



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ

CAMPUS LUIZ MENEGHEL

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ARCANJO MIGUEL FAMA FELICIANO

**DERIVA EM FUNÇÃO DE MISTURAS DE HERBICIDAS E DE
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO**

**BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2017**

ARCANJO MIGUEL FAMA FELICIANO

**DERIVA EM FUNÇÃO DE MISTURAS DE HERBICIDAS E DE
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em
Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do
Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Orientador: Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira.

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2017

Catalogação na publicação elaborada pela Biblioteca Central do Campus Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Feliciano, Arcanjo Miguel Fama

F314t Deriva em função de misturas de herbicidas e de pontas de pulverização / Arcanjo Miguel Fama Feliciano. -- Bandeirantes, 2017. 26f. ilustr.

Orientador: Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira.

Dissertação – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Programa de Mestrado em Agronomia, 2017.

Banca: Dr. Rone Batista de Oliveira, Dr. Jethro Barros Osipe, Dr. Marcelo da Costa Ferreira, Dr. Hatiro Tashima, Dr. Eurípedes Bomfim Rodrigues.

1. Túnel de vento. 2. Glyphosate. 3. Chlorimuron. 4. Carfentrazone. 5. Mistura em tanque I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. II. Título.

CDD – 631.95

ARCANJO MIGUEL FAMA FELICIANO

DERIVA EM FUNÇÃO DE MISTURAS DE HERBICIDAS E DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em
Agronomia, da Universidade Estadual do Norte do
Paraná, *Campus* Luiz Meneghel.

Aprovado em: 29/03/2017

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira

UENP

Prof. Dr. Jethro Barros Osipe

UENP

Prof. Dr. Marcelo da Costa Ferreira

FCAV/UNESP

Prof. Dr. Hatiro Tashima

UENP

Prof. Dr. Eurípedes Bomfim Rodrigues

UENP

Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira
Orientador
Universidade Estadual Norte do Paraná,
Campus Luiz Meneghel

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida.

Aos meus pais Alice e Antônio, as minhas irmãs Ana Elisabeth, Alice Giovanna e a minha namorada Marina, pelo apoio incondicional durante a realização do curso.

Aos amigos do NITEC pela ajuda na condução do experimento.

Aos professores Hatiro, Jethro, pelo apoio na correção do trabalho.

Aos professores Marcelo e Jethro pelo aceite a banca e as considerações.

Ao professor Rone, pelo apoio, orientação e aprendizagem nesses dois anos de mestrado.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

“Amor e Perseverança”

FELICIANO, Arcanjo Miguel Fama. **Deriva em função de misturas de herbicidas e de pontas de pulverização.** 2017. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR, 2017.

RESUMO

O uso da mistura de herbicidas em tanque do pulverizador é uma prática comum dos agricultores para aumentar o espectro de ação, de controle e favorecer o manejo das plantas daninhas resistentes. No entanto, ainda carece de pesquisa quanto ao potencial risco de deriva desta prática. O objetivo desse trabalho foi avaliar a deriva da pulverização em função da mistura de herbicidas e de pontas de pulverização. A deriva foi medida em túnel de vento, coletada nas distâncias de 5, 10 e 15 m em relação à ponta de pulverização e 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; 1,1 m de altura em relação ao piso dentro do túnel de vento. As misturas utilizadas foram: glyphosate+2,4-D; glyphosate+2,4-D+saflufenacil+adjuvante; glyphosate+chlorimuron e glyphosate+carfentrazone aplicadas com as pontas de pulverização de jato plano com pré-orifício, modelo ADI 11002 (227 kPa) e jato plano com indução de ar, modelo AVI 110015 (310 kPa). Os resultados indicam que a deriva é dependente do tipo de mistura de herbicida e do tipo de ponta de pulverização. A mistura de glyphosate+chlorimuron proporciona maior deriva para as distâncias horizontais de 10 e 15 m de coleta quando aplicada com a ponta AVI 110015 (310 kPa). A mistura de glyphosate+carfentrazone proporciona menor deriva quando aplicada com a ponta AVI 110015 (310 kPa) e ADI 11002 (227 kPa) para todas as distâncias horizontais de coleta. Concluiu-se que a deriva é influenciada pela interação do tipo de mistura de herbicidas e da ponta de pulverização selecionada para a aplicação.

Palavras-chave: túnel de vento, glyphosate, chlorimuron, carfentrazone, mistura em tanque.

FELICIANO, Arcanjo Miguel Fama. **Drift potential in the function of herbicide mixtures and flat fan nozzles**. 2017. Dissertation Master's degree in Agronomy – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes, PR, 2017.

ABSTRACT

The use of herbicide mixture in spray tank is a common practice of farmers to increase the spectrum of action, control and improve the management of resistant weeds. However, there is little research about the potential risk of drift from this practice. The aim of this work was to evaluate the spray drift in the function of the mixture of herbicides and spraying nozzles. The drift was measured in a wind tunnel, collected at 5, 10 and 15 m distances from the spray nozzles and 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; 1,1 m height in relation to the floor inside the wind tunnel. The herbicides mixtures used were: glyphosate+2,4-D; glyphosate+2,4-D+saflufenacil+adjuvant; glyphosate+chlorimuron and glyphosate+carfentrazone applied with the ADI 11002 (227 kPa) pre-orifice flat fan and AVI 110015 (310 kPa) air injection flat fan spray nozzles. The results indicate that the drift is dependent of kind of the herbicide mixtures and the kind of spray nozzles. The glyphosate+chlorimuron mixture provides greater drift for horizontal distances of 10 and 15 m when applied with the AVI 110015 (310 kPa). The glyphosate+carfentrazone provides lower drift when applied with AVI 110015 (310 kPa) and ADI 11002 (227 kPa) nozzles for all horizontal distances of collect. It was concluded that the drift is influenced by the interaction of the kind of the herbicide mixtures and spray nozzles selected for herbicides application.

Key words: wind tunnel, glyphosate, chlorimuron, carfentrazone, tank-mix.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.2. Distâncias horizontais de fixação dos pontos de coleta da deriva.	11
Figura 3.3. Posições dos fios para a coleta de deriva no túnel de vento.....	12
Figura 4.1. Deriva coletada aos 5 m de distância em função dos tipos de misturas e pontas de pulverização.....	15
Figura 4.2. Deriva coletada aos 10 m de distância em função dos tipos de misturas e pontas de pulverização.....	16
Figura 4.3. Deriva coletada aos 15 m de distância em função dos tipos de misturas e pontas de pulverização.....	18
Figura 4.4. Dispersão das gotas de pulverização ao longo da distância da barra de pulverização e altura em relação ao piso, dentro do túnel de vento em função dos tipos de misturas de herbicidas e das duas pontas de pulverização.	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Formulações dos produtos fitossanitários para diluição em água	6
Tabela 2.2. Ordem de adição dos produtos fitossanitários na mistura em tanque de pulverizador.	6
Tabela 3.1. Descrição dos tratamentos	10
Tabela 4.1. Análise de variância (ANOVA) dos fatores misturas de herbicidas em tanque e pontas de pulverização e o efeito na deriva coletada nas distâncias horizontais de 5, 10 e 15 m da ponta de pulverização	14

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 3.1. Concentração do corante marcador.....	13
Equação 3.2. Volume coletado em cada fio.	13

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO MANEJO EM PRÉ-SEMEADURA....	3
2.2. MISTURA DE HERBICIDAS EM TANQUE DE PULVERIZAÇÃO.....	4
2.3. DERIVA NAS APLICAÇÕES DE HERBICIDAS.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO.....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

Para alcançar altas produtividades das culturas agrícolas, o controle de plantas daninhas é fundamental, com grande importância à realização desse manejo antes da semeadura, a fim de não prejudicar o desenvolvimento inicial da cultura. Essa operação, também conhecida como dessecação ganhou destaque com o aumento do sistema de plantio direto.

Em lavouras comerciais existem várias espécies de plantas consideradas daninhas, monocotiledôneas ou dicotiledôneas. Por isso, o uso de diferentes mecanismos de ação em misturas de herbicidas no tanque do pulverizador é uma ferramenta para aumentar o espectro de controle e também contribuir com o manejo de plantas daninhas resistentes. No Brasil, 97% dos produtores rurais adotam essa prática (GAZZIERO, 2015), a qual também é utilizada em outros países (GUIMARÃES, 2014; KRAUSE, 2014; OLIVEIRA, 2014).

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG), no ano de 2015 foram comercializados no Brasil 9,6 bilhões de dólares em produtos fitossanitários, sendo os herbicidas o segundo maior mercado respondendo por 32% do total e em primeiro os inseticidas com 33%. Com o consumo de herbicidas pelos sistemas de produção agrícola, aliada a possível aplicação inadequada, torna a deriva um grande problema para a agricultura atual, ocasionando risco à saúde humana, impactos ambientais negativos, aumento dos custos de produção e consequente diminuição dos lucros dos agricultores (OLIVEIRA, 2011).

A temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, tamanho de gotas, viscosidade, tensão superficial dinâmica e presença de emulsão da calda de pulverização, além da velocidade de operação e altura de barra de pulverização são os principais fatores que afetam a deriva nas aplicações de produtos fitossanitários (SCHAMPHELEIRE et al., 2008; AL HEIDARY et al., 2014). Muitas aplicações são realizadas com vários produtos em mistura, produtos esses que em muitas vezes apresentam diferentes formulações (CE, SL, WG, WP, SC), o qual podem mudar as características físicas e químicas da calda de pulverização. Entretanto, há necessidade de mais pesquisas que relacionem processo de deriva com as características físicas e químicas das formulações (HILZ; VERMEER, 2013).

Na escolha da mistura de herbicidas em tanque para o manejo pré-semeadura, além da eficácia de controle e seletividade sobre a cultura, o potencial de deriva

das misturas também deve ser analisado, por causa das perdas econômicas devido a uma aplicação ineficiente, danos a áreas adjacentes e contaminação ambiental. Há muita pesquisa sobre a eficácia da mistura de glyphosate+2,4-D no controle de plantas daninhas (SANTOS et al., 2002; STONE; PEEPER; KELLEY, 2005; BUENO et al., 2006; FERNANDES et al., 2006) e também sobre o potencial de deriva dessa mistura (COSTA, 2006; MOTA, 2015; GANDOLFO, 2012). Porém, em relação à misturas de outros herbicidas há escassez de informações quanto ao potencial risco de deriva tais como: glyphosate+chlorimuron, considerado uma alternativa para o controle de *Bidens pilosa* (picão preto) (BIZZI et al., 2002); glyphosate+carfentrazone uma opção para o controle de plantas como trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho (MACIEL et al., 2011); e ainda saflufenacil, como uma alternativa em misturas com o glyphosate no controle de *Conyza bonariensis* (buva) (DALAZEN et al., 2015).

Diante disso, fez-se esta pesquisa com o objetivo de avaliar a deriva da pulverização em função da mistura de herbicidas e de pontas de pulverização.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO MANEJO EM PRÉ-SEMEADURA

As plantas de soja, milho, trigo, entre outras, estão sujeitas à interferência das plantas daninhas. Plantas daninhas são todas aquelas plantas que são indesejadas em determinado local (SHAW, 1982). Um conceito moderno e abrangente sobre plantas daninhas considera que, são todas aquelas plantas superiores que ocorrem em situações indesejadas pelo entendimento do homem naquele momento, em razão da interferência da atividade humana, na qualidade de vida e na proteção ambiental (PITELLI, 2015).

O controle químico com herbicidas pode prevenir a interferência de plantas daninhas principalmente no início do ciclo, período em que as culturas são mais suscetíveis e podem causar maiores perdas a produção final da lavoura (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011). O controle de plantas daninhas antes da semeadura passou por mudança nos últimos anos com o advento do plantio direto, onde o uso de herbicidas dessecantes principalmente o glyphosate aumentou e sem essa operação de extrema importância antes da semeadura, o uso do plantio direto não se viabilizaria (MELHORANÇA, 2002).

O desenvolvimento da soja tolerante ao glyphosate, conhecida como soja RR (*Roundup Ready*), fez com que o uso do glyphosate aumentasse de maneira expressiva (KLEBA, 1998). Como consequências, o surgimento de plantas daninhas resistentes ocorreu em vários lugares do mundo. No Brasil, podemos citar espécies como: a buva (*Conyza bonariensis*), capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-branco (*Chloris elata*), caruru (*Amaranthus palmeri*) e capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), todas resistentes a produtos que atuam no EPSP - Sintase, como o glyphosate (HEAP, 2016). Com isso, a adição de outros herbicidas em mistura ao glyphosate tem resultado em benefícios como, aumento do espectro de ação, prevenção de plantas daninhas resistentes, aceleração da velocidade da dessecação e efeito residual para o início do ciclo da cultura (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2011).

O 2,4-D pertence ao grupo químico dos ácidos fenoxicarboxílicos, e o seu mecanismo de ação é a mimetização da auxina. É utilizado em mistura por possuir eficiência de controle sobre várias espécies de plantas daninhas de folha larga, consideradas de difícil controle. A adição de 2,4-D ao glyphosate foi determinante para o controle de trapoeraba

(*Commelina benghalensis*), poaia (*Richardia brasiliensis*), erva-quente (*Spermacoce latifolia*), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) e buva (*Conyza spp*) (TAKANO et al., 2013).

O chlorimurum também é utilizado em mistura com o glyphosate para o manejo pré-semeadura. Pertence ao grupo químico das sulfoniluréias e tem como mecanismo de ação a inibição da ALS (enzima acetolactato sintase). Pode ser utilizado com objetivo de reduzir o período de espera para a semeadura como alternativa a mistura com 2,4-D. Em trabalho realizado, a mistura de glyphosate+chlorimuron apresentou níveis de controle excelentes para plantas de buva com até 9 folhas (BRESSANIN et al., 2014).

A carfentrazona pertence ao grupo químico das triazolinonas e seu mecanismo de ação é a inibição da enzima do protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). É uma opção para o controle de plantas daninhas de folha larga, como a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) (WERLANG; SILVA, 2002)

O saflufenacil pertence ao grupo químico das pirimidinadionas e seu mecanismo de ação é a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Foi lançado comercialmente no mundo no ano de 2010 (GROSSMANN et al., 2011). Em mistura com o glyphosate proporciona melhor controle da buva e ainda previne o seu rebrote (DALAZEN et al., 2015).

2.2. MISTURA DE HERBICIDAS EM TANQUE DE PULVERIZAÇÃO

A regularização da mistura de produtos fitossanitários em tanque de pulverizador é um assunto que vem sendo discutido desde meados de 1980, quando as informações técnicas sobre o assunto constavam nas bulas dos produtos (GAZZIERO, 2015). O que se tem de mais recente em relação à legislação é a Instrução Normativa nº 46 de Julho de 2002, do Decreto 4.074 de Janeiro de 2002, que determinou que as empresas retirassem dos rótulos e bulas qualquer tipo de indicação de misturas em tanque de produtos fitossanitários (BRASIL, 2002). Uma das alegações é que tal prática necessita de avaliações nas áreas da agricultura, saúde e meio ambiente. Hoje, a prática de mistura em tanque não está regulamentada, ou seja, não é proibida. Porém, o profissional habilitado não pode prescrevê-la no receituário agrônomo e a responsabilidade é do agricultor que a realiza (AENDA, 2011).

No Brasil 97% dos produtores rurais utilizam a prática da mistura de produtos fitossanitários em tanque de pulverização, 99% dos produtores participantes da

pesquisa gostariam de receber informações sobre o assunto, através de treinamentos (23%), de publicações (25%), de recomendações técnicas (25%) ou de informações nas bulas dos produtos (26%) (GAZZIERO, 2015).

Os produtos fitossanitários são compostos por uma parte que exerce o controle do alvo (planta daninha, praga ou doença) denominado ingrediente ativo, e a outra parte denominada de ingrediente inerte. Um dos problemas que pode ocorrer na mistura em tanque é a incompatibilidade dos produtos fitossanitários. As interações podem ocorrer de maneira física, química e de ambas as formas simultaneamente. A interação física está relacionada aos ingredientes inertes das formulações, já a interação química está relacionada com os ingredientes ativos dos produtos (PETTER et al., 2012).

As interações químicas podem resultar em três efeitos. Se o resultado da aplicação da mistura dos produtos fitossanitários for equivalente ao resultado da aplicação de ambos os produtos aplicados isoladamente, isso é chamado de efeito aditivo. Caso o resultado da aplicação da mistura for superior ao resultado da aplicação dos produtos isoladamente, esse efeito é conhecido como efeito sinérgico. Já se o resultado da aplicação da mistura for inferior à aplicação de pelo menos um dos produtos aplicados isoladamente, o resultado é o efeito antagônico (NASH, 1981). As interações físicas estão relacionadas ao desempenho das misturas dos produtos fitossanitários, podendo ser influenciada pela interação das formulações, resultando na formação de precipitados, separação de fase e complexação (SILVA et al., 2007). Outro ponto importante é a interferência no processo de formação das gotas haja vista que as propriedades físicas e químicas da calda, o equipamento de pulverização dentre outros fatores são fundamentais na sua formação (CUNHA et al., 2003).

As empresas fabricantes de produtos fitossanitários, ao escolher uma formulação para a fabricação de um determinado produto, levam em consideração o custo e a disponibilidade do material para a confecção dessa formulação, o que pode resultar em vários tipos de formulações no mercado (KISSMANN, 1998). Na Tabela 2.1 seguem alguns tipos de formulações para diluição em água:

Tabela 2.1. Formulações dos produtos fitossanitários para diluição em água

DC - Concentrado Emulsionável	SE - Emulsão Heterogênea
EC - Concentrado para Emulsão	SG - Granulado Solúvel em água
EO - Emulsão (água em óleo)	SL - Concentrado Solúvel em água
EW - Emulsão (óleo em água)	SP - Pó Solúvel
PC - Concentrado em pasta	TB – Tablete
SC - Suspensão Concentrada	WG – Granulado
CS - Suspensão de Encapsulado	WP - Pó Molhável

Fonte: Kissmann (1998)

Uma prática recomendada para minimizar problemas de incompatibilidade física nas caldas de pulverização é a ordem de adição dos produtos na mistura em tanque. A ordem de adição, leva em consideração o tipo de formulação, solubilidade e as doses dos produtos (AZEVEDO, 2015) (Tabela 2.2).

