriva, o modelo de ponta de pulverização e a pressão de trabalho possuem maior importância sobre esse fator.

Avanços vem sendo realizados com relação a gota e a superfície do alvo, no intuito de preservar a gota sobre a superfície, reduzindo a endo-deriva, mesmo quando esta tiver característica hidrofílica. Deformações nas gotas foram realizadas pulverizando simultaneamente polieletrólitos carregados de forma inversa, no intuito de induzir a precipitação superficial quando duas gotas entram em contato com a superfície da folha, resultando em incrementos tanto na retenção como na cobertura (DAMAK et al., 2016).

11. Métodos para a determinação da deriva

A avaliação da deriva pode ser feita de várias maneiras, atendendo metodologias específicas para cada situação, podendo ser feita a campo, em ambientes controlados, como túneis de vento e laboratórios, a partir da modelagem computacional e a utilização de plantas sinalizadoras (especialmente para a deriva de herbicidas).

Determinações de deriva diretamente à campo trazem a vantagem de possibilitar leituras diretas e pontuais do comportamento das aplicações nas

condições em que se fez a aplicação, considerando-se o produto, as tecnologias empregadas na aplicação e as condições climáticas predominantes. Nestas avaliações, a descrição metodológica das condições ambientais deve ser bem detalhada, no intuito de melhor entender e interpretar os dados obtidos (MILLER, 1993). A dificuldade maior está no uso destas informações, uma vez que as condições ambientais são muito dinâmicas e os fenômenos são irregulares até mesmo no momento da aplicação e, por não se repetirem em igual intensidade, impossibilitam a replicação das avaliações para a validação das informações geradas (Figura 10).



Figura 10. Distribuição de coletores em experimento conduzido à campo, para quantificar a deriva de pulverização. **Fonte:** LASMAR (2014).

Experimentos de deriva à campo são caros e demorados para se obter resultados representativos. O uso de modelos computadorizados para criar informações a partir de um número reduzido de dados vem a ser uma boa alternativa no intuito de se aproximar ao resultado que acontecerá no campo em aplicações rotineiras para tratamentos culturais em cultivos agrícolas (GIL; SINFORT, 2005).

Em ambientes controlados, como em túneis de vento, as condições ambientais são passíveis de adequações, em especial ao que se refere à velocidade do vento e, em estruturas mais elaboradas, da temperatura e da

umidade relativa do ar. O uso de túneis de vento para a determinação da deriva é uma ferramenta que permite fazer diversas simulações de deriva de forma controlada, possibilitando encontrar formas mais seguras para as aplicações, sem a necessidade de contaminar o ambiente para obter tais resultados (MILLER, 1993). Assim, é possível comparar tecnologias com maior acurácia e precisão, com boa repetibilidade. O maior problema concerne ao custo elevado destes equipamentos e instalações, que se elevam conforme forem incrementados com tecnologias para controlar as condições ambientais (Figura 11).



Figura 11. Túnel de vento instalado junto à Silsoe Spray Applications Unit, com as dimensões de 3 m (largura) x 2 m (altura) x 10 m (comprimento), operando em condições controladas, gerando velocidades de vento até 10 m s^{-1} . **Fonte:** SSAU, 2017.

A quantificação da deriva leva em consideração a quantidade de produto que foi carregada para fora da área alvo. Para tanto, é comum o uso de marcadores metálicos ou corantes misturados às caldas de pulverização, que são facilmente detectados por técnicas de espectrofotometria. Segundo Costa et al. (2005), a adição do marcador “Green S” (Merk Chemicals Ltda.) não influencia nas características das gotas pulverizadas por nenhum dos 5 modelos de pontas testados (Jato cônico, jato plano convencional, plano com pré-orifício, plano defletor e plano com indução de ar). Uma grande variedade de coletores de deriva está disponível para avaliações à campo. Para selecionar a que mais se

adequa às estimativas da pesquisa, devem ser considerados a eficiência na coleta das gotas, a boa recuperação e fácil análise dos traçadores para facilitar as avaliações (MILLER, 1993).