Tabela 2.2. Ordem de adição dos produtos fitossanitários na mistura em tanque de pulverizador.

Produtos específicos	1 - doses inferiores a 100 g de grânulos (WG) 2 - sacos hidrossolúveis (WSB)
Sólidos	3 - outros grânulos dispersíveis (WG) 4 - pós molháveis (WP)
Líquidos	5 - adjuvantes de compatibilidade 6 - suspensões concentradas (SC) 7 - suspensão-emulsão (SE) 8 - emulsões óleo em água (EW) 9 - concentrados para emulsão (EC) 10 - soluções concentradas (SL) 11 - outros adjuvantes (óleos, molhantes...)

Fonte: Syngenta (2015).

2.3. DERIVA NAS APLICAÇÕES DE HERBICIDAS

A deriva ainda é o maior problema das pulverizações agrícolas de produtos fitossanitários (NUYTTENS, 2006a). Deriva é a parte da aplicação que não atinge o alvo

(CHRISTOFOLETTI, 1999). A definição de Miller (1993) é um pouco mais específica, sendo a parte da aplicação que sofre a ação de arraste do vento não atingindo o alvo.

Segundo Himel (1974) a deriva é classificada em dois tipos: endoderiva e exoderiva. A endoderiva é a perda da aplicação dentro da própria área alvo, por exemplo, pulverizações com alta taxa de aplicação, causando o escorrimento das gotas do alvo para o solo. Já a exoderiva é a perda de parte da aplicação para fora da área alvo, por exemplo, o arraste de gotas pela ação do vento.

A deriva e a volatilização são fenômenos diferentes. A Agência de Proteção Ambiental Americana define que quando as gotas já sofreram evaporação, e apenas o produto fitossanitário é transportado pelo ar, esse processo não é deriva e sim volatilização (U.S.EPA, 2016).

A temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento tem sido reportadas como as mais importantes no processo de deriva. A velocidade do vento menor, temperatura local mais baixa e umidade relativa do ar mais alta, tendem a diminuir o risco de deriva (NUYTTENS, 2006b). São condições ideais de aplicação consideradas por Ozkan (1998) temperatura ambiente menor que 30°C, umidade relativa do ar maior que 55% e ventos com velocidade média de 3 a 10 km/h. Antuniassi (2005) destaca que se deve evitar a aplicação na ausência de vento, pois as gotas podem não atingir o alvo desejado devido as correntes de ar convectivas e a inversão térmica.

Dentre as técnicas de aplicação, a escolha correta das pontas de pulverização é de grande importância, pois as pontas são responsáveis pela vazão e determinam o tamanho da gota, podendo sua escolha variar, de acordo com o alvo e as condições climáticas (CHECHETTO et al., 2013). Por exemplo, para os herbicidas pós-emergente de contato que necessitam de uma cobertura maior, recomenda-se à utilização de gotas com DMV (diâmetro mediano volumétrico) menores, desde que se tenha o cuidado com relação ao risco de deriva no momento da aplicação. A pressão de trabalho de uma ponta de pulverização também influencia no espectro de gotas. Maiores pressões ocasionam gotas menores, assim trabalhar com pontas de pulverização com a pressão próxima ao limite inferior indicada pelo fabricante, podem contribuir para diminuir o risco de deriva (CUNHA et al., 2003).

As características físicas e químicas da calda de pulverização, também são fatores importantes no potencial de deriva. Parâmetros como viscosidade, espectro de gotas e tensão superficial dinâmica podem sofrer mudanças quando se altera a calda de pulverização (MILLER; BUTLER ELLIS, 2000). Pouco se tem pesquisado sobre a influência das

propriedades físicas e químicas das caldas no processo de deriva (SCHAMPHELEIRE et al., 2008).

Costa et al. (2014) verificaram que o risco de deriva do glyphosate+2,4-D foi menor quando misturado com óleo mineral e adjuvante denominado anti-deriva. Porém, houve maior risco quando utilizado na mistura com fertilizante líquido e espalhante adesivo. A aplicação de glyphosate e 2,4-D de forma isolada produzem menos deriva do que quando aplicados em misturas, mas quando utilizado o adjuvante fosfatidilcoline + ácido propiônico na mistura, houve redução da deriva a cinco metros de distância da barra de pulverização (GANDOLFO et al., 2012).

A deriva de herbicidas pode causar danos às culturas adjacentes as áreas de aplicações. A mistura de glyphosate+2,4-D causa fitotoxicidade em mudas de espécies florestais como a *Schilozobium amazonicum* e *Ceiba pentandra*, prejudicando o seu crescimento inicial (YAMASHITA, 2009). Na cultura da batata, a fitotoxicidade de diferentes subdoses de chlorimuron causou perdas de produtividade (BORGES, 2014). Subdoses de glyphosate aplicadas em plantas de tomate, um dia antes do transplântio reduziram a sua altura, o vigor das plantas e o peso dos frutos comercializáveis (SANTOS et al., 2007).

O saflufenacil aplicado em pós-emergente na cultura do trigo resultou em danos que reduziram o rendimento da produção (KNEZEVIC et al., 2010). Plantas de algodão mostraram sensibilidade ao 2,4-D, com uma tolerância de apenas 0,5% em relação à dose 1 L ha⁻¹ no início do seu florescimento (F1), aumentado a sua tolerância a partir do estágio C1, podendo tolerar até 2% da dose (CONSTANTIN et al., 2007).

Entre as condições operacionais, a altura da barra pode influenciar na deriva. Balsari et al. (2006), avaliando pontas de pulverização e altura de aplicação, concluiu que a ponta XR 11003 (500 kPa) pulverizando a uma altura de 0,50 m do alvo resultou em uma diminuição da deriva de 66% em relação a altura de 1,0 m. Quando utilizado a ponta com indução de ar AI 11003 (500 kPa) pulverizando a 0,50 m comparado com 1,0 m de distância do alvo a redução foi de 14%.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Agosto/2016, no laboratório do Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação e Máquinas Agrícolas (NITEC), da Universidade Estadual do Norte do Paraná – Campus Luiz Meneghel – Bandeirantes/PR.

Os produtos utilizados para constituir as misturas de herbicidas na avaliação do efeito na deriva com duas pontas de pulverização foram: glyphosate de isopropilamina (produto comercial, Roundup Original[®] SL, 480,0 g.i.a L⁻¹), 2,4-D sal dimetilamina (produto comercial, 2,4-D[®] Nortox SL, 806,0 g.i.a L⁻¹), chlorimuron ethyl (produto comercial, Clorim[®] WG, 250 g.i.a kg⁻¹), carfentrazona etílica (produto comercial, Aurora[®] EC, 400 g.i.a L⁻¹), saflufenacil (produto comercial, Heat[®] WG, 933,3 g.i.a kg⁻¹), adjuvante que contém a mistura de ésteres metílicos, hidrocarboneto aromático, ácido graxo insaturado e tensoativo (produto comercial, Dash[®] EC, 933,3 g.i.a L⁻¹).

As pontas de pulverização utilizadas foram: Jato plano modelo ADI 11002 com pré-orifício (227 kPa), com formação de gotas de classe média (JACTO[®]) e a ponta de jato plano modelo AVI 110015 com indução de ar (310 kPa), com formação de gotas de classe grossas (JACTO[®]). Ambas as pontas foram calibradas para uma vazão de 0,6 L min⁻¹. A escolha das pontas foi realizada de acordo com o uso de produtores da região e a possibilidade de saber o comportamento da deriva diante de duas tecnologias.

O experimento foi conduzido com quatro misturas de herbicidas e duas pontas de pulverização numa combinação fatorial de 4x2, totalizando 8 tratamentos, com quatro repetições.

Tabela 3.1. Descrição dos tratamentos, constituídos de quatro misturas de herbicidas e duas pontas de pulverização, Bandeirantes/PR.