Para a obtenção de dados confiáveis de deriva em pulverizações à campo e em laboratório, os coletores devem ser capazes de captar inclusive gotas muito pequenas, mesmo na presença de pouca intensidade de ventos, ter volume ou área previamente definido, dar garantias de que a deriva capturada possa ser capturada e recuperada dos coletores, ser de baixo custo e que tenha a capacidade de coletar uma quantidade suficiente de deriva antes da saturação (MILLER, 1993; GIL e SINFORT, 2005). Dentre os coletores mais utilizados estão os constituídos por fios de nylon (Figura 12).



Figura 12. Coletores de deriva constituídos de fios de nylon, empregados para interceptar deriva em experimentos de campo. **Fonte:** LASMAR, 2014.

Após a aplicação, estes coletores são lavados com uma quantidade conhecida de água deionizada e os marcadores presentes na água de lavagem são quantificados por espectrofotometria. Para aplicações realizadas à campo, os coletores são distribuídos na área de forma pré-determinada, para possibilitar o mapeamento da deriva no entorno da aplicação (Figura 13). Já nos túneis de vento, estes fios são fixados horizontalmente em diversas alturas e distâncias do local de pulverização, perpendicular ao comprimento do túnel de vento. Assim, também é possível o mapeamento da deriva na forma vertical e ao longo do túnel de vento (Figura 14).

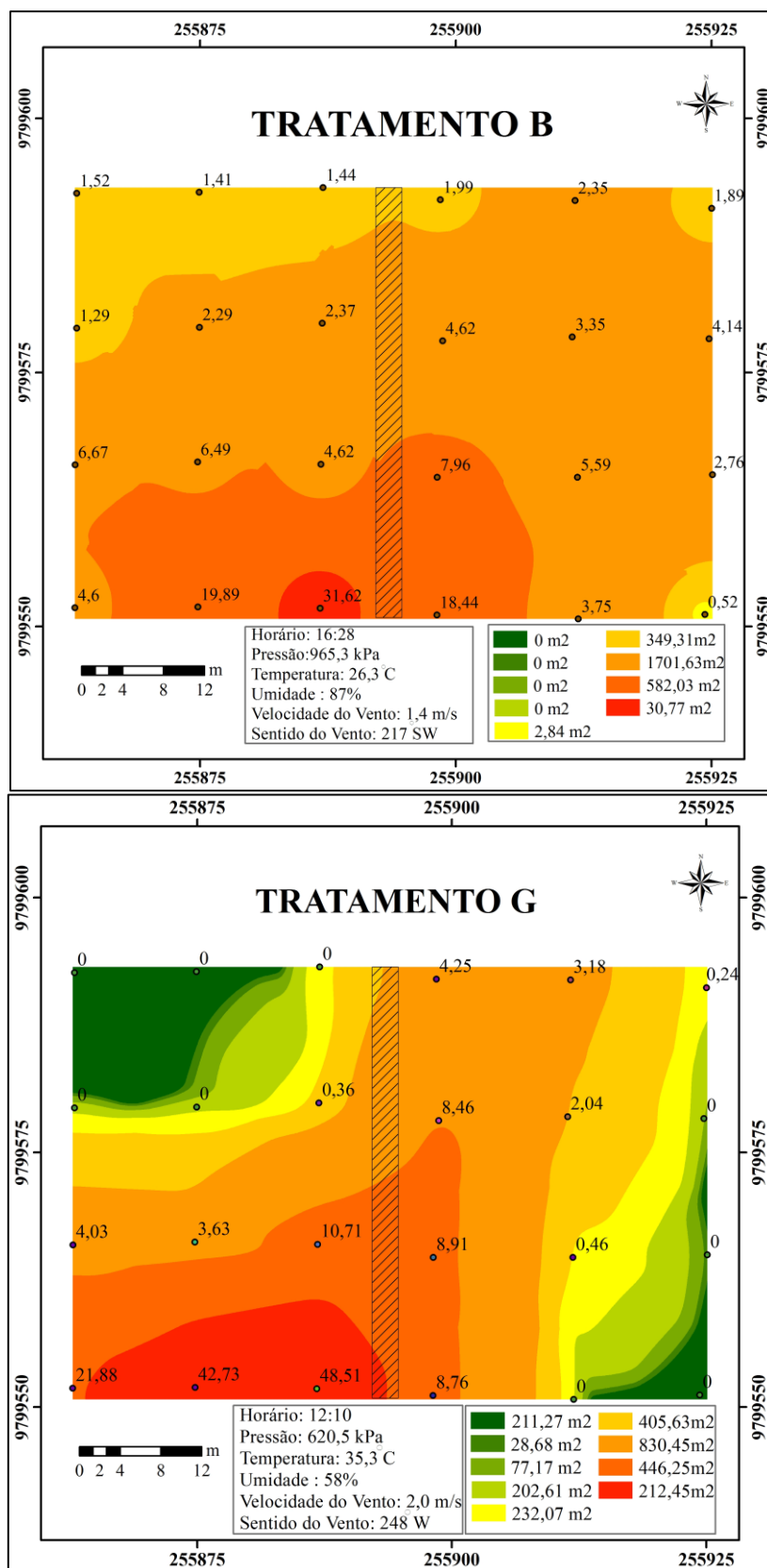


Figura 13. Mapas de deriva de pulverização elaborados a partir de dados de coletores posicionados à campo. **Fonte:** PITA (2015).

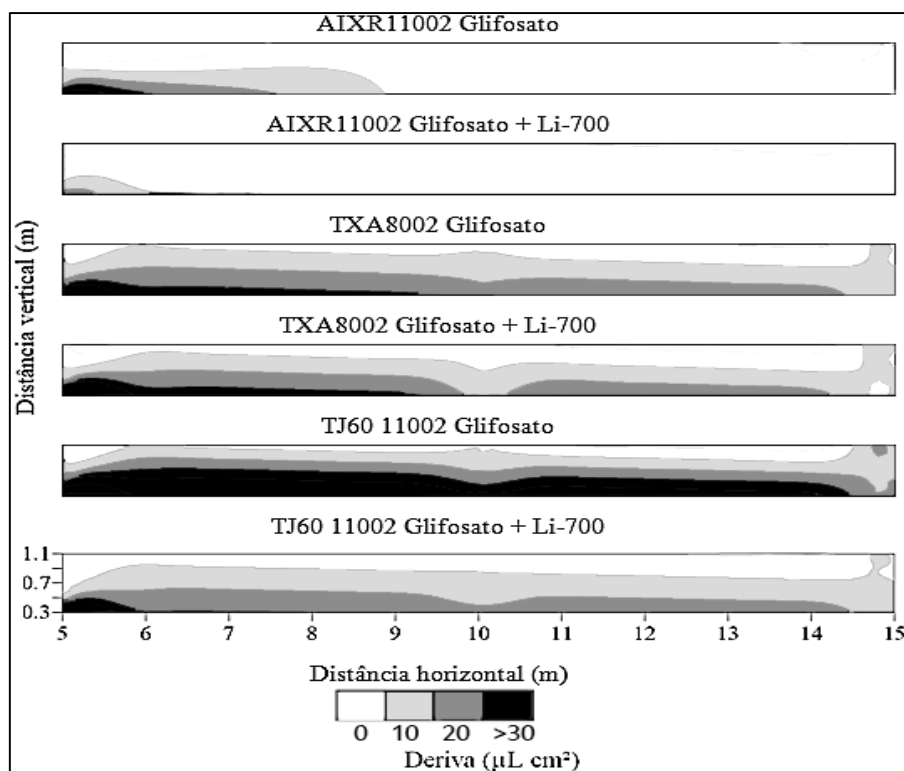


Figura 14. Mapeamento de deriva de pulverização em túnel de vento de circuito aberto, considerando distâncias verticais e horizontais para diferentes modelos de pontas e constituição de caldas de pulverização. **Fonte:** Adaptado de Griesang et al. (2017).

A quantificação do volume de gotas que apresenta certa propensão à deriva, produzidas pelas diferentes técnicas de pulverização, considerando a ponta de pulverização, pressão de trabalho e constituição da calda fitossanitária, pode ser realizada por meio de métodos laboratoriais, como com o analisador de diâmetro de partículas por difração de raios laser. Nestes equipamentos, uma unidade óptica determina o diâmetro das gotas pulverizadas por meio do desvio de trajetória sofrido pelo laser ao atingi-las. Diversos estudos têm apresentado elevada correlação entre a ocorrência de deriva em tuneis de vento e parâmetros relacionados à caracterização das gotas, como o volume de gotas com tamanho inferior a 100 μm , DMV e Span (GRIESANG, et al., 2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Correlação de Pierson entre deriva e três parâmetros de caracterização de gotas (DMV, Span e <100µm). **Fonte:** Adaptado de Griesang et al. (2017).