Tratamentos	Misturas	Doses (L ou kg do p.c. ha ⁻¹)	Pontas de pulverização	Condições climáticas (T°C – UR%) ¹
1	glyphosate+carfentrazona	5,0+0,075	AVI 110015 (310 kPa)	24,9 – 47,5
2	glyphosate+carfentrazona	5,0+0,075	ADI 11002 (227 kPa)	25,2 – 46,8
3	glyphosate+2,4-D+ saflufenacil+adjuvante*	5,0+1,0+0,050	AVI 110015 (310 kPa)	24,3 – 48,5
4	glyphosate+2,4-D+ saflufenacil+adjuvante*	5,0+1,0+0,050	ADI 11002 (227 kPa)	24,6 – 45,8
5	glyphosate+2,4-D	5,0+1,0	AVI 110015 (310 kPa)	20,7 – 60,3
6	glyphosate+2,4-D	5,0+1,0	ADI 11002 (227 kPa)	21,5 – 53,8
7	glyphosate+chlorimuron	5,0+0,080	AVI 110015 (310 kPa)	23,3 – 53,5
8	glyphosate+chlorimuron	5,0+0,080	ADI 11002 (227 kPa)	22,8 – 54,3

* 0,5% (v v⁻¹) de Adjuvante. ¹Temperatura em graus Celsius e Umidade Relativa do ar em porcentagem

Para a escolha das misturas, também foi considerado o seu uso no dia-a-dia dos produtores rurais da região, além de sua importância para o controle das plantas daninhas. Para as doses dos herbicidas, foram adotadas as doses máximas recomendadas em bula calculados para uma taxa de aplicação de 100 L ha⁻¹. No preparo das caldas, os produtos foram adicionados seguindo a ordem de misturas de produtos. A ordem de adição leva em consideração o tipo de formulação, solubilidade e as doses dos produtos.

Em mistura com a calda foi adicionado um marcador na concentração de 6 g L⁻¹ denominado de corante Azul Brilhante FCF (maltodextrina e corante artificial: azul brilhante FCF 11,00%) comercializado pela empresa Duas Rodas®.

O ensaio foi realizado em um túnel de vento de circuito aberto, construído em alvenaria com 20 m de comprimento, 2,0 m de altura e 2,0 m largura, com um ventilador axial de dupla hélice de 0,9 m de diâmetro acionado pela tomada de força de um trator (TDP).

A deriva foi coletada em fios de polietileno de 2 mm de diâmetro e 38,5 cm de comprimento. Para as pulverizações, foi utilizado um sistema composto por um reservatório com capacidade de 50 L, bomba de deslocamento positivo (pistão) com vazão de 35 L min⁻¹ acionada por um motor elétrico de 2,24 kW, comando hidráulico com regulador de pressão e manômetro localizados na parte de fora do túnel de vento. Na parte interna do túnel

de vento uma barra de pulverização com dois bicos espaçados a 0,50 m compostos por válvulas antigotejo, anéis de vedação, filtros de malha 80 e capa tipo rosca. A barra de pulverização fica posicionada a uma distância horizontal de 2,0 m das telas tipo colmeia e na distância vertical de 0,50 m em relação ao piso do túnel.

Os fios de nylon foram fixados em suporte metálico e posicionados transversalmente ao sentido do fluxo de ar do túnel a uma distância horizontal de 5; 10 e 15 m da barra de pulverização (Figura 3.1).

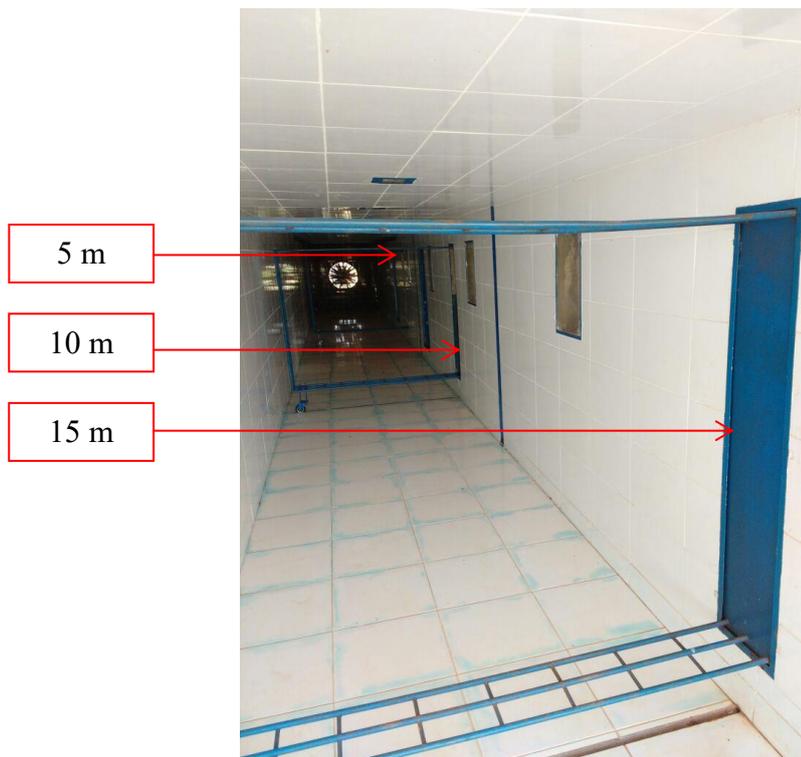


Figura 3.1. Distâncias horizontais de fixação dos pontos de coleta da deriva.

Cada suporte possui cinco fios coletores posicionados nas distâncias verticais de 0,30, 0,50, 0,70, 0,90 e 1,10 m em relação ao piso do túnel. Os suportes foram colocados em gavetas que deslocam sobre trilhos, de modo que pudesse ser feito as trocas dos fios, e quando o túnel estivesse em funcionamento vedasse lateralmente os pontos de coletas, assim mantendo constante o fluxo de ar ao longo do túnel. Segue diagrama esquemático das posições dos fios coletores ao longo do túnel (Figura 3.2).

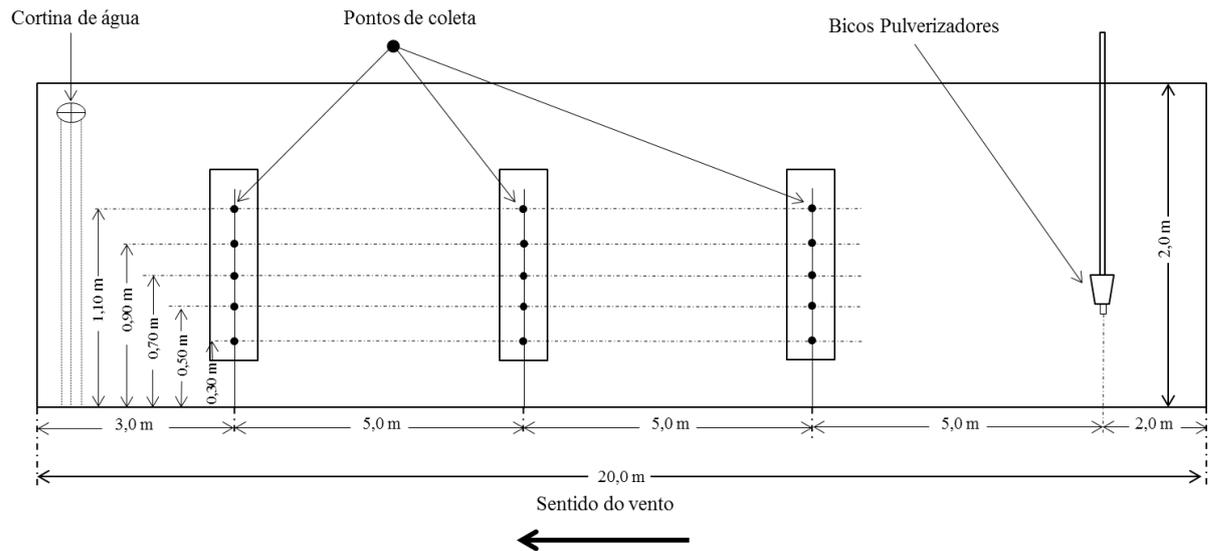


Figura 3.2. Posições dos fios para a coleta de deriva no túnel de vento

A velocidade do vento nos ensaios foi de 2 m s^{-1} , sendo aferida com um anemômetro de ventoinha modelo MDA-11 da empresa Minipa. A temperatura e umidade foi medida com um termohigrômetro digital, marca ICEL modelo HT-208, no interior do túnel de vento fixado na distância horizontal de 5 m. Cada repetição do ensaio foi pulverizada por 2 minutos, permanecendo por mais 1 minuto somente a ventilação ligada, de modo que toda e qualquer gota passasse ao longo do túnel. Posteriormente, o circuito de pulverização foi lavado com água antes de receber a nova calda.

Os fios coletados foram colocados individualmente em tubos de PVC, de $\frac{1}{2}$ " de diâmetros e 0,5 m de comprimento, com as tampas numeradas de acordo com as distâncias horizontais e verticais de coleta de cada tratamento. Para a remoção do corante marcador dos fios coletores, foram adicionados 25 mL de água destilada em cada tubo, e agitados manualmente invertendo-os 180° por 15 vezes. Após este procedimento a água da lavagem de cada tubo foi colocada em um recipiente plástico com tampa identificado de acordo com a mesma numeração da tampa do tubo de PVC e realizado a leitura de absorvância por espectrofotômetro, modelo Femto 600 S, calibrado para o comprimento de onda de 630 nm.