	Deriva	DMV[†]	Span
DMV	-0.8909** < 0.0001	- -	- -
Span	-0.8180** < 0.0001	0.86916** < 0.0001	- -
<100µm	0.93658** < 0.0001	-0.9667** < 0.0001	-0.9299** < 0.0001

**Significante a 0,01% de probabilidade. [†]DMV: diâmetro mediano volumétrico; Span: coeficiente de uniformidade; <100µm: volume de gotas com tamanho inferior a 100µm.

O uso de plantas indicadoras também pode auxiliar na constatação da deriva. O cultivo de espécies de plantas sensíveis aos herbicidas utilizados nas proximidades das aplicações possibilita a avaliação de danos como a morte destas plantas, injúrias e supressão floral (BYASS e LAKE, 1977).

12. Como diminuir a deriva?

As principais ações a serem tomadas para minimizar a deriva passam, inicialmente, pelo uso racional dos produtos, ou seja, efetuar aplicações quando e se for necessário, partindo de informações geradas pelo acompanhamento da atividade agrícola, como no monitoramento de pragas, doenças e plantas daninhas. A observação, interpretação e consideração das condições meteorológicas para a regulação do pulverizador também traz bons resultados, de modo a priorizar aplicações nas condições mais favoráveis, ou ainda, tomar ações para reduzir possíveis perdas quando a aplicação é necessária em condições menos favoráveis de temperaturas, umidade relativa e vento. Neste caso, pode-se lançar mão de gotas de maior tamanho (Figura 15), acompanhadas de maiores volumes de aplicação e uso de adjuvantes com propriedades anti-evaporantes.

A correta configuração do equipamento pulverizador, visando produzir gotas menos predispostas à deriva, passa pela escolha da ponta de pulverização, da pressão de trabalho, da distância entre a ponta de pulverização

e o alvo, da velocidade do equipamento na aplicação e do uso de ferramentas específicas, como a assistência de ar.



Figura 15. Ausência (linha superior) e presença (linha inferior) de vento na intensidade de 8 km/h, para pulverizações com três tamanhos de gotas distintos. **Fonte:** Teejet (2014).

O uso de barras protegidas, em especial para a aplicação de herbicidas, possibilita a redução de deriva para valores bastante baixos, uma vez que a saturação do ambiente interno da barra protegida faz com que haja grande redução da evaporação de gotas e, na ausência de vento externo, impossibilita que as gotas mais finas sejam arrastadas para fora da área alvo (Figura 16). Esta técnica vem sendo utilizada com êxito em aplicações de herbicidas na entrelinha de cultivos perenes, onde a deriva de herbicidas poderia trazer sérios prejuízos à planta cultivada, como por exemplo a deriva de glyphosate + 2,4-D na cultura de citros.



Figura 16. Direcionamento da aplicação com barra protegida para redução da deriva em pulverizações. **Fonte:** WILLMAR FABRICATION (2017).

Configurações simples, como o direcionamento do jato de pulverização, também podem resultar em reduções significativas na ocorrência da deriva, reduzindo o efeito da velocidade de deslocamento do pulverizador quando o jato for projetado no sentido de caminhamento da máquina, como ilustrado na figura 17.



Figura 17. Deriva de acordo com o direcionamento do jato de pulverização.
Fonte: Ferreira (2015).

O direcionamento do jato de pulverização também pode ser adequado pela própria barra do pulverizador, como nas experiências de sucesso obtidas com os pulverizadores “envolventes” utilizados para cultivos perenes, especialmente de laranja (Figura 18). Com a adoção desta tecnologia, grandes economias de volumes de aplicação foram alcançadas, sem comprometer a cobertura sobre as folhas (em algumas situações, até melhorou os valores de

cobertura!) e com reduções expressivas no que se refere às perdas na forma de deriva de pulverização.



Figura 18. Ajustes no direcionamento do jato de pulverização para redução da deriva. Aplicação na cultura da maçã e pulverizador TopSpray. **Fonte:** Herbicat. Ltda. (2008)

Considerável parcela das pulverizações acaba sendo perdida na forma de deriva, resultando não apenas em desperdício de produto e comprometimento do controle, mas também em prejuízos a organismos não-alvo, contaminação ambiental e do homem. Em resumo, para a mitigação da deriva é indicado o

monitoramento da ocorrência de pragas, doenças e plantas daninhas nos cultivos para aplicar somente quando necessário, escolher o tamanho adequado das gotas, produzidas por pontas de pulverização que ofereçam a melhor uniformidade, selecionar corretamente o equipamento para a aplicação, realizar a regulagem e calibração do equipamento (pressão, altura da barra, etc.), verificando se as gotas chegam ao alvo, atentar para o bom preparo das caldas e para as condições meteorológicas, realizar a manutenção e reparos periódicos dos pulverizadores e, por fim, habilitar os operadores. Desta maneira, melhores serão os resultados obtidos nas aplicações e mais próximos estaremos de uma agricultura sustentável para a presente e futuras gerações.

Referências

- AL HEIDARY, M.; DOUZALS, J. P.; SINFORT, C.; VALLET, A. Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. **Crop Protection**, v. 63, n. September, p. 120–130, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2014.05.006>>.
- ALVES, G. S.; KRUGER, G. R.; DA CUNHA, J. P. A. R.; VIEIRA, B. C.; HENRY, R. S.; OBRADOVIC, A.; GRUJIC, M. Spray Drift from Dicamba and Glyphosate Applications in a Wind Tunnel. **Weed Technology**, v. 31, n. 3, p. 387–395, 2017. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/full/10.1017/wet.2017.15>>. Acesso em: 8 nov. 2017.
- BARRÊTO, A. F. **Avaliação de parâmetros da tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem asiática da soja**. 2011. 81p. Tese (Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Jaboticabal, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/105256/barreto_af_dr_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 nov. 2017.
- BYASS, J.B.; LAKE, J.R. Spray drift from a tractor-powered field sprayer. **Pesticide Science**, v. 8, n. April, 1977. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ps.2780080202>>.
- CALORE, R. A.; FERREIRA, M. C.; RODRIGUES, N. E. L.; OTUKA, A. K. Distribution pattern, surface tension and contact angle of herbicides associated to adjuvants on spraying and control of *Ipomoea hederifolia* under rainfall incidence. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 756–768, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/>>. Acesso em: 6 set. 2017.
- CARVALHO, F. K.; ANTUNIASSI, U. R.; CHECHETTO, R. G.; MOTA, A. A. B.; JESUS, M. G. de; CARVALHO, L. R. de. Viscosity, surface tension and droplet size of sprays of different formulations of insecticides and fungicides. **Crop Protection**, v. 101, n. November, p. 19–23, 2017. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.07.014>>. Acesso em: 1 set. 2017.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D. ; MILLER, P. H. C.; TUCK, C. R. Validation of wind tunnel methods for assessing the drift from agricultural spraying systems. In: BCPC International Congress - Crop Science and Technology, 2005, Glasgow, 2005.

COSTA, L. L.; SILVA, H. J. P. S. da; ALMEIDA, D. P.; FERREIRA, M. C.; PONTES, N. de C. Droplet spectra and surface tension of spray solutions by biological insecticide and adjuvants. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 2, p. 292–301, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162017000200292&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 6 set. 2017.

DAMAK, M.; MAHMOUDI, S. R.; HYDER, M. N.; VARANASI, K. K. Enhancing droplet deposition through in-situ precipitation. **Nature Communications**, v.7, n. August, 9p. 2016. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/ncomms12560.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2017.

DOMBROWSKI, N.; JOHNS, W.R. The Aerodynamic Instability and Disintegration of Viscous Liquid Sheets. **Chemical Engineering Science** v.18, n.3, p.203-214, 1963. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0009-2509\(63\)85005-8](https://doi.org/10.1016/0009-2509(63)85005-8)>.