Para a conversão dos valores de absorvância em concentração de corante marcador, foi feita uma curva de calibração com uma amostra de cada mistura utilizada no trabalho. As amostras foram diluídas sucessivamente totalizando 14 amostras com concentração conhecidas. Com os valores das absorvâncias e concentrações conhecidas, foi feito uma regressão e se chegou a uma equação para cada mistura que foi utilizada, assim podendo ser feita a conversão de absorvância para concentração em mg L^{-1} , de acordo com a equação 3.1.

$$C_c = \frac{\text{abs} \times A}{B}$$

Equação 3.1:

Onde:

C_c = Concentração do corante marcador (mg L⁻¹)

abs = absorbância

A = Coeficiente linear da reta

B = Coeficiente angular da reta

Com a concentração do marcador conhecida de cada fio (mg L⁻¹) e o volume de água que foi utilizado para remoção, determinou-se o volume (mL) coletado em cada fio através da equação 3.2.

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

Equação 3.2:

Onde:

C_i = Concentração inicial (mg L⁻¹)V_i = Volume inicial (mL)C_f = Concentração final (mg L⁻¹)V_f = Volume final (mL)

Depois de obtidos os resultados do volume coletado em mL, os valores foram transformados para unidade µL e divididos pela área do fio coletor (24,178 cm²), assim tem-se a deriva coletada em µL cm⁻² para cada fio coletor.

Os dados foram analisados pela estatística descritiva para analisar as medidas de tendência central, de dispersão e verificação de presença de “outliers”. Uma análise fatorial foi realizada para avaliar a interação entre o tipo de calda e pontas de pulverização. Na análise foi considerado o somatório da deriva dos fios verticais (0,3; 0,5; 0,7; 0,9 e 1,1 m) para cada distância horizontal de 5, 10 e 15 metros. As médias das misturas aplicadas com as duas pontas de pulverização foram comparadas por intervalo de confiança (IC_{95%}). A dispersão das gotas e/ou deriva dentro do túnel de vento para cada tratamento foi representada em modelo 2D pelo método de interpolação “mínima curvatura”. Para a confecção dos mapas de dispersão foram utilizados os valores que correspondem às distâncias verticais (0,30; 0,50; 0,70; 0,90; 1,10 m) e as distâncias horizontais de coleta (5, 10, 15 m).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados mostram que a deriva em função da mistura de herbicidas e de pontas de pulverização é resultado da interação desses fatores.

Na Tabela 4.1 estão apresentados os resultados da análise de variância dos fatores estudados. Observa-se que houve interação significativa entre as misturas de herbicidas e pontas de pulverização, indicando uma dependência da ocorrência de deriva em função destes fatores.

Tabela 4.1. Análise de variância (ANOVA) dos fatores misturas de herbicidas em tanque e pontas de pulverização e o efeito na deriva coletada nas distâncias horizontais de 5, 10 e 15 m da ponta de pulverização

Fatores	Distância de coleta da deriva (m)								
	5 m			10 m			15 m		
	QM	F	p-valor	QM	F	p-valor	QM	F	p-valor
Misturas	0,20*	20,39*	0,0000*	0,21*	58,36*	0,0000*	0,10*	14,05*	0,0000*
Pontas	0,03 ^{ns}	2,99 ^{ns}	0,0971 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,4323 ^{ns}	0,01 ^{ns}	2,12 ^{ns}	0,1588 ^{ns}
Misturas x Pontas	0,03*	3,50*	0,0316*	0,07*	20,05*	0,0000*	0,04*	6,20*	0,0030*
CV (%)	16,65			13,90			24,41		

CV: coeficiente de variação; QM: quadrado médio; F: teste F. *significativo pelo teste F ($p < 0,05$), ^{ns} não significativo pelo teste F ($p < 0,05$).

Na Figura 4.1 está apresentada a deriva da interação das misturas e pontas de pulverização para a distância de coleta de 5 metros. As misturas de herbicidas apresentaram diferença significativa na deriva.

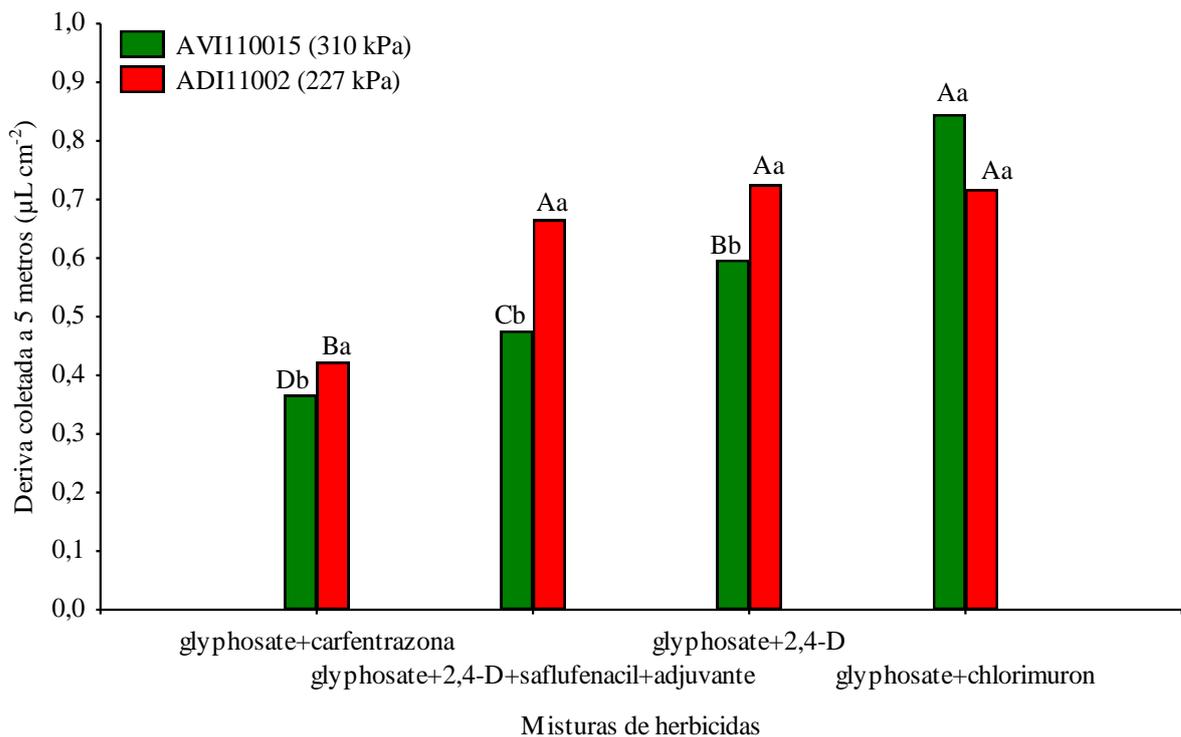


Figura 4.1. Deriva coletada aos 5 m de distância em função dos tipos de misturas e pontas de pulverização. As médias acompanhadas por letras iguais, minúsculas para as pontas de pulverização, e maiúsculas para misturas, não apresentam diferença mínima significativa por intervalo de confiança (IC_{95%}).

Analisando a distância horizontal de 5 m, o glyphosate+carfentrazona apresentou a menor deriva em relação às demais misturas de herbicidas para ambas as pontas de pulverização (ADI 11002 e AVI 110015). Pesquisa realizada com a formulação concentrado emulsionável (EC) apresentou menor valor de porcentagem de gotas menores que (<math>%<100\ \mu\text{m}</math>) em relação a outras formulações avaliadas (CARVALHO, 2016). Quanto maior a <math>%<100\ \mu\text{m}</math> maior o potencial de deriva (OLIVEIRA et al., 2015). Portanto, a adição da carfentrazona (EC) ao glyphosate, pode ter contribuído para redução da deriva dessa mistura em relação às demais misturas avaliadas (Figura 4.1).

O glyphosate+chlorimuron não apresentou diferença significativa de deriva para as duas pontas de pulverização AVI 110015 (310 kPa) e ADI 11002 (227 kPa) na distância horizontal de 5 m de coleta.

A deriva do glyphosate+2,4-D+saflufenacil+adjuvante foi menor que a deriva da mistura de glyphosate+2,4-D quando aplicados com a ponta AVI 110015 (310 kPa) e apresentou deriva semelhante para ponta ADI 11002 (227 kPa) para a distância de 5 m (Figura 4.1). De acordo com os resultados de Mota (2015), as misturas de glyphosate+2,4-D e glyphosate+2,4-D+diclosulan não apresentaram diferença de deriva quando aplicadas com a

ponta AII 1003 (300 kPa). Verifica-se que os tipos de formulações dos produtos utilizados em ambos os trabalhos foram às mesmas (SL e WG), portanto, os fatores que podem ter influenciado para tal diferença encontrada nesta pesquisa foram à adição do adjuvante (Dash) na mistura e a concentração dos produtos na calda de pulverização (100 L ha^{-1}), pois na pesquisa de Mota (2015) foi utilizado taxa de aplicação de 50 L ha^{-1} e sem adição de adjuvante. Além disso, segundo Miller; Butler Ellis (2000), diferenças nas características físicas e químicas da calda de pulverização são mais evidenciadas por pontas com indução de ar por sofrer maior interferência na formação de gotas. Isso mostra que a adição do saflufenacil+adjuvante na mistura de glyphosate+2,4-D, pode resultar em potencial de deriva igual ou diferente dependendo da concentração, do uso de adjuvantes e da ponta e pressão de pulverização, além da distância de coleta da deriva.

Na Figura 4.2 está apresentada a interação entre misturas de herbicidas e ponta de pulverização para a distância de coleta de 10 m.

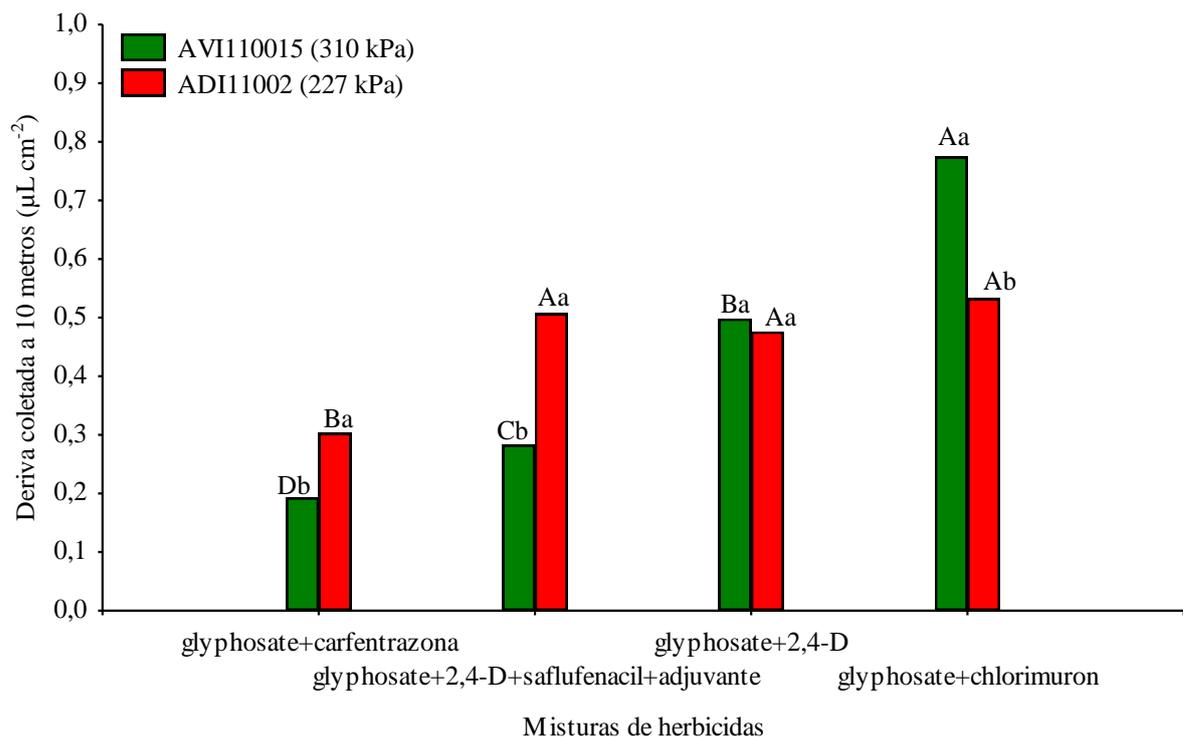


Figura 4.2. Deriva coletada aos 10 m de distância em função dos tipos de misturas e pontas de pulverização. As médias acompanhadas por letras iguais, minúsculas para as pontas de pulverização, e maiúsculas para misturas, não apresentam diferença mínima significativa por intervalo de confiança ($IC_{95\%}$).

Observa-se, que o glyphosate+chlorimuron apresentou maior deriva em relação a todas as outras misturas para a ponta AVI 110015 (310 kPa). Esta ponta houve variação entre as misturas na seguinte ordem crescente:

glyphosate+carfentrazona<glyphosate+2,4-D+saflufenacil+adjuvante<glyphosate+2,4-D<glyphosate+chlorimuron. Isto evidencia que na escolha de uma ponta com indução de ar visando reduzir a deriva deve também considerar os tipos de misturas de herbicidas que irão compor a calda final de pulverização. Segundo Piggott; Matthews (1999), pontas de indução de ar tem grande influência nos resultados de espectro de gotas dos diferentes tipos de formulações com impacto indiretamente na deriva. Na ponta ADI 11002 (227 kPa), a deriva foi menor para a mistura de glyphosate+carfentrazona e as demais misturas não apresentaram diferenças entre si.

O glyphosate+carfentrazona apresentou menor deriva em relação às demais misturas de herbicidas (Figura 4.2). Formulações EC ao se misturarem na água formam uma emulsão com glóbulos ou partículas em suspensão que ficam dispersos na solução, quando passam pela ponta de pulverização há a formação de um filme que é menor para esse tipo de formulação resultando em um espectro de gotas maiores e mais homogêneo, em formulações que esse filme se prolonga ele torna-se mais fino formando gotas menores na hora do seu rompimento (MILLER; BUTLER ELLIS, 2000).

O glyphosate+2,4-D+saflufenacil+adjuvante resultou em menor deriva que a mistura de glyphosate+2,4-D na distância de 10 m quando aplicados com a ponta AVI 110015 (310 kPa), e a deriva de ambas as misturas foram iguais com a ponta ADI 11002 (227 kPa). Mesmo a calda contendo o adjuvante, não reduziu a deriva. Trabalho realizado para medir a deriva em alvos naturais, utilizando caldas com apenas glyphosate e glyphosate+Dash, com ponta de jato plano simples XR 110015 (171 kPa) não apresentou redução da distância de deriva entre as caldas com e sem o mesmo adjuvante (MARTINI et al., 2015).

Na Figura 4.3 está apresentada a deriva da interação das misturas e pontas de pulverização para a distância de coleta de 15 m.

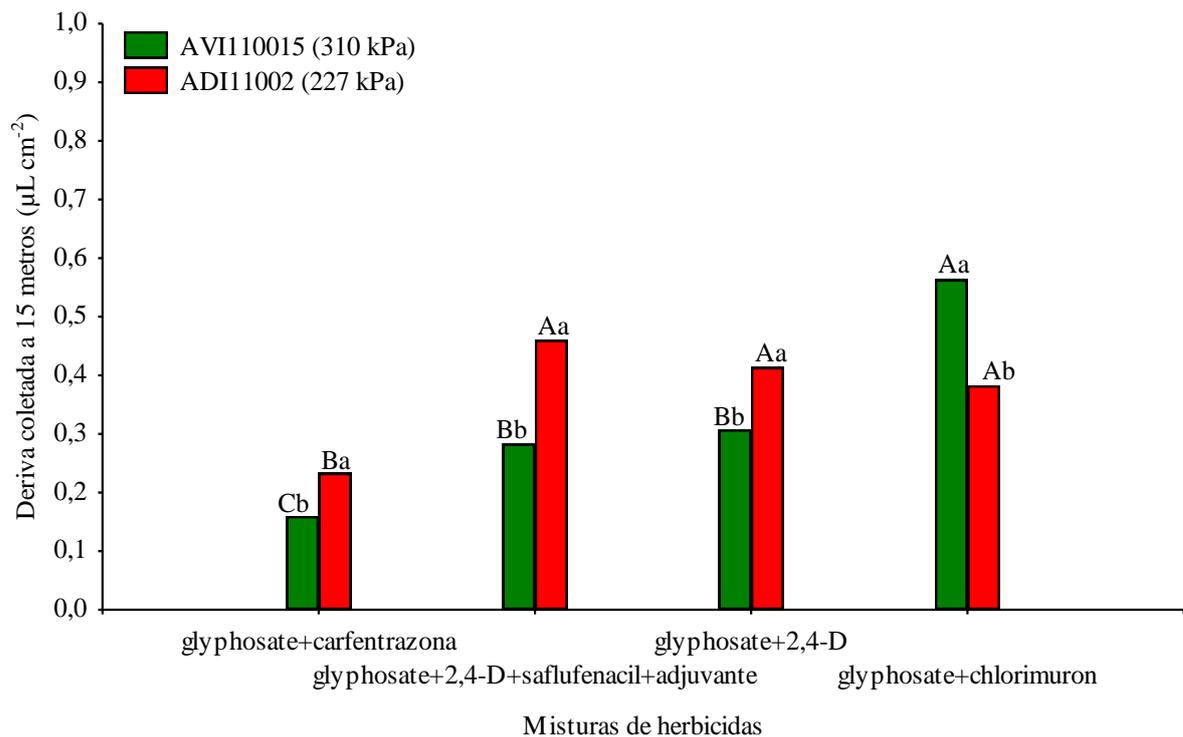


Figura 4.3. Deriva coletada aos 15 m de distância em função dos tipos de misturas e pontas de pulverização. As médias acompanhadas por letras iguais, minúsculas para as pontas de pulverização, e maiúsculas para misturas, não apresentam diferença mínima significativa por intervalo de confiança (IC_{95%}).

Resultado semelhante à distância de coleta de 10 m foi obtido para a mistura de glyphosate+chlorimuron que resultou em maior deriva para a ponta AVI 110015 (310 kPa). O glyphosate+carfentrazone, resultou em menor deriva para as duas pontas, AVI 110015 (310 kPa) e ADI 11002 (227 kPa) em comparação com as demais misturas. As demais misturas não apresentaram diferença significativa entre si com a ponta ADI1102 (227 kPa). A mistura glyphosate+2,4-D+saflufenacil+adjuvante e glyphosate+2,4-D não apresentaram diferença significativa na deriva coletada para a ponta AVI 110015 (310 kPa) e ADI 11002 (227 kPa) (Figura 4.3).

A representação espacial da dispersão da deriva ao longo da secção de teste do túnel de vento das diferentes misturas de herbicidas aplicadas com as duas pontas de pulverização está representada na Figura 4.4.

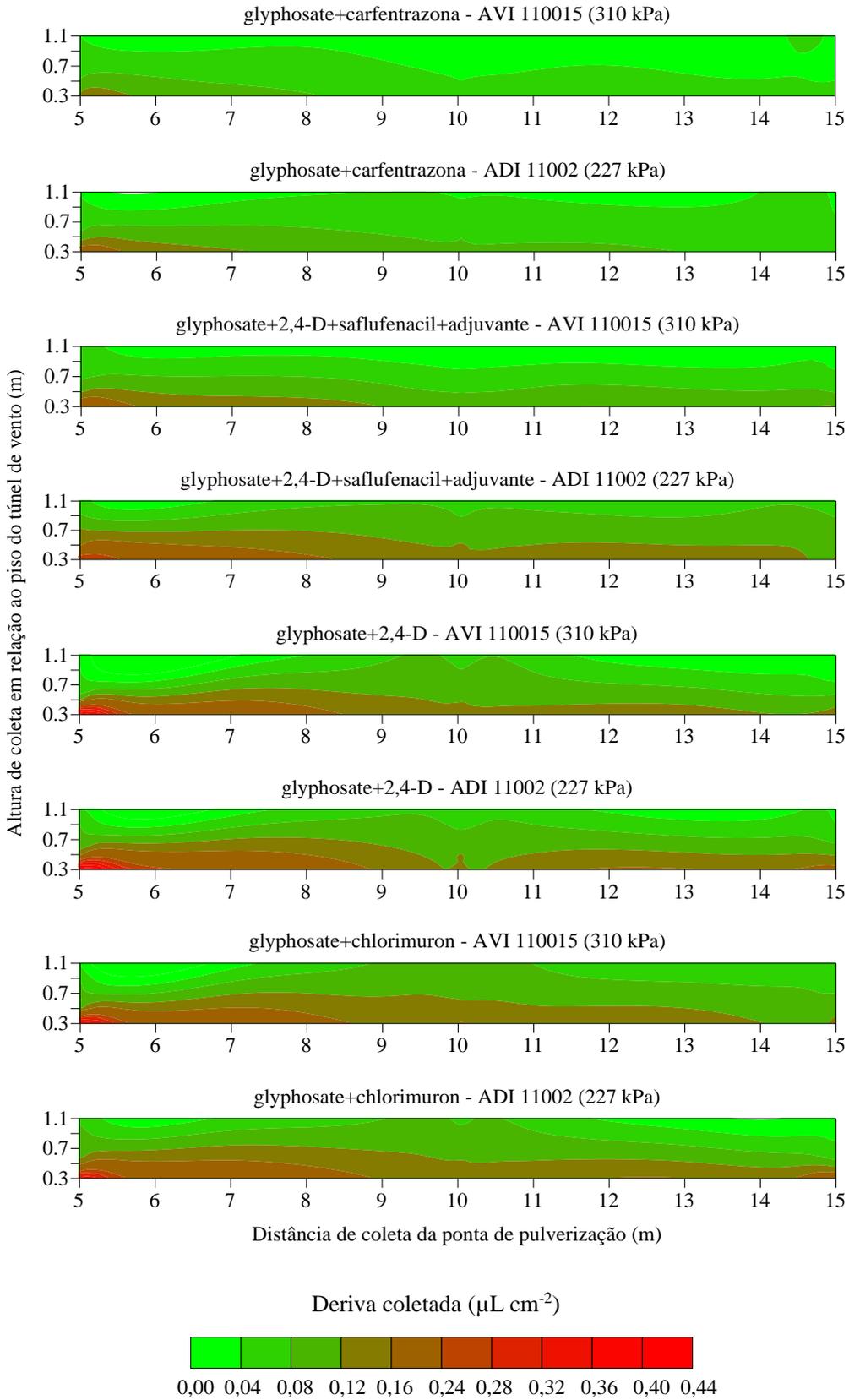


Figura 4.4. Dispersão das gotas de pulverização ao longo da distância da barra de pulverização e altura em relação ao piso, dentro do túnel de vento em função dos tipos de misturas de herbicidas e das pontas de pulverização.

A mistura de glyphosate+carfentrazona apresentou menor deriva ao longo das distâncias horizontais e verticais em relação as demais misturas para as duas pontas de pulverização, AVI 110015 (310 kPa) e ADI 11002 (227 kPa).

Em geral, observa-se que a deriva é decrescente à medida que se distancia da barra de pulverização, reduzindo os valores aos 15 metros de distância para todas as misturas. Porém, cada mistura apresenta suas particularidades de maior e menor magnitude. Outro ponto observado é a variação do percentual de deriva em relação à altura do piso do túnel de vento. Quanto maior a altura, menor a deriva coletada. Segundo Moreira Junior; Antuniassi (2010), este comportamento das coletas mostra que, apesar das gotas serem carregadas pelo vento, o efeito natural da força da gravidade é bastante significativo no processo, concentrando as gotas na parte de baixo do túnel.

Do ponto de vista prático, o túnel de vento se mostrou ferramenta adequada para avaliar a deriva das misturas de herbicidas, identificando com precisão as características distintas das misturas e das pontas de pulverização.

5. CONCLUSÃO

A deriva é influenciada pela interação do tipo de mistura de herbicida utilizada e a ponta de pulverização selecionada para a aplicação.

A mistura de glyphosate+chlorimuron proporciona maior risco de deriva, quando aplicadas com a ponta AVI 110015 (310 kPa) nas maiores distâncias de coleta da deriva (10 e 15 m) em relação as demais misturas avaliadas.

A mistura de glyphosate+carfentrazone proporciona menor risco de deriva, quando aplicadas com a ponta AVI 110015 (310 kPa) e ADI 11002 (227 kPa) para as distâncias de coleta de 5, 10 e 15 m em relação as demais misturas avaliadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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**, Amsterdam, v. 63, p. 120–130, Set. 2014.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, 1, 2005, Uberlândia. **Coletânea...** Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 193-219.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS DEFENSIVOS GENÉRICOS – AENDA. **Mistura em tanque**. 2011, p. 1-11. (Caderno AENDA, n. 1)
- AZEVEDO, L. A. S. **Misturas de Tanque de Produtos Fitossanitários: Teoria e Prática**. 1. ed. Rio de Janeiro: IMOS Gráfica e Editora, 2015. 230 p.
- BALSARI, P.; MARUCCO, P.; TAMAGNONE, M. A test bench for the classification of boom sprayers according to drift risk. **Crop Protection**, v. 26, p. 1482-1487, Dec. 2006.
- BIZZI, A. F.; ROMAN, E. S.; ANDRES, A. Sistema desseque e plante na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23.º, 2002, Londrina. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002, p.443.
- BORGES, M. **Fitotoxicidade causada por deriva simulada dos herbicidas chlorimuron ethyl e tembotrione na cultura da batata**. 2014. 80 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 4.074 que regulamenta a Lei n. 7.802, de junho de 1989. Dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afíns e de outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2002. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=515. Acesso em: 10 de Setembro de 2016.
- BRESSANIN, F. N.; JAYME NETO, N.; MARTINS, J. F.; MARTINS, J. V. F.; ALVES, P. L. C. A. Controle de biótipos resistentes de *Conyza bonariensis* com glyphosate + clorimuron-etílico em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.1, p.68-72, Jan./Abr. 2014.
- BUENO, A. F.; CARVALHO, J.C.; NONINO, H. L.; CAMILLO, M. F.; GUIMARÃES, J.R. Combinação de diclosulan e glyphosate+2,4-D amina na dessecação de plantas daninhas em soja resistente à glyphosate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25.º, 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006, p. 392.
- CARVALHO, F. K. **Viscosidade, tensão superficial e tamanho de gotas em caldas com formulações de inseticidas e fungicidas**. 2016. 55 p. Tese (Doutorado em

Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

CHECHETTO, R. G.; ANTUNIASSI, U. R.; MOTA, A. A. B.; CARVALHO, F. K.; SILVA, A. C. A.; VILELA, C. M. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes no potencial de redução de deriva em túnel de vento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 37-46, Jan./Fev. 2013.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South América, 1999. 15 p.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; FAGLIARI, J. R.; PAGLIARI, P. H.; ARANTES, J. G. Z.; CAVALIERI, S. D.; FRAMESQUI, V. P.; GONÇALVES, D. A.; Efeito de subdoses de 2,4-D na produtividade do algodão e suscetibilidade da cultura em função de seu estágio de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.27, n.esp., p.24-29, Jan. 2007.

COSTA, A. G. F. **Determinação da deriva da mistura 2,4-D e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes**. 2006. 95 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R. NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; Luis Marcelo SIONO, L. M. Adjuvantes na deriva de 2,4-D + glyphosate em condições de campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.3, p.387-392, Mar. 2014.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M.M.; COURY, J.R; FERREIRA, L. R. Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxico em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 325-332, Mai./Ago. 2003.

DALAZEN, G.; KRUSE, N. D.; MACHADO, S. L. O.; BALBINOT, A. Sinergismo na combinação de glifosato e saflufenacil para o controle de buva. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 249-256, Abr./Jun. 2015.

FERNANDES, M.F.; PAULA, J.M.; SILVA, O. A. B.; VIEIRA, S. S. Eficiência da mistura de 2,4-D e glyphosate na dessecação sequencial na cultura da soja RR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25.º, 2006, Brasília. **Resumos...** Brasília, DF: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados, 2006, p. 413.

GANDOLFO, M. A.; RODRIGUES, E. B.; OSIPE, R.; MORAES, E. D.; GANDOLFO, U. D.; OSIPE, J. B. Potencial de deriva da mistura de 2,4-D com glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.11, n.3, p.332-338, Set./Dez. 2012.

GAZZIERO, D. L. P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 83-92, Jan./Mar. 2015.

GROSSMANN, K.; HUTZLER, J.; CASPAR, G.; KWIATKOWSKI, J.; BROMMER, C. L. Saflufenacil (Kixor™): Biokinetic Properties and Mechanism of Selectivity of a New Protoporphyrinogen IX Oxidase Inhibiting Herbicide. **Weed Science Society of America**, 59:290–298, Jul/Sept. 2011.

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

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Disponível em <www.weedscience.org>. Acesso em: 30 de Outubro de 2016.

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

HILZ, E.; VERMEER, A.V.P. Spray drift review: The extent to which a formulation can contribute to spray drift reduction. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 44, p.75-83, Out. 2013.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S.B.(Org.) **Tecnologia e Segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998, p.39-51.

KLEBA, J. B. Riscos e benefícios de plantas transgênicas resistentes a herbicidas: o caso da soja RR da Monsanto. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v.15, n.3, p. 9-42, Set./Dez. 1998.

KNEZEVIC, S. Z.; DATTA, A.; SCOTT, J.; CHARVAT, L. D. Tolerance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) to pre-emergence and post-emergence application of saflufenacil. **Crop Protection**, v.29, p. 148–152, 2010.

KRAUSE, N. D. Necessidades tecnológicas relacionadas a novos ingredientes ativos, formulações e da prática da realização de misturas de agrotóxicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29, 2014, Gramado. **Palestra...** Gramado: SBCPD, 2014. CD ROM.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; AMSTALDEN, S. L.; GAZZIERO, D. L. P.; RAIMONDI, M. A.; LIMA, G. R. G.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Misturas em tanque com glyphosate para o controle de trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho em soja RR. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.1, p. 35-42, Jan./Fev. 2011.

MARTINI, A. T.; AVILA, L. A.; CAMARGO, E. R.; MOURA, D. S.; MARCHEZAN, M. G.; PIVETTA, A. P.. Influência de adjuvantes e ponta de pulverização na deriva de aplicação do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 375-386, Jul. 2015.

MELHORANÇA, A. L. **Tecnologia de dessecação de plantas daninhas no sistema plantio direto**. Dourados: EMBRAPA; MAPA, 2002, 6 p., Circular Técnica Embrapa. n.10.

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

MILLER, P. C. H.; BUTLER ELLIS, M. C. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 19, n.8-10, p. 609–615, 2000.

MOREIRA JUNIOR, O.; ANTUNIASSI, U. R. Construção e validação de um túnel de vento para ensaios de estimativa da deriva em pulverizações agrícolas. **Revista Energia na Agricultura**. Botucatu, vol. 25, n.3, 2010, p.118-136

MOTA, A.A.B. **Espectro de gotas e potencial de deriva de caldas contendo o herbicida 2,4-D amina em misturas em tanque**. 2015. 56p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

NASH, R.G. Phytotoxic interaction studies: techniques for evaluation and presentation of results. **Weed Science Society of America**, Lawrence, v. 29, n. 2, p.147-155, Mar. 1981.

NUYTTENS, D.; SHAMPHELEIRE, M.; STEURBAUT, W.; BAETENS, K.; VERBOVEN, P.; NICOLAÏ, B.; RAMON, H.; SONCK, B. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 2: Spray application technique. **Aspects Applied Biology**, Wellesbourne, v. 77, p. 321-329, Jan. 2006a.

NUYTTENS, D.; SHAMPHELEIRE, M.; STEURBAUT, W.; BAETENS, K.; VERBOVEN, P.; NICOLAÏ, B.; RAMON, H.; SONCK, B. Experimental study of factors influencing the risk of drift from field sprayers, Part 1: Meteorological conditions. **Aspects Applied Biology**, Wellesbourne, v. 77, p. 321-329, Jan. 2006b.

OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvants em soluções aquosas**. 2011. 122p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade e Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

OLIVEIRA, R. B.; ANTUNIASSI, R.U.; GANDOLFO, M;A. Spray adjuvant characteristics affecting agricultural spraying drift. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.35, n.1, p.109-116, Jan./Fev. 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, 348 p.

OLIVEIRA, T. Mistura em tanque, aspectos legais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 29, 2014, Gramado. **Palestra...** Gramado: SBCPD 2014. CD ROM.

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

PETTER, F. A.; SEGATE, D.; PACHECO, L.P.; ALMEIDA, F. A.; ALCÂNTARA NETO, F. P. Incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e fungicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 449-457, Jul. 2012.

PIGGOTT, S.; MATTHEWS, G. A. Air induction nozzles: a solution to spray drift? **International Pest Control**, v. 41, p. 24-28, Jan./Feb. 1999.

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

SCHAMPHELEIRE, M.; NUYTTENS, D.; BAETENS, K.; CORNELIS, W.; GABRIELS, D.; SPANOGHE, P. Effects on pesticide spray drift of the physicochemical properties of the spray liquid. **Precision Agriculture**, Bedford, v. 9, p. 1-12, Oct. 2008.

SANTOS, B. M.; GILREATH, J. P.; ESMEL, C. E.; SIHAM, M. N. Effects of sublethal glyphosate rates on fresh market tomato. **Crop Protection** v.26, p. 89–91, 2007.

SANTOS, I.C.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. MIRANDA, G.V.; SANTOS, L. D. T. Eficiência do 2,4-D aplicado isoladamente e em mistura com glyphosate no controle da trapoeraba. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 299-309, Ago. 2002.

SHAW, W.C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed science**, v.30, n.1, p.2-12, Feb. 1982.

SILVA, J. F. Herbicidas: absorção, translocação, metabolismo, formulação e misturas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (Eds.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SINDIVEG - **Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal**. Disponível em: <http://sindiveg.org.br/balanco-2015-setor-de-agroquimicos-confirma-queda-de-vendas/>. Acesso em: 17 de Março de 2017.

STONE, A. E; PEEPER, T. F.; KELLEY, J. P. Efficacy and acceptance of herbicides applied for field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control. **Weed Technology**, v. 19, n. 1, p. 148-153, Jan. 2005.

SYNGENTA PORTUGAL. **Ordem de Misturas de Produtos**. Disponível em: http://www3.syngenta.com/country/pt/pt/produtos/Proteccao_de_culturas/Ordem_Mistura_Produtos/Pages/home.aspx>. Acesso em: 06 de Julho de 2015.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JÚNIO, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; FRANCHINI, L. H. M.; BRAZ, G. B. P.; RIOS, F. A.; GHENO, E. A.; GEMELLI, A. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.1-13, Jan./Abr. 2013.

U.S.EPA, UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Pesticide Volatilization**. Washington, 2016. Disponível em:<<https://www.epa.gov/reducing-pesticide-drift/pesticide-volatilization>>. Acesso em: 03 de Novembro de 2016.

WERLANG, R.C.; SILVA, A. A. Interação de glyphosate com carfentrazone ethyl. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n. 1, p. 93-102, Abr. 2002.

YAMASHITA, O. M.; BETONI, J. R.; GUIMARÃES, S. C.; ESPINOSA, M. M. Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 359-366, Dez. 2009.