ELLIOTT, J. M. & WILSON, B. J. (eds) **The Influence of the Weather on the Efficiency, and Safety of Pesticide Application: The Drift of Herbicides**. British Crop Protection Council (occasional publication No. 3.), London, 1983.

FAO. Food Agriculture and Organization. Equipo de aplicación de pesticida para uso en agricultura: equipo impulsado mecánicamente. ROMA, 1997. v.2, 150 p. FERGUSON, J. C.; O'DONNELL, C. C.; CHAUHAN, B. S.; ADKINS, S. W.; KRUGER, G. R.; WANG, R.; FERREIRA, P. H. U.; HEWITT, A. J. Determining the uniformity and consistency of droplet size across spray drift reducing nozzles in a wind tunnel. **Crop Protection**, v. 76, n. October, p. 1–6, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026121941530048X>>.

FERREIRA, M. C. **Padrão do jato aspergido, arraste e distribuição de gotas em função da adição de adjuvantes à calda e à pressão de trabalho com diferentes pontas de pulverização de energia hidráulica**. 2010. 73p. Tese (Livre Docente em Tratamento Fitossanitário) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GARIBALDI, L. A.; CARVALHEIRO, L. G.; VAISSIÈRE, B. E.; GEMMILL-HERREN, B.; HIPÓLITO, J.; FREITAS, B. M.; NGO, H. T.; AZZU, N.; SÁEZ, A.; ÅSTRÖM, J.; AN, J.; BLOCHTEIN, B. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. **Science**, v. 351, n. 6271, p. 388–391, 2016.

GIL, Y.; SINFORT, C. Emission of pesticides to the air during sprayer

application: A bibliographic review. **Atmospheric Environment**, v. 39, n.28, p. 5183–5193, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.05.019>>. Acesso em: 8 nov. 2017.

GILBERT, A.J.; BELL, G.J. Evaluation of the drift hazards arising from pesticide spray application. **Aspects Appl. Biol.**, Part 1, 17: 363-376. 1988.

GRIESANG, F.; DECARO, R. A.; SANTOS, C. A. M. dos; SANTOS, E. S.; ROQUE, N. H. D. L.; FERREIRA, M. C. How Much Do Adjuvant and Nozzles Models Reduce the Spraying Drift? Drift in Agricultural Spraying. **American Journal of Plant Sciences**, v. 8, n.11, p. 2785–2794, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.4236/ajps.2017.811188>>. Acesso em: 24 out. 2017.

HILZ, E.; VERMEER, A. W. P. Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. **Crop Protection**, v. 44, n. February, p. 75–83, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2012.10.020>>.

HIMEL, C. M. Analytical methodology in ULV In: Symposium for Specialists in Pesticide Application by ULV Methods, 2., 1974, Cranfield. **Proceedings ... Brighton: British Crop Protection Council**, 1974. p. 112-119. (BCPC Monographs, 11).

HOBSON, P. A., P. C. H. MILLER, P. J. WALKLATE, C. R. TUCK, AND N. M.WESTERN.. Spray drift from hydraulic spray nozzles: The use of a computer simulation model to examine factors influencing drift. *J. Agric. Eng. Res.* v.54, n.4, p.293-305, 1993.

JENSEN, P. K.; OLESEN, M. H. Spray mass balance in pesticide application: A review. **Crop Protection**, v. 61, p. 23-31, 2014. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.03.006>>.

LASMAR, O. **Qualidade da pulverização em volume reduzido para o controle do bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae)**. 2014. xvii, 85 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia Agrícola) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/115701>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 130p. 1990.

MILLER, P. C. H. Spray drift and its measurement. In: MATTHEWS, G. A.; HISLOP, E. C. Application technology for crop protection. CAB International: 1993. p. 101-122.

MILLER, P. C. H.; TUCK, C. R.; MURPHY, S.; FERREIRA, M. C. Measurements of the droplet velocities in sprays produced by different designs of agricultural spray nozzle. In: 22nd European Conference on Liquid

Atomization and Spray Systems, Como Lake, Italy. **Anais...** Como Lake, Italy: 2008. Disponível em: <http://www.ilasseurope.org/ICLASS/ILASS2008_COMO/file/papers/8-5.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2017.

MILLER, P. C. H., LANE, A. G., SULLIVAN, C.M., TUCK, C. R., BUTLER-ELLIS, M. C. Factors influencing the risk of drift from nozzles operating on a boom sprayer. Aspects of Applied Biology 84. International Advances in Pesticide Application, p: 9-16. 2008

MIRANDA-FUENTES, A.; LLORENS, J.; RODRÍGUEZ-LIZANA, A.; CUENCA, A.; GIL, E.; BLANCO-ROLDÁN, G. L.; GIL-RIBES, J. A. Assessing the optimal liquid volume to be sprayed on isolated olive trees according to their canopy volumes. **Science of the Total Environment**, The, v. 568, n. October, p. 296–305, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.013>>. Acesso em: 1 set. 2017.

MIRANDA, J. E.; MARUYAMA, L. C. T.; FERNANDES, M. G.; TIMOSSI, P. C.; FERREIRA, M. C. **Deriva de produtos fitossanitários na cultura do algodão: causas e prevenção**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 36 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 237).

NUYTTENS, D.; DE SCHAMPHELEIRE, M.; BRUSSELMAN, E.; DEKEYSER, D.; VERBOVEN, P. Drift from Field Crop Sprayers using an Integrated Approach: Results of a 5 Year Study. **ASABE**, v. 1009017, p. 6 p, 2010. Disponível em: <http://pure.ilvo.vlaanderen.be/portal/files/520337/2010_Nuyttens_et_al._Drift_project_Proc_ASABE.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2017.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASI, U. R.; GANDOLFO, M. A. Spray adjuvant characteristics affecting agricultural spraying drift. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 1, p. 1809–4430, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v35n1/1809-4430-eagri-35-1-0109.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2017.

OZKAN, E, ed. **Equipment Developments. Chemical Application Technology**. Newsletter, v.1, n. 1, 6p.[Online]. Disponível em: <<http://www.ag.ohio-state.edu/~catnews/catequi.htm>>. 1997.

PITA, J. D. **Distribuição espacial da deriva de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da laranja**. 2015.Tese ou Dissertação (Doutorado em Agronomia/Entomologia Agrícola). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Jaboticabal, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132173/000855287.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

SILVA, F. B.; VITAL, R. G.; BATISTA, P. F.; COSTA, A. C.; JAKELAITIS, A. Drift from herbicides application on cultivated and native plants: a review Deriva da aplicação de herbicidas sobre plantas cultivadas e nativas: uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 1, p. 79–88, 2016. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v15i1.436>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

SSAU - SILSOE SPRAY APPLICATIONS UNIT. **Facilities: Wind Tunnel**. Disponível em: <<https://www.ssau.co.uk/facilities>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

TEEJET TECHNOLOGIES. **Catálogo 51A-PT**. Wheaton, Illinois Spraying Systems Co., 2014. Disponível em: <http://teejet.it/media/464368/cat51a_lo-res_portuguese.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2017.

VAN DE ZANDE, J. C.; STALLINGA, H.; MICHIELSEN, J. M. G. P.; VAN VELDE, P. Effect of Sprayer Speed on Spray Drift. **Annual Review of Agricultural Engineering**, v. 4, p. 11p., 2004.

VOULVOULIS, N.; GEORGES, K. Industrial and Agricultural Sources and Pathways of Aquatic Pollution. In: McKeown, A.; Bugyi, G. (Eds.) **Impact of Water Pollution on Human Health and Environmental Sustainability**. (pp. 29-54). Hershey, PA: IGI Global, 2015.

WILLMAR FABRICATION. **SPK645 Self-Propelled Broadcast Hooded Retrofit Kit**. Disponível em: <<https://www.willmarfab.com/spk645.php>>. Acesso em: 4 dez. 2017.

Realização:



**Sociedade Brasileira da
Ciência das Plantas Daninhas**
(Brazilian Weed Science Society)

Organização:



AGRADECIMENTOS

Patrocínio Diamante:



Dow AgroSciences



Patrocínio Ouro:



Assembléia Legislativa do
Estado de Mato Grosso

Patrocínio Prata:



Apoio:





**Sociedade Brasileira da
Ciência das Plantas Daninhas**
(Brazilian Weed Science Society)

UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso

