



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

EURIPEDES BOMFIM RODRIGUES

**EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE
PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS:
EQUIPAMENTOS COSTAIS MANUAL, PRESSURIZADO E
MICRONIZADO**

Londrina
2012

EURIPEDES BOMFIM RODRIGUES

**EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE
PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS:
EQUIPAMENTOS COSTAIS MANUAL, PRESSURIZADO E
MICRONIZADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós- graduação em
Agronomia da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi-Saab

Londrina
2012

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R696e Rodrigues, Eurípedes Bomfim
Eficiência de métodos de aplicação de produtos fitossanitários:
equipamentos costais manual, pressurizado e micronizado/ Eurípedes
Bomfim Rodrigues. – Londrina, 2012.
82 f.: il.

Orientador: Otávio Jorge Grigoli Abi-Saab.
Tese(Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2012.
Inclui bibliografia.

1. Defensivos vegetais – Tecnologia de aplicação – Teses. 2. Herbicidas –
Pulverização – Teses. 3. Cana-de-açúcar – Teses. 4. Equipamento agrícola –
Teses. I. Abi-Saab, Otávio Jorge Grigoli. II. Universidade Estadual de Londrina.
Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III.
Título.

CDU 632.982

EURIPEDES BOMFIM RODRIGUES

**EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS
FITOSSANITÁRIOS: EQUIPAMENTOS COSTAIS MANUAL,
PRESSURIZADO E MICRONIZADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Agronomia da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador. Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Otavio Jorge Grigoli Abi Saab
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Marcelo Gonçalves Balan
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Prof. Dr. Ricardo Ralisch
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. José Carlos Vieira de Almeida
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Luiz Antônio Corrêa Lucchesi
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Londrina, 24 de fevereiro de 2012

OFEREÇO

A minha amada esposa, Débora Moreira Rodrigues,
amiga fiel e confidente.

DEDICO

A minha família e aos meus amigos

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador não só pela constante orientação neste trabalho, mas sobretudo pela sua amizade, confiança, respeito e sinceridade qualidades raras e imprescindíveis para se levar adiante a árdua tarefa de ensinar.

Ao professor Dr. Marco Antônio Gandolfo, amigo de longa data, daqueles que sempre surgem do nada quando deles se necessita, com paciência, dedicação e soluções geniais, para quem nunca existe não como resposta.

Agradeço também à UEL, à UENP, à Fundação Araucária, à USIBAN e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Eu não falhei, encontrei mais de dez mil soluções
que não davam certo”*

Thomas A. Edison

RODRIGUES, E. B. **Eficiência de métodos de aplicação de produtos fitossanitários:** Equipamentos costais manuais, pressurizado e micronizador. 2012. 82 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

RESUMO

Com o intuito de contribuir com a busca da eficiência dos métodos de aplicação de produtos fitossanitários utilizando equipamentos costais manual, pressurizado e micronizado, este trabalho teve como objetivo geral, avaliar a qualidade de aplicação do herbicida glyphosate em diferentes formas e taxas de aplicação, tendo como hipótese que a redução do volume de calda aplicado não altera a qualidade da aplicação. Para condução do trabalho o objetivo geral foi subdividido nos seguintes objetivos específicos: Comparar, a eficiência na cobertura realizada por três equipamentos, que utilizam diferentes formas e taxas de aplicação. Comparar, em túnel de vento, a deriva provocada por três equipamentos, que utilizam diferentes formas e taxas de aplicação do herbicida glyphosate na operação de repasse em cana-de-açúcar. Comparar diferentes formas e taxas de aplicação do glyphosate quanto à eficiência no controle e à deposição da calda em plantas daninhas na operação de “repasse” ou “catação”. As taxas de aplicação avaliadas foram: 8,8, 73, 96,7, 190, 260, 380 e 467 L ha⁻¹, aplicadas com equipamentos costal de acionamento manual, costal pressurizado e micronizador rotativo tipo CDA. Realizou-se a eficiência no controle das plantas daninhas considerando-se o efeito das aplicações em cada um dos tratamentos. A avaliação qualitativa, comparando-se os depósitos obtidos em cada um dos tratamentos, foi feita pela pulverização sobre as plantas daninhas de uma solução de água e cloreto de sódio com os mesmos equipamentos e nas mesmas condições. Os equipamentos costais foram ensaiados com pontas de pulverização modelo AXI110015 e modelo AXI11003. O equipamento centrífugo foi ensaiado com os limitadores de vazão originais da máquina. As coletas da deriva foram nas distâncias de 5, 10 e 15 m em relação ao local de pulverização e nas alturas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1 m. A cobertura foi quantificada pela aplicação do traçador amarelo fluorescente LRM100. A classificação das folhas foi realizada segundo o seu grau de cobertura. A visualização destas gotas foi feita pela projeção da luz gerada por lâmpadas ultravioleta (UV). Os resultados indicam: a possibilidade de utilização de menores volumes de aplicação sem prejuízo da qualidade; O pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente, apresentou risco de deriva inferior ao dos outros equipamentos; A ponta de pulverização AXI 110 015 quando utilizada no equipamento pressurizado foi mais eficiente em cobertura; As mesmas pontas de pulverização apresentaram valores de cobertura diferentes quando utilizadas nos distintos equipamentos; O pulverizador centrífugo não apresentou diferenças significativas em eficiência de cobertura mesmo com altas variações na taxa de aplicação.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação. Agrotóxicos. Herbicidas. Cana-de-Açúcar.

RODRIGUES, E.B. **Efficient methods of pesticide application equipment:** using a pressurized knapsack sprayer and another with hand operation and a rotative micronizer type CDA. 2012. 82 p. Thesis (doctorate in Agronomy)-Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

ABSTRACT

In order to contribute to the pursuit of efficiency of methods of pesticide application equipment using a hand operation, pressurized knapsack sprayer and rotative micronized, this study aimed to assess the quality of application of glyphosate in different forms and rates of application, hypothesized that reducing the spray volume applied does not alter the quality of the application. To conduct the overall objective of the work was subdivided into the following specific objectives: To compare the efficiency of coverage made by three devices, which use different forms and application rates. Compare, wind tunnel, the drift caused by three devices, which use different forms and application rates of glyphosate in the transfer operation of cane sugar. Compare different forms and rates of glyphosate application on the control efficiency and deposition of spray on weeds in the operation of "pass" or "grooming". The application rates were: 8.8, 73, 96.7, 190, 260, 380 and 467 L ha⁻¹ applied with backpack equipment manually operated pressurized backpack and micronized rotary CDA. Was carried out effective in controlling weeds considering the effect of application in each treatment. Qualitative assessment by comparing the deposits obtained from each treatment was made by spraying on weeds of a solution of water and sodium chloride with the same equipment and under the same conditions. The devices were tested with backpack spray nozzles AXI110015 model and model AXI11003. The equipment was tested with the centrifugal flow limiters original machine. The samples were derived from the distances of 5, 10 and 15 m from the spray site and the heights of 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1 m. The coverage was measured by tracer application LRM100 fluorescent yellow. The classification of the leaves was done according to their degree of coverage. The display of these drops were made by the projection of light generated by UV lamps (UV). The results indicate: the possibility of using lower application volumes without loss of quality; spray of electrically driven centrifugal spray drying, showed lower risk of drift to other equipment, the spray tip AXI 110 015 when used in pressurized equipment was more efficient coverage; The same spray tips showed different values of coverage when used in different equipment, centrifugal spray showed no significant differences in efficiency of coverage even with high variations in application rate.

Keywords: Application technology. Pesticides. Herbicides. Sugar cane.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	EVOLUÇÃO DA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS	14
2.2	TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS: RELAÇÃO COM A ÁGUA E O SOLO.....	17
2.3	A BUSCA DA QUALIDADE NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS	20
2.4	A COBERTURA, A DEPOSIÇÃO E A DERIVA COMO PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA.....	25
2.5	A IMPORTÂNCIA DOS ADITIVOS E ADJUVANTES	28
2.6	MECANISMOS DE AÇÃO DO HERBICIDA GLIPHOSATE	32
2.7	O USO DO GLIPHOSATE NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	34
3	ARTIGO A: CANA-DE-AÇÚCAR: AVALIAÇÃO DA TAXA DE APLICAÇÃO E DEPOSIÇÃO DO HERBICIDA GLIPHOSATE	38
3.1	RESUMO	38
3.2	INTRODUÇÃO	38
3.3	MATERIAL E MÉTODOS	40
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.5	CONCLUSÕES.....	49
3.6	AGRADECIMENTOS	49
4	ARTIGO B: DERIVA (EM TÚNEL DE VENTO) EM DIFERENTES FORMAS E TAXAS DE APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE	50
4.1	RESUMO	50
4.2	INTRODUÇÃO	50
4.3	MATERIAL E MÉTODOS	52
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.5	CONCLUSÕES.....	64

5	ARTIGO C: EFICIÊNCIA NA COBERTURA EM DIFERENTES TAXAS E FORMAS DE APLICAÇÃO DO HERBICIDA GLYPHOSATE	65
5.1	RESUMO	65
5.2	INTRODUÇÃO	66
5.3	MATERIAL E MÉTODOS	67
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
5.5	CONCLUSÕES	73
6	CONCLUSÕES GERAIS	74
	REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

Os antepassados do homem moderno viveram por aproximadamente dois milhões de anos da caça, pesca e da apanha de frutas.

Não se pode afirmar se a aparição da agricultura foi consequência da pressão populacional exercida pela espécie humana ou se na realidade o seu advento propiciou as condições para que a explosão demográfica ocorresse.

A luta pela sobrevivência, fez com que o homem a fim de obter um balanço favorável na competição por alimentos, procurasse fazer uso de sua inteligência. Desde o início utilizou produtos no controle de pragas, doenças e ervas daninha, na ânsia de aumentar a produção.

Sabe-se que na antiguidade, os romanos já se utilizavam da fumaça do enxofre para controlar pulgões e do sal no combate às ervas daninhas, assim como os chineses faziam uso do arsênico misturado com água no controle de insetos.

No início do século 19, produtos derivados de plantas como a rotenona e a piretrina controlavam diferentes tipos de insetos e também misturas de arsênico e cobre (Verde Paris), passaram a ser utilizados no controle do besouro da batata.

Exatamente durante esse período, começou o desenvolvimento mais significativo nos equipamentos de aplicação desses produtos. O terceiro período inicia-se a partir de 1939, com a era dos organossintéticos.

A quase totalidade dos agrotóxicos aplicados na agricultura utiliza como veículo a água, com ou sem o auxílio de aditivos.

A água é vital aos ciclos biológicos, geológicos e químicos mantendo em equilíbrio os ecossistemas. Muito se especula sobre a possibilidade da escassez desse recurso vital e se faz necessária a conscientização de que, na maioria dos países, o problema não é a quantidade, mas sim a qualidade desse recurso, devido ao mau uso e gestão inadequada.

É imprescindível que a utilização dos agrotóxicos seja realizada de maneira racional dentro de um consenso de proteção integrada de plantas, buscando assim evitar a contaminação do solo, da água e os consequentes danos à saúde humana, animal, seleção de pragas, doenças e plantas daninhas resistentes.

Neste contexto, entende-se por tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários o conjunto de conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas.

A cultura da cana-de-açúcar tem expressiva participação na economia, não só pela produção de açúcar e de álcool combustível, como também pelo fornecimento de matéria-prima para a indústria química, subprodutos utilizados na alimentação animal, na produção de fertilizantes, tal como na grande capacidade instalada de geração de energia elétrica.

Na matriz energética do Brasil, a biomassa comparece com expressiva contribuição e dentro dela os produtos da cana contribuem com mais da metade da energia gerada, superior à produzida no aproveitamento de toda nossa energia hidráulica.

Uma das operações comuns no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar é a de “catação” ou “repasse”, que consiste no uso de herbicidas aplicados após o controle químico efetuado em área total, através de equipamento costal de acionamento manual. Esta operação objetiva a limpeza de estradas rurais, carregadores, bordas dos talhões e entre linhas da cultura, ganhando maior importância com a perspectiva de adoção da colheita mecanizada, facilitando o deslocamento das máquinas e a limpeza do material colhido.

O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores e diminui o risco de perdas por escorrimento. A busca por técnicas de redução de volume de água deverá ser incrementada e nas regiões de grande potencial agrícola, com distribuição irregular de água, as técnicas de baixo volume deverão ser priorizadas para que não se ampliem a falta deste recurso.

Quando equipamentos de pulverização são avaliados de forma comparada, dentro do conceito amplo de minimizar prováveis danos ambientais, é necessário que, além de estudar redução do volume de calda aplicada e a eficácia na aplicação, avalie-se também a possibilidade de deriva provocada pelo menor diâmetro de gotas.

É fundamental que informações consistentes e coerentes saiam das academias e cheguem a todos com a finalidade de esclarecer, educando para conscientizar.

Com o intuito de contribuir com a busca da eficiência dos métodos de aplicação de produtos fitossanitários utilizando equipamentos costais manual, pressurizado e micronizado, este trabalho teve como objetivo geral, avaliar a qualidade de aplicação do herbicida glyphosate em diferentes formas e taxas de aplicação, tendo como hipótese que a redução do volume de calda aplicado não altera a qualidade da aplicação.

Para condução do trabalho o objetivo geral foi subdividido nos seguintes objetivos específicos:

- a) Comparar, a eficiência na cobertura realizada por três equipamentos, que utilizam diferentes formas e taxas de aplicação.

- b) Comparar, em túnel de vento, a deriva provocada por três equipamentos, que utilizam diferentes formas e taxas de aplicação do herbicida glyphosate na operação de repasse em cana-de-açúcar.
- c) Comparar diferentes formas e taxas de aplicação do glyphosate quanto à eficiência no controle e à deposição da calda em plantas daninhas na operação de “repasse” ou “catação”.

Os resultados obtidos foram apresentados na forma de artigos científicos, antecedidos por revisão de literatura que aborda as áreas pesquisadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EVOLUÇÃO DA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

O uso de novas tecnologias é imprescindível na racionalização das aplicações de produtos fitossanitários, seja na busca da sustentabilidade da agricultura como negócio, subsistência, ou na preservação dos recursos naturais.

Bohmont (1981) apresenta um resumo histórico do aparecimento dos agrotóxicos e segundo o autor, antigamente os romanos já usavam a fumaça proveniente da queima de enxofre para controlar pulgões que atacavam as plantações de trigo e sal no controle de ervas daninhas.

Relata também Bohmont (1981) que no início do século 19, os chineses utilizavam arsênico misturado em água para controlar insetos. Neste mesmo século, descobriu-se, que produtos derivados de plantas como a rotenona e a piretrina controlavam diferentes tipos de insetos. O Verde Paris, uma mistura de arsênico e cobre, foi descoberto em 1865 e, desde então, passou a ser muito utilizado no controle do besouro da batata do Colorado.

Segundo Akesson e Yates (1979) pode-se dividir o desenvolvimento do controle de pragas em três períodos:-O primeiro período é o anterior a 1867, onde se utilizavam produtos odoríficos ou irritantes, tais como excrementos e cinzas, mas também se começava a utilizar enxofre, rotenona, piretro, nicotina, óleos animais ou de petróleo;-O segundo, entre 1867 a 1939, corresponde ao período da descoberta e refinamento da mistura Bordeaux, bem como de outras formulações cúpricas. Exatamente durante esse período, começou o desenvolvimento mais significativo nos equipamentos de aplicação desses produtos;-O terceiro período inicia-se a partir de 1939, com a era dos organossintéticos. Segundo os autores cada período foi acompanhado por seus métodos específicos de aplicação.

Nos primórdios da aplicação dos produtos fitossanitários, um simples tubo fino, seringas ou um orifício produzia um jato fino de líquido que ao enfrentar a fricção e resistência do ar, formava grandes gotas. De acordo com Akesson e Yates (1979), em 1896 já eram descritas três categorias de bicos utilizados na agricultura: Bicos com orifícios em forma elíptica ou retangular, que emitiam jatos em forma de leque; Bicos com obstruções colocadas imediatamente à frente do orifício de saída de líquido, que também produziam jatos em forma de leque (bicos de impacto); Bicos que promoviam a rotação do líquido imediatamente antes

de sua emergência pelo orifício de saída, produzindo um jato com formato cônico e vazio (não eram produzidas gotas no interior do cone).

A importância da ponta de pulverização é tão grande que Miller e Butler Ellis (2000) afirmam que ela é o principal componente da aplicação hidráulica. É importante definir a sua característica, uma vez que esta influência de maneira direta a qualidade da deposição da calda. Também Cunha (2003), adverte que o sucesso na aplicação de agrotóxico só é possível quando se dispõe de pontas de pulverização que propiciem distribuição transversal uniforme e espectro de gotas semelhante e de tamanho adequado.

Esses bicos ainda hoje são os mais utilizados na aplicação de produtos fitossanitários, mas houve uma evolução fantástica nos processos de síntese química, com o aparecimento de muitos novos produtos e com eles, eficácia no controle dos problemas fitossanitários aumentou sensivelmente.

A eficácia do controle é obtida graças ao grande efeito tóxico dessas novas substâncias, o qual compensa a pobre e deficiente deposição obtida com as pulverizações. De certa forma, o método de aplicação empregado atualmente é o mesmo que se empregava no final do século passado e objetiva estabelecer uma barreira tóxica na superfície do alvo, para impedir o ataque de pragas e doenças (CHAIM, 2004).

Quando há aumento populacional exagerado das plantas silvestres, estas se tornam daninhas, que diferentemente de outras pragas agrícolas, têm por característica, estarem sempre presentes nos agroecossistemas e responsáveis diretas (competição, alelopatia etc.) ou indiretamente (reservatório de patógenos, atrativas para insetos-praga etc.) pela diminuição drástica na produção econômica das culturas. (BLANCO, 2005).

A aplicação de agroquímicos é um processo complexo. Desde a preparação do produto e a ação esperada contra as pragas, acontecem transformações e perdas que podem impactar negativamente na ação dos produtos fitossanitários. O controle deste processo é importante porque pode gerar efeitos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Neste contexto, entende-se por tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários o conjunto de conhecimentos científicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com o mínimo de contaminação de outras áreas como define Matuo (1998).

A crescente participação dos agroquímicos no custo de produção agrícola e os riscos ambientais de seu uso, leva à busca constante do aperfeiçoamento das técnicas utilizadas para a sua aplicação, visando reduzir a quantidade necessária de produto e os riscos de contaminação, tanto do homem quanto do alimento e do ambiente.

A agricultura de precisão é uma das mais recentes práticas agrícolas que tem como objetivo aperfeiçoar o sistema, contribuindo para a redução das perdas e conferindo maior precisão na busca do sucesso em atingir o alvo, incorporando avanços como sistemas eletrônicos e de navegação para pulverizadores.

Os agrotóxicos contribuem para a redução de mão de obra e aumento da produção agrícola, provocando a redução de custos e melhoria da qualidade dos alimentos (CUNHA et al., 2003), ainda que pese na sociedade um consenso de que são prejudiciais,

A utilização de técnicas corretas de aplicação podem efetivamente reduzir o risco ou a quantidade de deriva produzida nas aplicações de agrotóxicos. A seleção de pontas de pulverização e adjuvantes adequados pode ser uma medida eficiente, pelo uso das gotas pulverizadas de maior tamanho e alterações nas propriedades físicas e químicas na calda de aplicação. Entretanto, essas tecnologias não têm sido muito estudadas, indicando haver perspectivas para aplicações mais seguras desta mistura (COSTA, 2006).

As perdas que ocorrem durante as aplicações de agrotóxicos são originadas por um conjunto de causas. Nas pulverizações com altos volumes, muitas gotas caem entre as folhagens, especialmente nos espaços entre as linhas da cultura e entre as plantas, atingindo o solo. Uma grande quantidade de gotas atinge as folhas, coalescendo-se e formando gotas maiores, que não mais ficam retidas, escorrendo para as partes inferiores das plantas e caindo finalmente no solo (COURSEE, 1960).

Em tecnologia de aplicação, a deriva é o movimento do produto químico para fora da área intencionada e é originada das gotas que, após serem emitidas pelo bico de pulverização, flutuam no vento por um determinado período. As gotas pequenas, que apresentam maior relação da superfície/peso e menor velocidade de queda, apresentam conseqüentemente, maior distância de deriva.

A não utilização de gotas de tamanhos adequados tem proporcionado perdas e, em alguns casos, mais de um terço dos produtos aplicados podem estar sendo perdidos para o solo por meio da endoderiva. Outra parte significativa, constituída das gotas pequenas, pode estar sendo levada pelo vento para fora da área tratada, na exoderiva (HIMEL, 1974).

A busca por novas tecnologias, economicamente viáveis, como alternativas ao controle químico de plantas daninhas, deverá ser constante no meio científico.

As perdas na produção ocasionadas pela competição por plantas daninhas podem chegar a 80% e como afirmam Arevalo e Rozansky, (1999), esse controle pode ser alcançado com tratamentos térmicos e ser utilizado na agricultura orgânica.

Marchi et al. 2008, pesquisaram o uso do lança-chamas e radiação infravermelha no controle de plantas daninhas e concluíram que essas técnicas térmicas podem ser muito úteis após desenvolvidas e com recomendações apropriadas da pesquisa, sendo essa considerada tecnologia limpa.

Jato de ar, jato de ar com material abrasivo, escovas rotativas, dedos de borracha, lança chamas, dentes flexíveis, água quente, água quente com espuma, agarrador e torcedor de plantas, eletrodos de alta voltagem, laser térmico e laser cortador, infravermelho, N₂ ou Co₂ líquidos, microondas, cortador, cobertura morta com material biológico, hastes de aço rotativas, lâminas rotativas verticais, vapor, enxadas varredoras, dentes de torção e lâminas, Luz UV, Jato de água, jato de água com material rotativo são algumas das tecnologias futuras citadas por Norremark, M et al (2006), para o controle das plantas daninhas.

Duarte Júnior et al. (2009), avaliaram o sistema de plantio convencional e direto da cana-de-açúcar e concluíram que no sistema convencional a incidência de plantas daninhas foi 525 e 531% superior à da cana plantada no sistema de plantio direto o que reduziu a sua produtividade em 27%.

Brighenti e Brighenti (2009), avaliaram o controle de plantas daninhas na cultura de soja orgânica através de descargas elétricas e concluíram que o sistema foi eficiente nesse controle.

Pode-se esperar ainda nessa década, que como resultado da conscientização da sociedade de modo geral, haverá uma maior preservação do meio ambiente. Novos padrões de qualidade dos produtos consumidos e do meio ambiente como um todo serão exigidos.

Novas tecnologias, aliadas ao manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas, vem auxiliar na sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos diminuindo os efeitos dos erros do passado.

2.2 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS: RELAÇÃO COM A ÁGUA E O SOLO

Nas plantas, o objetivo é molhar totalmente a sua superfície, de maneira que se forme uma película de material tóxico sobre ela. Para que ocorra este molhamento, são gastos grandes volumes de calda, que geralmente escorre e atinge o solo. Como consequência, apesar de que a eficácia dos produtos é elevada, a eficiência da aplicação dos agrotóxicos

atualmente é muito baixa, pois em alguns casos mais de 99,98% dos princípios ativos aplicados são desperdiçados (GRAHAM-BRYCE, 1977).

Para atingir este objetivo, enormes quantidades de água são desperdiçadas e contaminadas no setor produtivo agrícola. Estima-se que no Brasil apenas 38% da água desviada é efetivamente utilizada na irrigação, ou seja, 62% são desperdiçados. Tal situação é preocupante, considerando-se que menos de 10% das áreas aptas para irrigação são utilizadas. (FIETZ, 2006).

Oliveira et al (2009) estudando as relações da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas e os riscos de contaminação da água e do solo, enfatizando as diferenças entre a aplicação tratorizada terrestre e a pôr aviação agrícola, destacam que a falta de acesso às informações e a baixa adesão ao uso de tecnologias e equipamentos de aplicação, mantém a atividade agrícola convencional como risco de poluição dos recursos hídricos e do solo, sendo geradora de efeitos expressivos de degradação ambiental.

Várias estimativas indicam para o futuro uma situação de escassez que envolverá, cerca de cinco e meio bilhões de pessoas vivendo em áreas com moderada ou séria falta de água, em 30 anos. Atualmente, cada pessoa gasta por dia, em média, 40 litros de água. Um europeu consome de 140 a 200 litros de água por dia; um norte-americano, entre 200 e 250 litros. No entanto, em algumas regiões como a África, consome-se 15 litros por dia. Em termos médios, o setor agrícola utiliza 70% do total da água doce consumida, seguido pelo industrial (20%) e pela água destinada ao abastecimento (10%). (FIETZ, 2006).

Segundo Koff (1995), a ciência política prevê que algumas das próximas guerras serão por água. Podem acontecer na África, onde há, por exemplo, oito países que disputam a água do Rio Nilo. No Oriente Médio, há disputas de água também entre vários países; no subcontinente asiático, há também disputas de água.

Devido à falta de água, a produção de alimentos na superfície da terra poderá ficar comprometida nas próximas décadas. Além disso, os alimentos provenientes do mar tornar-se-ão realidades cada vez maiores. Todavia, apesar de que a profundidade média dos mares é de 4.000 metros, a camada biológica dos oceanos não passa de 100 metros, (profundidade onde penetra a luz para processar a fotossíntese nos vegetais marinhos, que por sua vez abrigam e servem de alimentos aos animais naquele ecossistema. (ROCHA, 1997).

A quase totalidade dos agrotóxicos aplicados na agricultura utiliza como veículo a água, com ou sem o auxílio de aditivos. Gandolfo et al. (2008) avaliaram que até o ano de 2017 somente a cultura de cana-de-açúcar, permanecendo a evolução prevista,

consumirá anualmente em aplicação de agrotóxicos de modo convencional no Brasil, a cifra de seis milhões de m³ de água.

Na matriz energética do Brasil, a biomassa comparece com expressivos 31,2% e dentro dela os produtos da cana contribuem com 17,7% da energia gerada, superior à produzida no aproveitamento de toda nossa energia hidráulica que representa 14,1% do total. (EPE, 2011), o que evidencia a importância da cultura no contexto atual.

O Brasil é privilegiado com 12% da água doce superficial no mundo. Na última década, a quantidade de água distribuída aos brasileiros cresceu 30%, mas quase dobrou a proporção de água sem tratamento (de 3,9% para 7,2%) e o desperdício ainda assusta: 45% de toda a água ofertada pelos sistemas públicos. Além disso, mais de 90% do território brasileiro recebe chuvas abundantes durante o ano e as condições climáticas e geológicas propiciam a formação de uma extensa e densa rede de rios, com exceção do Semiárido, onde os rios são pobres e temporários. (SOCIOAMBIENTAL, 2007)

No entanto, a situação brasileira também necessita de cuidados. Apesar de o país ter disponibilidade hídrica privilegiada, a reserva não está distribuída de forma uniforme em nosso território.

Quando a água é utilizada para o consumo humano, a preocupação aumenta. No Brasil, a Portaria 518, de 25/3/2004 do Ministério da Saúde estabelece os limites máximos permitidos de agrotóxicos em água potável, porém, poucos ingredientes ativos estão listados na Norma. A Resolução nº 357, de 17/3/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005) estabeleceu limites máximos dos contaminantes em águas que dependem do seu destino, de acordo com a classificação em classes I e II. Os Estados Unidos, por meio do EPA (Agência de Proteção Ambiental), estabeleceram limites máximos para cada agrotóxico individualmente. A Comunidade Econômica Européia (CEE, 1980) definiu, por meio da Directive 80/778/EEC, que a concentração máxima individual dos ingredientes ativos de agrotóxico não organoclorados devem ser inferiores a 0,1 µg L⁻¹ e a soma de todos os ingredientes ativos desses compostos não podem exceder 0,5 µg L⁻¹ em águas destinadas ao consumo humano.

Com o objetivo de avaliar a contaminação do solo, sedimentos, água e plantas por metais pesados decorrentes do uso de agroquímicos, na microbacia de Caetés em Paty do Alferes, RJ, Ramalho et al. (2000), encontraram que sob pastagem em antiga área de olericultura haviam maiores teores de metais pesados do que em área de capoeira, porém não atingindo níveis críticos. As amostras de água do córrego e do açude que cortam a bacia apresentaram valores acima dos padrões internacionais com relação a Cd, Pb e Mn. Concluem

que a topografia da área e seu uso agrícola marcam na acumulação de metais pesados; menor declividade maior teor nas camadas superficiais do solo.

Um modelo de retenção de herbicidas foi investigado por Pinho et al. (2006) em uma zona ripária; para isto, uma mistura de caulinita, atrazina e picloran em escoamento superficial simulado dentro de uma zona ripária estabelecida ao longo de plantações de pinheiros do nordeste do estado da Geórgia, EUA. O modelo possibilitou estimar, com razoável precisão, a remoção de caulinita e atrazina da mistura em escoamento ao longo de zonas ripárias de 10 m de comprimento.

Os autores concluíram que a manutenção do horizonte 0 mostrou-se fundamental para remoção de contaminantes e que a concentração de caulinita foi a que mais decresceu enquanto a de picloran não foi significativamente reduzida.

Amarante Junior e Santos (2002) afirmam que, devido à rápida adsorção no solo, o glifosato não é facilmente lixiviado, sendo pouco provável a contaminação de águas subterrâneas e que, em raras ocasiões, o pesticida tem sido detectado em amostras de águas mas, em geral, isto ocorre em virtude da dificuldade de separação do composto e pelo fato de não ser considerado um contaminante aquático sério.

Sob o ponto de vista histórico, a poluição da água começou com a deposição de dejetos humanos e animais ao longo dos mananciais, dos leitos de rios e lagos e por infiltração nos lençóis d'água. A poluição evoluiu, com o desenvolvimento da indústria como dos: agrotóxicos, polímeros e o crescimento do contingente humano no planeta e levam estudiosos a observarem a perda inconsciente do solo, do subsolo, das águas correntes, do ar que respiramos e das chuvas (GOMES; MENDES, 2011).

2.3 A BUSCA DA QUALIDADE NA APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS

A Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF), afirma que os produtos fitossanitários têm a função de proteger as plantas do ataque de pragas, doenças e plantas daninhas, mas também podem ser perigosas se forem utilizadas de forma incorreta (ANDEF, 2009).

Produtos fitossanitários, de acordo com a Lei 7.802/ 1.989, do MAPA, são os produtos e os agentes do processo físico, químico ou biológico, cuja finalidade é alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. A aplicação consiste na deposição de gotas sobre um alvo desejado, com tamanho e densidade adequada ao objetivo proposto. (ANDEF, 2009)

Para Santos (2005) existe uma diferença entre pulverização e aplicação. A pulverização “é um processo físico-mecânico de transformação de uma substância sólida ou líquida em partículas ou gotas ou mais uniformes e homogêneas possíveis”, enquanto a aplicação “consiste na deposição em quantidade e qualidade do ingrediente ativo definido, representado pelo diâmetro e densidade (número) de gotas sobre o alvo desejado”.

Objetivando analisar a operação de aplicação de herbicida em lavoura de trigo utilizando ferramentas estatísticas da qualidade e tecnologia de sistema de informação geográfica, Suguisawa et al. (2007), afirmam que o processo de aplicação de defensivo avaliado apresenta irregularidade e grande variabilidade, necessitando de melhorias. A associação da carta de controle, do histograma e do SIG permitiram caracterização da variabilidade operacional e, conseqüentemente, podem ser consideradas eficientes como ferramentas para análise da qualidade do processo de pulverização de herbicidas.

Também Gadanha Júnior (2000) afirma que na aplicação de agrotóxicos, é possível monitorar a qualidade operacional selecionando indicadores de desempenho que permitam coletar dados no campo e aferição de conformidades de acordo com a prescrição técnica estabelecida. A qualidade de aplicação de agrotóxico pode ser crucial para atingir a produtividade almejada da cultura, e essa operação tem como principal objetivo aplicar a dose correta do defensivo no alvo desejado. Uma pulverização de baixa qualidade pode trazer como conseqüências, perdas significativas na produtividade, ocasionadas por reincidências de doenças, pragas e plantas daninhas na área.

Sobre a necessidade de monitoramento da qualidade da aplicação, Baio (2001), afirma que ela é muito importante para que se consiga um eficiente controle dos danos à cultura.

Balan et al., 2008, afirmam que nas pulverizações agrícolas geralmente é dada muita importância aos produtos fitossanitários e pouca à técnica de aplicação, sendo que as perdas podem ultrapassar 70% do total aplicado. A alta temperatura e a baixa umidade relativa do ar têm importante efeito sobre a pulverização de produtos fitossanitários, causando evaporação mais rápida das gotas.

As plantas daninhas são um dos principais componentes que interferem negativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura da cana-de-açúcar (Kuva et al. 2003). As reduções de produtividade podem variar desde 20 a 86% (KUVA et al. 2000).

Para o controle do problema fitossanitário as gotas produzidas devem ter boa uniformidade de diâmetro, minimizando a percentagem de gotas menores que 100 μm , e que estão mais sujeitas à deriva, ou aquelas excessivamente grandes que, após o impacto na

superfície tratada ricocheteiam e se fragmentam em gotas menores ou escorrem para o solo, devido ao uso de volume excessivo de calda. (CUNHA et al. 2003).

Avaliando o espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano padrão e de jato cônico vazio, com diferentes vazões nominais, Cunha et al. (2004), afirmam que os bicos de jato cônico vazio, apresentaram gotas de menor tamanho em relação aos de jato plano, proporcionando maior densidade de gotas depositadas sobre a superfície-alvo. Todos os bicos apresentaram densidades de gotas, superior a 110 gotas cm^{-2} . O Potencial de deriva foi alto, principalmente o dos bicos de jato cônico.

O espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas de jato plano (standard e antideriva) e de jato cônico vazio, em diferentes pressões de pulverização, foi medido por meio de um analisador a laser de gotas em tempo real. Os resultados permitiram concluir que: o espectro de gotas foi influenciado pela vazão nominal das pontas e pela pressão de pulverização; o potencial de deriva das pontas foi alto; o uso de pontas de pulverização antideriva aumentou o diâmetro das gotas, auxiliando na redução da deriva nas pulverizações e a avaliação do espectro de gotas, empregando-se a técnica da difração do raio laser, mostrou-se rápida e precisa, conforme Cunha et al. (2007).

O potencial de deriva das pontas é um aspecto a ser considerado, pois as gotas menores estão sujeitas a um potencial alto, como afirmam Cunha et al. (2005) que para avaliar a deposição e a deriva de calda fungicida em feijoeiro, testaram pontas de pulverização (jato plano standard e jato cônico vazio) com dois volumes de aplicação. Analisaram a distribuição de um traçador nas posições superior e inferior da planta pela técnica da espectrofotometria, enquanto a deriva foi avaliada através de alvos artificiais, posicionados fora da área alvo.

Novas tecnologias de aplicação são constantemente pesquisadas como Viana et al. (2007) que avaliaram as características técnicas das pontas de pulverização tipo LA-1JC e SR-1, sob diferentes pressões de trabalho e altura de barra de pulverização. Concluíram que a ponta LA-1JC, em todas as pressões, e a ponta SR-1, na pressão de 100 kPa, apresentaram perfil de distribuição contínuo. Nas pressões de 200 e 300 kPa a ponta SR-1 apresentou perfil de distribuição descontínuo.

Os autores afirmam que as pontas de ar induzido LA-1JC (Coreano) e SR-1 (Japonês) vêm sendo comumente utilizadas na aplicação de herbicidas sistêmicos e não-seletivos, como o glyphosate, em cafezais, eucaliptais e em frutíferas em geral, visando minimizar a intoxicação das plantas não-alvo pela menor propensão à deriva. Contudo, há

falta de informações sobre as pontas LA-1JC e SR-1, no que se refere às características técnicas e seus potenciais meios de utilização.

Ambas as pontas apresentaram melhor perfil de distribuição com menor espaçamento entre pontas, maior pressão e maior altura da barra. Houve aumento na abertura do ângulo e vazão com incremento na pressão em ambas as pontas. O espectro de gotas obtido foi adequado para aplicação de herbicidas sistêmicos em pós-emergência e para herbicidas aplicados em pré-emergência. As pontas LA-1JC, na pressão de 100 kPa, e SR-1, em todas as pressões, não devem ser utilizadas com sobreposição de jatos.

A utilização de substância por definição considerada tóxica, em doses muito menores que a utilizada visa, por sua vez, estimular o desenvolvimento vegetal e é conhecida como “efeito hormético”, segundo Calabrese e Baldwin (2002). O efeito hormético é observado em todos os grupos de organismos como bactérias e fungos, plantas superiores e animais. (CALABRESE, 2005).

Gadanha Junior (2001), afirma que a indústria de máquinas para aplicação de agrotóxicos tem buscado desenvolver equipamentos que apresentem exatidão na dose aplicada, diminuição das perdas por deriva e manutenção das condições seguras à operação e aos operadores.

Um exemplo é o surgimento dos equipamentos de aplicação de produtos fitossanitários com assistência de ar. Estudando diferentes formas de aplicação de herbicidas de contato na dessecação de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), Garcia et al. (2004) avaliaram a eficácia do herbicida aplicado em pós-emergência com pulverizadores sem e com assistência de ar junto à barra, em diferentes volumes de calda. A interação entre os fatores foi significativa, obtendo-se suficiência na dessecação a partir de 200 e 100 L ha⁻¹, sem e com assistência de ar na barra respectivamente.

Com o objetivo de examinar a influência do orvalho e do volume de calda de aplicação na eficiência de doses de glifosate para controle de *Brachiara plantaginea*, Roman et al., (2004) observaram interações significativas entre volume de calda, orvalho e dose de glifosate. O volume mais baixo (100 L ha⁻¹), resultou em melhor controle da espécie, principalmente quando foi usado na menor dose (90 g ha⁻¹). A presença de orvalho nas folhas causou reduções na atividade do produto, em especial quando aplicado na menor dose e combinado com maior volume de calda.

Schroder e Loeck (2006) avaliaram a redução de volume de calda e dose do herbicida glyphosate através do sistema de pulverização eletrostático aéreo. O sistema de pulverização eletrostático mostrou controle superior das plantas daninhas, com volume de

calda de 10 L ha⁻¹ quando comparados com volumes de 30 L ha⁻¹ e dosagens de 930, 1178, 1426 e 1674 gramas de ingrediente ativo por ha⁻¹. As avaliações foram efetuadas 13 dias após o tratamento atribuindo notas percentuais, em que 100% correspondiam à morte de todas as plantas e zero, a plantas sem sintomas do herbicida.

Di Oliveira et al. (2010), avaliando diferentes diâmetros de gota e equipamentos de aplicação: (bico rotativo e bico hidráulico); dois volumes de calda (17 e 50 L ha⁻¹ para o bico rotativo, e 50 e 100 L ha⁻¹ para o bico hidráulico) e duas dosagens do inseticida endossulfan (0,5 e 1,0 L p.c. ha⁻¹), concluíram que o volume pode ser reduzido para até 17 L ha⁻¹, sem prejudicar o controle de *P. includens*. Também afirmam que bico rotativo produziu gotas de maior uniformidade (AR: 0,52) e com menor percentagem suscetível à deriva (3,3%), comparada à ponta de pulverização de energia hidráulica (AR:1,34 e % gotas \leq 100 μ m: 15,2).

Monteiro e Menegazzo (2005), propõem a técnica de aplicação de Baixo Volume Oleoso (BVO) e afirmam que o desenvolvimento desta tecnologia apresenta maior rendimento, maior eficiência biológica, maior efeito residual, economia de água e defensivos, possibilitando aplicações com volumes de água próximos de 30 L ha⁻¹.

Objetivando avaliar a eficiência do controle de plantas invasoras nas aplicações terrestres de herbicidas com e sem assistência de ar, utilizando volumes convencionais de pulverização comparados com baixo volume oleoso (BVO), Teixeira et al. (2010) concluíram que as aplicações com sistema BVO sem assistência de ar mostraram níveis de controle semelhantes às aplicações convencionais. O uso da assistência de ar elevou a eficiência das aplicações convencionais e reduziu a eficiência das aplicações em BVO.

Theisen e Ruedell (2004), relatam que a possibilidade de se trabalhar com baixas pressões permite aplicar volumes de calda entre 50 e 150 L ha⁻¹ em vez dos tradicionais volumes de 200 a 400 L ha⁻¹. A aplicação de herbicidas com baixo volume de calda tem sido relacionada com redução de custos e com a melhor eficiência para a maioria dos herbicidas, sendo grande a vantagem operacional das aplicações com baixo volume quando comparadas às de maior volume de calda; ressaltando-se ainda, o menor risco de intoxicação ao aplicador e de contaminação do ambiente, pela menor frequência de abastecimento, de manipulação e de lavagem de embalagens. Os autores afirmam que diversas pesquisas comprovam que alguns herbicidas, melhoram significativamente a sua eficiência em aplicações de baixo volume.

Não só na aplicação de herbicidas estes resultados são encontrados pelos pesquisadores. Avaliando diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de

fungicida na cultura do milho, Juliatti et al. (2010) encontraram que a maior produtividade ocorreu quando foi utilizado o menor volume de pulverização, 100 L ha^{-1} , evidenciando a necessidade de novos estudos e divulgação destes resultados junto à classe produtora.

2.4 A COBERTURA, A DEPOSIÇÃO E A DERIVA COMO PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA

Para Christofolletti (1999) a tecnologia da aplicação de defensivos agrícolas apresenta limites bastante definidos, de um lado, o equipamento responsável pela pulverização propriamente dita: formação e impulsão de gotas de uma calda (mistura, suspensão ou diluição) e do outro, a superfície ou local onde as mesmas serão depositadas chamado de “alvo biológico”. Os parâmetros ambientais (temperatura, ventos, correntes de convecção, umidade relativa do ar, etc.) a máquina ou equipamento utilizado (tipo, regulagens, velocidade, etc.) e a superfície a ser tratada (folhas, caule, frutos, solo, insetos em voo, etc.), são os principais elementos que determinam, em cada caso um comportamento ideal do defensivo até o “alvo biológico”. A partir dessa informação, chegaremos a um componente de pulverização (bico ou turbina do pulverizador) e finalmente a máquina, seja ela manual, tratorizada ou mesmo equipamento aéreo.

A deposição define a quantidade de princípio ativo ou de gotas aplicadas por unidade de área e a cobertura é a capacidade do defensivo aplicado em atravessar as camadas externas da folhagem atingindo os pontos do interior da planta. A qualidade da cobertura do alvo está condicionada ao diâmetro de gotas. As de menor diâmetro proporcionam maior penetração entre as folhas das culturas. Entretanto, ao se reduzir o diâmetro das gotas para aumentar a cobertura do alvo, com o mesmo volume de aplicação, maior é a interferência do vento, causando deriva, e da temperatura e umidade do ar, causando perdas por evaporação (CHRISTOFOLETTI, 1992).

Já a deriva é o movimento do produto químico para fora da área alvo e é originada das gotas que, após serem emitidas pelo bico de pulverização, flutuam no vento por um determinado período. O perigo da deriva é proporcionado pela possibilidade de que o produto químico aplicado possa atingir outras culturas.

MATTHEWS (1982) afirma que os produtos fitossanitários devem ser aplicados com o máximo de eficiência e para isso torna-se necessário o estudo da deposição, cobertura e deriva, sendo esta última responsável por perdas, além de constituir-se num fator de contaminação ambiental.

Mais de um terço dos produtos aplicados podem estar sendo perdidos para o solo por meio da endoderiva, devido a não utilização de gotas de tamanhos adequados. Outra parte significativa constituída pelas gotas pequenas, pode estar sendo levada pelo vento para fora da área tratada, na exoderiva (SCRAMIN et al., 2002). A tecnologia CDA (Controlled Droplet Application) é uma das formas de aplicação de produtos fitossanitários com gotas de tamanho controlado, sendo que os discos rotativos são os bicos que se consagraram para essa prática.

Costa et al., (2008) testando o efeito de pontas de pulverização na deposição e na dessecação de plantas de *Brachiaria brizantha* com glyphosate, também avaliaram diferentes vazões e tamanho de gotas na deposição e afirmam que todas as pontas foram eficientes na dessecação das plantas, independentemente do volume utilizado (100 a 200 L ha⁻¹) e na dose de 1800g ha⁻¹. Concluíram ainda que o resultado encontrado evidencia a possibilidade de redução do volume de aplicação e da dosagem do herbicida utilizado na dessecação de pastagens.

Também Tomazela et al., (2006), avaliando a quantidade de calda de pulverização depositada nas folhas de *Brachiaria plantaginea*, em aplicações de pós-emergência precoce, em que se variou o volume de calda de pulverização, a densidade de plantas m⁻² e o ângulo de posicionamento da ponta de pulverização na barra de aplicação, em três experimentos sendo que no primeiro os volumes utilizados foram de 1147,57; 860,68; 573,78; 459,02; 344,27; 229,51; 114,75; e 57,37 L ha⁻¹ de calda de pulverização, com densidade de 600 plantas m⁻². As avaliações do depósito de calda de pulverização, na planta e no solo, foram feitas utilizando-se condutividade elétrica, encontrando-se que a porcentagem de depósito de calda de pulverização nas plantas de *B. plantaginea*, foi incrementada com a redução do volume de calda pulverizada por hectare. O depósito de calda por planta foi maior nas densidades maiores de plantas.

Cunha (2008), utilizando sistema computacional Driftsim para simular o efeito dos métodos de aplicação (aplicação convencional, aplicação aérea e quimição) e da velocidade do vento (1; 3 e 5 m s⁻¹) na distância de deriva das gotas geradas, concluiu que, durante as simulações, o tamanho das gotas e a velocidade do vento foram os fatores que mais influenciaram a distância de deriva.

Costa et al., (2007) testando a influência da intensidade de vento, pressão e pontas de pulverização na deriva em aplicações de herbicida, em dois períodos, e com velocidades de vento mínimas de 0,42 m s⁻¹ e máxima de 6,4 m s⁻¹, concluíram que a redução

da pressão pode ser usada na redução da deriva, ressaltando porém, que as pontas são os principais fatores quando se busca esta solução.

Rodrigues et al., (2011), avaliando a deposição e taxa de aplicação do herbicida glyphosate, com os mesmos equipamentos, pontas e taxas de aplicação, concluíram que a menor taxa de aplicação ($8,8 \text{ L ha}^{-1}$), apresentou eficiência de controle igual à apresentada pelo tratamento com maior taxa de aplicação, (467 L ha^{-1}).

Cunha et al. (2011), avaliando deposição de calda em aplicações aéreas e terrestres com taxas de aplicação variando de 20 L ha^{-1} a 180 L ha^{-1} e utilizando diversas pontas de jato plano duplo com defletor, com e sem injeção de ar; jato cônico vazio e atomizadores rotativos, afirmam que aplicações terrestres com ponta de jato cônico vazio (180 L ha^{-1}) e aérea com atomizador rotativo (40 L ha^{-1}) foram as mais eficientes em promover a penetração da calda no dossel da soja, embora seus espectros de gotas sejam mais suscetíveis à deriva.

Uma forma indireta de determinar o depósito de agrotóxico é realizada pelo uso de traçadores. Avaliações com a técnica de visualização do depósito nas folhas foram utilizadas por Staniland (1959), usando pigmentos fluorescentes. O autor descreve como um método importante, pela possibilidade de: localizar com precisão o depósito do produto; ser um instrumento para demonstração da distribuição e intensidade da cobertura obtida; avaliar os efeitos da umidade; tenacidade; tipos de pontas; variações de volume de aplicação; pressão; velocidade e outras causas que afetam as operações de pulverização nas culturas.

A seleção de um produto, para ser utilizado como traçador, deve possuir características tais como: ser altamente sensível nas detecções; ter possibilidade de ser utilizado nas análises quantitativas, com rapidez; ser solúvel quando misturado à calda, com efeito físico mínimo na pulverização e evaporação das gotas; ter propriedades distintas para diferenciar de outras substâncias; ser estável; atóxico e ter custo moderado (YATES E AKESSON, 1963).

Utilizando a metodologia proposta por Palladini (2000), Antuniassi et al. (2004), através da aplicação de calda contendo traçador fluorescente LRM de 100 a 0,15% e dispersante lignosulfato 0,015%, avaliaram visualmente a porcentagem de cobertura de folhas de soja.

Bauer et al (2008), estudando a deposição de pontas de pulverização em diferentes condições operacionais encontraram que a deposição da calda aplicada nas plantas de soja, de modo geral, não teve aumento significativo com a assistência de ar junto à barra de pulverização, para as diferentes pontas de pulverização com as plantas no estágio de

desenvolvimento R2, o que demonstra a importância de novos estudos. Os autores apontam ainda uma menor poluição ambiental com a técnica proposta, além de aumentar o rendimento dos aviões (de 60 a 100%) e dos tratores (de 50 a 60%) pelos baixos volumes aplicados, por meio da utilização dos óleos vegetais nas formulações das caldas dos defensivos. Ressaltam que pesquisas realizadas por várias instituições demonstraram o ganho de produtividade quando comparadas com as aplicações convencionais no controle de ferrugem asiática da soja e das doenças do milho.

2.5 A IMPORTÂNCIA DOS ADITIVOS E ADJUVANTES

O decreto nº4.074, de 4 de janeiro de 2002, regulamenta a Lei dos Agrotóxicos e Afins de nº 7.802 de 11 de julho de 1989 e em suas disposições preliminares encontra-se as seguintes definições, descritas por Gemini et al. (2002):

- Aditivo – substância ou produto adicionado aos produtos fitossanitários, componentes e afins, para melhorar sua ação, função, durabilidade, estabilidade e detecção ou para facilitar o processo de produção.
- Adjuvante – produto utilizado em mistura com produtos formulados para melhorar sua aplicação.

Araújo e Raetano (2011), afirmam que “a legislação deixa claro que considera adjuvante um produto para ser misturado aos produtos fitossanitários formulados, para então serem aplicados. Contudo, não esclarece se o termo aditivo pode ser aplicado ao produto em seu processo de fabricação como um componente da formulação de um produto fitossanitário. Assim, para fins práticos e melhor compreensão do assunto, é praxe considerar os termos aditivos e adjuvantes como sinônimos, englobando os dois na seguinte conceituação:

- Adjuvante (ou aditivo) é qualquer substância que, adicionada durante o processo de formulação do produto fitossanitário (fase de fabricação) ou no preparo da calda (produto fitossanitário formulado + adjuvante, com ou sem veículo diluente), facilita a aplicação, reduz perdas e riscos durante o processo, e/ou melhora o desempenho do agente químico de controle.”

Durante o processo da aplicação, alguns fatores que interferem negativamente no resultado das aplicações dos produtos fitossanitários, também interferem no

desempenho dos adjuvantes e segundo Green (2001), os fatores que atuam sobre os adjuvantes nas diversas etapas em que estes produtos podem agir são os seguintes:

- “Durante a mistura em tanque: a compatibilidade e estabilidade da mistura, a qualidade da água, o pH, a formação de espuma, a dispersão e a agitação.
- Na aplicação: tipo e a abertura das pontas, calibração, pressão, volume perdido por evaporação, vento e velocidade de deslocamento.
- Na deposição: espalhamento das gotas, chuvas, orvalho, umidade, emissão de raios UV e superfície do alvo.
- Na retenção: velocidade, ângulo e tamanho da gota, superfície das folhas, arquitetura da planta, tensão superficial e viscosidade.
- Na penetração: idade e densidade das folhas, composição e estrutura da planta, propriedades físico-químicas e solubilidade das gotas e condições ambientais.
- Na translocação: espécie da planta, estágio de crescimento, fisiologia e fitotoxicidade.”

Por ser compatível com a maioria das formulações de agrotóxicos e apresentar alta tensão superficial, a água é o principal veículo utilizado na preparação de caldas nas pulverizações agrícolas. Ao ser pulverizada, forma gotas esféricas e com menor diâmetro. Para alterar a tensão superficial faz-se uso de adjuvantes denominados surfactantes, ou seja, qualquer produto que adicionado a calda de pulverização diminui a tensão superficial, aumentando a superfície de contato (PALLADINI; SOUZA, 2005). Como resultado, essas mudanças nas propriedades do líquido pulverizado podem influenciar tanto o processo de formação das gotas como o comportamento destas em contato com o alvo (MILLER; BUTTLER ELLIS, 2000).

A serosidade apresentada pelas folhas dificulta a aderência, pois a água é incompatível com a cera e sendo assim a cobertura adequada dos agrotóxicos sobre elas não ocorrerá. Para que haja eficiência na aplicação dos produtos fitossanitários aplicados ou cobertura eficiente das folhas, é necessário utilizar junto com a água pulverizada, produtos que eliminem a tensão das gotas, fazendo com que as mesmas se espalhem sobre a superfície foliar. Os adjuvantes exercem essa função, podendo ainda exercer muitas outras ações como: estimular a atividade fisiológica das plantas; eliminar a camada com cera da superfície foliar; acidificar e neutralizar os íons da água utilizada na aspersão; evitar a evaporação das gotas

aspergidas; além de garantir a formação das mesmas com diâmetro maior, pelo aumento da densidade da calda, evitando, em consequência, a deriva. Normalmente, os adjuvantes apresentam uma ou duas dessas qualidades sendo raros os adjuvantes que possuem todas essas qualidades ao mesmo tempo (RUEDELL, 2002).

Fagliari et. al. (2004), afirmam que a ação dos agrotóxicos é, em geral, dependente de constituintes da calda de pulverização, que, embora não componham o ingrediente ativo, melhoram a sua eficácia. Com isso alguns adjuvantes encontrados no mercado podem favorecer o desempenho dos produtos fitossanitários.

Segundo Araújo e Raetano (2011), quanto aos grupos de adjuvantes presentes no mercado, existe uma grande variedade, podendo ser divididos da seguinte forma: Surfataentes; Óleos (minerais e vegetais); Adesivantes; Antiespumantes; Antieaporantes; Antideriva ou retardantes de deriva; Acidificantes [reduzores de pH (potencial hidrogênionico)]; Tamponantes; Protetores solar (filtro solar); Espessantes; Quelatizantes; Fertilizantes nitrogenados como adjuvantes. Os autores informam que cada grupo possui suas peculiaridades. Alguns possuem dois ou mais efeitos e ou propriedades, as quais, muitas vezes, podem ser confundidas.

Contiero (2005) recomenda que, ao fazer a calibração do equipamento de aplicação, se use calda completa ou pelo menos com água mais adjuvante. Os adjuvantes adicionados à calda tendem a alterar o tamanho das gotas e a vazão e assim é importante que se conheça o espectro das gotas produzidas pelos bicos ao adicionar adjuvantes. Há que se atentar que por questões de segurança, na calibração, a recomendação técnica é que a mesma seja feita somente com água para evitar riscos de contaminação do aplicador.

Objetivando avaliar o espectro, a deposição e cobertura das gotas de pulverização em função de equipamentos, volumes de calda, adjuvantes e dosagem de inseticida na mortalidade de *Pseudoplusia includens*, Di Oliveira (2008), realizou em laboratório uma aplicação sobre as lagartas com os tratamentos: 2 equipamentos (bico rotativo e hidráulico) 2 volumes de calda (17 e 50 L ha⁻¹ com o bico rotativo e 50 e 100 L ha⁻¹ com o bico hidráulico), 2 dosagens do inseticida endossulfan (0,5 e 1,0 L pc ha⁻¹), e 1 testemunha. No experimento de campo com os tratamentos: 2 equipamentos (bico hidráulico e rotativo), 3 volumes de aplicação (50; 75; e 100 L ha⁻¹ com o bico hidráulico e 17; 35; e 50 L ha⁻¹ com o bico rotativo), aplicação com e sem adjuvante e 1 testemunha.

Di Oliveira (2008) encontrou em campo que: a melhor cobertura, deposição e mortalidade das lagartas foram alcançadas utilizando-se volume de 75 L ha⁻¹ com o bico TT

11001, com a adição de adjuvante. O bico rotativo produz gotas de maior uniformidade e menor porcentagem de gotas suscetíveis à deriva, em relação ao bico hidráulico. A adição de adjuvantes promove gotas de maior tamanho e menos suscetível à deriva.

Azania et al. 2008, avaliaram a eficácia do óleo fúsel isolado e em mistura com glyphosate, aplicado na pós emergência tardia de plantas daninhas de uma comunidade natural. A aplicação dos tratamentos foi realizada em 22/3/2006, com equipamento costal pressurizado munido de barra com quatro pontas de pulverização Teejet 110.02 TT, regulado para volume de calda de 212 L ha⁻¹. Avaliaram-se a porcentagem de controle aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação do tratamento (DAA) e a massa seca, aos 42 DAA. Para a maioria dos tratamentos somente não houve 100% de controle devido à presença de plantas daninhas dos gêneros *Commelina* e *Cyperus* spp., que, mesmo com partes amareladas, foram mais tolerantes à aplicação dos produtos. O controle obtido com óleo fúsel aplicado isoladamente não ultrapassou 20%, aos 42 DAA.

Teixeira et al. (2010) avaliaram a eficiência do controle de plantas invasoras nas aplicações terrestres de herbicidas com e sem assistência de ar, utilizando volumes convencionais de pulverização comparados com baixo volume oleoso (BVO). Os tratamentos consistiram de pulverização convencional e com sistema BVO, ambos com e sem assistência de ar, mais uma testemunha. As aplicações com sistema BVO sem assistência de ar mostraram níveis de controle semelhantes às aplicações convencionais. O uso da assistência de ar elevou a eficiência das aplicações convencionais e reduziu a eficiência das aplicações em BVO.

No Brasil, a legislação (Instrução Normativa n^o. 27, de 05 de junho de 2006 do MAPA), tem permitido, no que se refere à fabricação e comercialização de adjuvantes, que produtos comerciais contendo nutrientes, sejam enquadrados como fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes em conjunto com a descrição de apresentarem supostamente propriedades adjuvantes sem, contudo, exigirem a comprovação oficial. No que se refere às concentrações máximas admitidas para agentes fitotóxicos, patogênicos ao homem, animais e plantas, metais pesados tóxicos, entre outros, nos Anexos I, II, III, IV e V desta Instrução Normativa. Essas exigências são as impostas ao registro de produtos fitossanitários pela Lei dos Agrotóxicos e Afins n^o. 7.802/1989 regulamentada pelo Decreto n^o 4.074/2002 (ARAUJO; RAETANO, 2011).

Outros países como Holanda, também possuem várias lacunas quanto a regulamentação dos adjuvantes, semelhantes à legislação brasileira.

Estes relatos evidenciam a complexidade dos fatores que influem na qualidade da aplicação dos produtos fitossanitários, e a importância de novos estudos em tecnologia de aplicação.

2.6 MECANISMOS DE AÇÃO DO HERBICIDA GLYPHOSATE

Amarante Jr (2002) afirma que “no que se refere à legislação, em âmbito nacional, não há limites legais estabelecidos para glifosato em águas ou solo. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA) estabelece limite de $700 \mu \text{L}^{-1}$ de glyphosate em água potável como “limite consultivo de saúde”. A Comunidade Econômica Européia (EEC) estabelece como “concentração máxima admissível” para pesticidas em água potável, como substâncias individuais, o limite de $0,1 \text{ g L}^{-1}$, desde que a concentração total de pesticidas não ultrapasse $0,5 \text{ g L}^{-1}$. A quantidade máxima de resíduo de determinado pesticida que pode ser aceita em cada alimento destinado ao consumo humano é chamada de Limite Máximo de Resíduo (LMR). Estes limites são estabelecidos pelo “Codex Alimentarius Commission”, um corpo subsidiário da FAO (Food and Agriculture Organization) e da WHO.

Na legislação brasileira os pesticidas têm seus LMR, ou tolerância, e intervalo de segurança, ou carência (intervalo entre a aplicação do pesticida e a colheita), estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Os países integrantes da EEC têm estabelecido LMR de glyphosate para frutas e hortaliças ($0,10 \text{ mg Kg}^{-1}$), para cogumelos selvagens ($50,00 \text{ mg Kg}^{-1}$) e para tubérculos ($0,10 \text{ mg Kg}^{-1}$).

Não existe legislação brasileira que defina limites máximos de resíduos para qualquer pesticida em solos, entretanto, a legislação estabelece normas e critérios para a realização de testes preliminares para a avaliação ecotoxicológica de pesticidas. Estes testes consistem em estudos de biodegradabilidade, adsorção/dessorção e mobilidade”.

Estudos que avaliem o comportamento e destino dos pesticidas em solos de regiões tropicais são limitados em relação àqueles efetuados em regiões de clima temperado.

Na planta, a atividade biológica de um herbicida ocorre de acordo com a absorção, a translocação, o metabolismo e a sensibilidade da planta a este herbicida e, ou, a seus metabólitos. Por isso, o simples fato de um herbicida atingir as folhas e, ou, ser aplicado no solo não é suficiente para que ele exerça a sua ação. Há necessidade de que ele penetre na planta, transloque e atinja a organela onde irá atuar. Um mesmo herbicida pode influenciar vários processos metabólicos na planta, entretanto a primeira lesão biofísica ou bioquímica

que ele causa na planta é caracterizada como o seu mecanismo de ação (FERREIRA et al. 2005).

A sequência de todas as reações até a ação final do produto na planta caracteriza o seu modo de ação. É imprescindível o conhecimento do mecanismo de ação de cada herbicida para se trabalhar com segurança o rodízio e a mistura de herbicidas, quando necessários, para prevenir o aparecimento de plantas resistentes a herbicidas.

O glyphosate é um herbicida pós-emergente, pertencente ao grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica. Apresenta largo espectro de ação, o que possibilita um excelente controle de plantas daninhas anuais ou perenes, tanto de folhas largas como estreitas.

Após a aplicação, herbicidas inibidores da EPSPs (glyphosate e sulfosate) há redução acentuada nos níveis dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano), e as plantas tratadas com esses herbicidas param de crescer. Há também aumento acentuado na concentração de shikimato, precursor comum na rota metabólica desses três aminoácidos. O sítio de ação é a enzima EPSPsintase (5 enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase). Glyphosate inibe a EPSPsintase por competição com o substrato PEP (fosfoenolpiruvato), evitando a transformação do shikimato em corismato. A enzima EPSPsintase é sintetizada no citoplasma e transportada para o cloroplasto onde atua; o glyphosate se liga a ela pela carboxila do ácido glutâmico (glutamina) na posição 418 da sequência de aminoácidos (AMARANTE JR, 2002).

A simples redução de aminoácidos e a acumulação de shikimato não explicam a ação final do herbicida; acredita-se que a desregulação da rota do ácido shikímico resulta na perda de carbonos disponíveis para outras reações celulares na planta, uma vez que 20% do carbono das plantas é utilizado nessa rota metabólica, pois FEN, TIR e TRY são precursores da maioria dos compostos aromáticos nas plantas. O glyphosate reduz a síntese de fitoalexinas. Ocorre aumento da concentração em níveis tóxicos de nitrato, etileno, ácido cinâmico e outros compostos que aceleram a morte da planta (AMARANTE JR, 2002).

Quanto à absorção, o glyphosate é absorvido basicamente pela região clorofilada das plantas (folhas e tecidos verdes) e translocado, preferencialmente pelo floema, para os tecidos meristemáticos. O glyphosate atua como um potente inibidor da atividade da 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), que é catalisadora de uma 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 eleva a concentração do IAA (RODRIGUES, 1994).

O herbicida glyphosate tem sido usado intensivamente na agricultura há mais de 25 anos; até o momento, um número muito limitado de populações de plantas daninhas sofreu pressão de seleção suficiente para seleção de biótipos resistentes. O primeiro caso de resistência de plantas daninhas ao glyphosate foi registrado em 1996. Até recentemente foram registradas ocorrências de biótipos resistentes em seis países, sendo eles de *Lolium rigidum*, *Eleusine indica*, *Conyza canadensis*, *Lolium multiflorum*, *Conyza bonariensis* e *Plantago lanceolata* (Weed Science, 2003).

O herbicida glyphosate, apesar de seu uso intensivo na agricultura, tem poucos registros de casos quando comparado com outras classes de herbicida; no entanto, no ano de 2003 foi constatado no Brasil um caso de resistência da planta daninha azevém (*Lolium multiflorum*). A resistência de plantas daninhas a herbicidas é a capacidade natural e herdável de alguns biótipos, dentro de uma determinada população de plantas daninhas, de sobreviver e se reproduzir após a exposição à dose de um herbicida, que seria letal a uma população normal (suscetível) da mesma espécie (LÓPEZ-OVEJERO; CHRISTOFFOLETI 2003).

2.7 O USO DO GLIPHOSATE NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

Machado (2006) afirma que desconhecida no Ocidente, a cana-de-açúcar foi observada por alguns generais de Alexandre, o Grande, em 327 a.C. e mais tarde, no século XI, durante as Cruzadas. Os árabes introduziram seu cultivo no Egito no século X e pelo Mar Mediterrâneo, em Chipre, na Sicília e na Espanha. Credita-se aos egípcios o desenvolvimento do processo de clarificação do caldo da cana e um açúcar de alta qualidade para a época.

Cristóvão Colombo, genro de um grande produtor de açúcar na Ilha Madeira, introduziu o plantio da cana na América, em sua segunda viagem ao continente, em 1493, onde hoje é a República Dominicana. Quando os espanhóis descobriram o ouro e a prata das civilizações Azteca e Inca, no início do século XVI, o cultivo da cana e a produção de açúcar foram esquecidos. Oficialmente, foi Martim Affonso de Souza que em 1532 trouxe a primeira muda de cana ao Brasil e iniciou seu cultivo na Capitania de São Vicente. Lá, ele próprio construiu o primeiro engenho de açúcar. Mas foi no Nordeste, principalmente nas Capitanias de Pernambuco e da Bahia, que os engenhos de açúcar se multiplicaram (MACHADO, 2006).

Segundo a ANVISA (2012) a modalidade de emprego do glyphosate é: aplicação em pós-emergência das plantas infestantes nas culturas de algodão; ameixa; arroz;

banana; cacau; café; cana-de-açúcar; citros; coco; feijão; fumo; maçã; mamão; milho; nectarina; pastagem; pera; pêssego; seringueira; soja; trigo e uva. Aplicação como maturador de cana-de-açúcar; Aplicação para eliminação de soqueira no cultivo de arroz e cana-de-açúcar; Aplicação em pós-emergência das plantas infestantes em florestas de eucalipto e pinus; Aplicação para o controle da rebrota do eucalipto; Aplicação como dessecante nas culturas de aveia preta, azevém e soja.

Ainda segundo a ANVISA (2012) o seu uso não agrícola é autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: aplicação em margens de rodovias e ferrovias, áreas sob a rede de transmissão elétrica, pátios industriais, oleodutos e aceiros e no emprego domissanitário: autorizado conforme indicado. Modalidade de emprego: Jardinagem amadora como líquido (solução aquosa concentrada) e na concentração máxima permitida de 48% p/v na classificação toxicológica: IV.

Rodrigues (1995) afirma que o glyphosate, como maturador para a cana-de-açúcar, revela maior atividade em relação à glifosina, aumentando o conteúdo de sacarose no colmo de cana de forma mais consistente e rápida. Este produto possui translocação simplástica e apoplástica (floema e xilema), por toda a planta. Sua ação fisiológica é inibir a síntese dos amino-ácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, formados a partir da via metabólica do ácido chiquímico, via esta responsável pela síntese de todos os compostos fenólicos da planta, além do ácido indol-acético (IAA) e compostos nitrogenados secundários (poliaminas, alcalóides, etc.). O glyphosate (Roundup) inibe a enzima EPSP (sintetase fosfato do ácido enolpiruvato chiquímico), impedindo a formação do metabolismo secundário, ao mesmo tempo que estimula a atividade da enzima PAL (fenilalanina amonioliase), o que leva a aumentar a síntese de compostos fenólicos. Além disso, há grande diminuição da síntese proteica e aumento de compostos tóxicos, estimulando a produção de etileno, levando a planta à degeneração celular.

Afirma também Rodrigues (1995) que o glyphosate quando aplicado tem as seguintes características: translocação rápida tanto em mono como em dicotiledôneas nunca atinge estruturas celulares, só rotas bioquímicas, exceto desarranjo dos cloroplastos; Não há efeitos marcantes do glyphosate na fotossíntese, respiração, síntese de ácidos nucléicos e sobre membranas; inibe a atividade da enzima EPSPS (sintase fosfato do ácido enol-piruvato chiquímico) evitando a síntese dos aminoácidos aromáticos (fenilalanina, triptofano e tirosina); No cloroplasto, glyphosate inibe a ação da EPSPS evitando a síntese dos aminoácidos aromáticos, paralisando o processo de divisão celular. Em cultivares floríferas, o glyphosate pode ser aplicado mesmo após a diferenciação floral, pois provocará a paralização

do desenvolvimento da panícula, quando está ainda não emergiu. Entretanto, se o florescimento estiver em fase adiantada, não deve ser aplicado.

Objetivando avaliar a sensibilidade de quatro genótipos de cana-de-açúcar, ao glyphosate aplicado para a erradicação de soqueiras de duas idades, em dois sistemas de colheita, em um Latossolo Vermelho eutrófico, Silva et al. (2006) aplicaram o produto na dose de 2.400 g ha⁻¹ de i.a., aos 40 e 55 dias de idade da touceira, depois do terceiro corte. Para quantificar a ação do glifosato, foram contados os perfilhos vivos e mortos aos 30, 45 e 60 dias depois da aplicação do produto. Em relação à porcentagem de morte dos perfilhos, ocorrem diferenças entre os genótipos quanto à suscetibilidade ao glyphosate.

Silva et al. (2006), afirmam que a dose aplicada não foi suficiente para erradicar 100% dos perfilhos, mas para os genótipos IAC87-3184, RB835486 e SP87-344 o controle foi superior a 80%, tendo sido considerados sensíveis/intermediários, enquanto o IAC91-5155 foi considerado tolerante. O sistema de colheita da cana-de-açúcar não interferiu na eficiência do glyphosate na eliminação da soqueira, entretanto, a aplicação feita aos 40 dias da touceira apresentou a maior porcentagem de perfilhos mortos. Concluíram que :1. Há diferenças entre genótipos, quanto à mortalidade de perfilhos sob ação do glyphosate. 2. O tipo de colheita, crua ou queimada, não tem efeito sobre a erradicação de soqueiras por glyphosate. 3. A melhor época de aplicação do glyphosate, para fins de erradicação de soqueiras, é aos 40 dias de idade da touceira.

As plantas daninhas são um dos principais componentes que interferem negativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura da cana-de-açúcar, Kuva et al. (2003). As reduções de produtividade podem variar desde 20 a 86% (KUYA et al., 2000).

Uma das operações comuns no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar é a de “catação” ou “repasso”, que consiste no uso de herbicidas aplicados após o controle químico efetuado em área total, através de máquina costal manual.

Esta operação objetiva a limpeza de estradas rurais, carregadores, bordas dos talhões e entre linhas da cultura, ganhando maior importância com a perspectiva de adoção da colheita mecanizada, facilitando o deslocamento das máquinas e a limpeza do material colhido.

Com objetivo de comparar diferentes taxas de aplicação do glyphosate quanto à eficiência no controle e à deposição da calda em plantas daninhas na operação de “repasso” ou “catação” Rodrigues et al. (2011) avaliaram taxas de aplicação de: 8,8, 73, 96,7, 190, 260, 380 e 467 L ha⁻¹, aplicadas com equipamentos costal de acionamento manual, costal pressurizado e micronizador rotativo tipo CDA. Avaliou-se a eficiência no controle das

plantas daninhas considerando-se o efeito das aplicações em cada um dos tratamentos. A avaliação qualitativa, comparando-se os depósitos obtidos em cada um dos tratamentos, foi feita pela pulverização sobre as plantas daninhas de uma solução de água e cloreto de sódio com os mesmos equipamentos e nas mesmas condições. Os resultados indicam a possibilidade de utilização de menores volumes de aplicação sem prejuízo da qualidade.

Rodrigues et al. (2011), concluíram que: O método da condutividade elétrica mostrou resultados coerentes com os encontrados na avaliação de eficiência, no controle das plantas daninhas; Mesmo aplicado em condições adversas de temperatura e umidade relativa o controle das plantas daninhas foi bom e aceitável em todos os tratamentos realizados. A menor taxa de aplicação apresenta eficiência de controle igual à apresentada pela maior taxa de aplicação.

3 ARTIGO A: CANA-DE-AÇÚCAR: AVALIAÇÃO DA TAXA DE APLICAÇÃO E DEPOSIÇÃO DO HERBICIDA GLIPHOSATE

3.1 RESUMO: No Brasil, o uso de agrotóxicos consumirá, anualmente, mais de seis milhões de m³ de água como veículo, na cultura da cana-de-açúcar. O menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, diminuindo o risco de perdas por escorrimento. Este trabalho teve como objetivo comparar diferentes taxas de aplicação do glyphosate quanto à eficiência no controle e à deposição da calda em plantas daninhas na operação de “repass” ou “catação”. Foram executados oito tratamentos com quatro repetições distribuídos em blocos ao acaso. As taxas de aplicação avaliadas foram: 8,8, 73, 96,7, 190, 260, 380 e 467 L ha⁻¹, aplicadas com equipamentos costal de acionamento manual, costal pressurizado e micronizador rotativo tipo CDA. Realizou-se a eficiência no controle das plantas daninhas considerando-se o efeito das aplicações em cada um dos tratamentos. A avaliação qualitativa, comparando-se os depósitos obtidos em cada um dos tratamentos, foi feita pela pulverização sobre as plantas daninhas de uma solução de água e cloreto de sódio com os mesmos equipamentos e nas mesmas condições. Os resultados indicam a possibilidade de utilização de menores volumes de aplicação sem prejuízo da qualidade.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação. Agrotóxicos. Herbicidas. *Saccharum* spp

SUGARCANE: EVALUATION OF APPLICATION RATES AND DEPOSITION OF THE GLYPHOSATE HERBICIDE

ABSTRACT: The crescent use of pesticides in agriculture will consume more than six millions of m³ of water as vehicle annually, in Brazil, only on sugarcane crop. The minor volumes of water can give an increase on autonomy and capacity of sprayer, and reduces the chance of lost by running too. This work has the purpose to compare different rates of the glyphosate herbicide application, concerning to efficiency of control and volume deposition on weeds, at operations of "repass" on sugarcane crop. It was done eight treatments with four replications, at randomized blocks. Application rates to be evaluated were 8.8, 73, 96.7, 190, 260, and 380 e 467 L ha⁻¹, using a pressurized knapsack sprayer and another with hand operation and a rotative micronizer type CDA. Efficiency on weeds control was evaluated considering obtained application effects on each treatment. Qualitative evaluation, comparing obtained deposition on each treatment, was done spraying on weeds with a solution of water plus sodium chloride, using the same equipment and conditions. The results showed the possibility of use lower flow rate of application without problems over the quality.

Keywords: Application technology. Pesticides. Spraying. *Saccharum* spp

3.2 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar tem expressiva participação na economia, não só pela produção de açúcar e de álcool combustível, como também pelo fornecimento de matéria-prima para a indústria química, subprodutos utilizados na alimentação animal, na

produção de fertilizantes, tal como na grande capacidade instalada de geração de energia elétrica.

A quase totalidade dos agrotóxicos aplicados na agricultura utiliza como veículo a água, com ou sem o auxílio de aditivos. Gandolfo et al. (2008) avaliaram que até o ano de 2017 somente a cultura de cana-de-açúcar, permanecendo a evolução prevista, consumirá anualmente em aplicação de agrotóxicos de modo convencional no Brasil, a cifra de seis milhões de m³ de água.

As plantas daninhas são um dos principais componentes que interferem negativamente no desenvolvimento e na produtividade da cultura da cana-de-açúcar, (KUVA et al., 2003). As reduções de produtividade podem variar desde 20 a 86% (KUVA et al., 2000).

Uma das operações comuns no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar é a de “catação” ou “repasse”, que consiste no uso de herbicidas aplicados após o controle químico efetuado em área total, através de máquina costal manual.

Esta operação objetiva a limpeza de estradas rurais, carreadores, bordas dos talhões e entre linhas da cultura, ganhando maior importância com a perspectiva de adoção da colheita mecanizada, facilitando o deslocamento das máquinas e a limpeza do material colhido.

Para o controle do problema fitossanitário as gotas produzidas devem ter boa uniformidade de diâmetro, minimizando a percentagem de gotas menores que 100 µm, e que estão mais sujeitas à deriva, ou aquelas excessivamente grandes que, após o impacto na superfície tratada ricocheteiam e se fragmentam em gotas menores ou escorrem para o solo, devido ao uso de volume excessivo de calda. (CUNHA et al., 2003).

O espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas de jato plano (standard e antideriva) e de jato cônico vazio, em diferentes pressões de pulverização, foi medido por meio de um analisador a laser de gotas em tempo real. Os resultados permitiram concluir que: o espectro de gotas foi influenciado pela vazão nominal das pontas e pela pressão de pulverização; o potencial de deriva das pontas foi alto; o uso de pontas de pulverização antideriva aumentou o diâmetro das gotas, auxiliando na redução da deriva nas pulverizações e a avaliação do espectro de gotas, empregando-se a técnica da difração do raio laser, mostrou-se rápida e precisa, conforme Cunha et al., (2007).

É um aspecto a ser considerado, pois as gotas menores estão sujeitas a um potencial de deriva alto, como afirmam Cunha et al., (2005) que para avaliar a deposição e a deriva de calda fungicida em feijoeiro, testaram pontas de pulverização (jato plano standard e

jato cônico vazio) com dois volumes de aplicação, analisaram a distribuição de um traçador nas posições superior e inferior da planta pela técnica da espectrofotometria, enquanto a deriva foi avaliada através de alvos artificiais, posicionados fora da área alvo.

A utilização de substância por definição considerada tóxica, em doses muito menores que a utilizada visa, por sua vez, estimular o desenvolvimento vegetal e é conhecida como “efeito hormético”, segundo Calabrese e Baldwin (2002). O efeito hormético é observado em todos os grupos de organismos como bactérias e fungos, plantas superiores e animais. (CALABRESE, 2005).

Os estímulos são verificados em características de crescimento como ganho de peso, altura, comprimento e área foliar e/ou características internas como teor proteico e níveis de açúcares, em culturas de cana de açúcar, soja, milho, cevada, centeio, eucalipto e pinheiro. Em geral, os herbicidas empregados nos testes foram: MSMA, oxifluorfen, terbacil, simazine e glifosate.

Tendo em vista essas características, torna-se clara a necessidade de desenvolver estratégias diferenciadas para cada tipo de aplicação, havendo ainda muito a se pesquisar e utilizar a respeito da formação, transporte e deposição das gotas, a fim de conseguir a colocação correta do produto no alvo.

O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores e diminui o risco de perdas por escorrimento. A busca por técnicas de redução de volume de água deverá ser incrementada e nas regiões de grande potencial agrícola, com distribuição irregular de água, as técnicas de baixo volume deverão ser priorizadas para que não se ampliem a falta deste recurso.

Com o objetivo de avaliar a redução do volume de calda aplicado, este trabalho comparou taxas de aplicação do herbicida glifosate, quanto à eficiência no controle e a deposição da calda em plantas daninhas na operação de repasse em cana-de-açúcar.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

As determinações de campo foram realizadas durante o período compreendido entre dezembro de 2008 e março de 2009, em área da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Luiz Meneghel, localizada no município de Bandeirantes, Estado do Paraná, cujo centróide está a 50° 21'23" W de longitude e 23° 06'30" S de latitude, altitude aproximada de 400 m.

O clima, pela classificação de Köeppen, é Cfa, ou seja, subtropical úmido, mesotérmico com verão quente, estiagem no inverno, média de 30 mm no mês mais seco e geadas pouco frequentes. A precipitação média anual é de 1.300 mm.

Os pulverizadores costais utilizados foram: acionamento manual (Am), com capacidade para 20 L; pressurizado (P) com tanque de aço inoxidável de 18 L, sendo que em ambos a pressão de operação foi de 200 kPa, e um pulverizador munido de micronizador rotativo (R), tipo CDA (Controlled Droplets Application), depósito em polietileno de alta densidade de 12 L, equipado com chapéu protetor e três tipos de pontas que produzem, segundo o fabricante, gotas finas (R5), gotas médias (R6) e gotas grossas (R7).

Oito tratamentos com quatro repetições distribuídos em blocos ao acaso foram realizados em área de Nitossolo. Os tratamentos se constituíram de pulverizações com herbicida Glyphosate, na dose equivalente a 2 L ha⁻¹ de produto comercial, com 48% de ingrediente ativo por litro segundo Amarante Júnior & Santos (2002).

Os tratamentos estão apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Tratamentos, equipamentos, taxas de aplicação e pontas utilizadas

Tratamento	Equipamento	Taxa de Aplicação (L ha ⁻¹)	Ponta
Am1	Acionamento manual	260	AXI 110 015
Am2	Acionamento manual	467	AXI 110 03
P3	Pressurizado	190	AXI 110 015
P4	Pressurizado	380	AXI 110 03
R5	CDA gotas finas	8,8	CDA
R6	CDA gotas médias	73	CDA
R7	CDA gotas grossas	96,7	CDA
T8	Testemunha	Testemunha	Testemunha

* Categorias de tamanho das gotas segundo norma ASAE S572 (ASAE, 2000)

A área útil das parcelas para medir a eficiência de controle e para análise dos depósitos, foi de 18 m², correspondendo a 6 m de comprimento por 3 m de largura mais 1,5 m de bordadura; portanto, uma área total do experimento de 864 m².

No início da aplicação foram anotados, em cada tratamento, o horário, a temperatura e a umidade relativa, com a finalidade de subsidiar a análise com um relógio

termoigrômetro da marca minipa, modelo MT- 241 e se pode observar que todas as aplicações foram feitas em condições adversas, conforme apresentado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Taxas de aplicação, horário, temperaturas e umidade relativa, anotados na execução dos tratamentos

Tratamento	Taxas de aplicação (L ha ⁻¹)	Horário	Temperatura (°c)	Umidade relativa (%)
Am1	260	11 h; 07 min	31,9	58
Am2	467	11 h; 15 min	32,5	60
P3	190	10 h; 40 min	31,9	62
P4	380	10 h; 25 min	34,9	52
R5	8,8	12 h; 05 min	35,6	46
R6	73	11 h; 55 min	34,3	49
R7	96,7	11 h; 35 min	34,5	48

Realizou-se a eficiência no controle das plantas daninhas considerando-se o efeito das aplicações de cada um dos tratamentos, sobre a espécie capim amargoso (*Digitaria insularis*) de controle mais difícil que as plantas daninhas predominantes na área; capim argentino (*Sorghum halepense*), capim branco (*Chloris polydactyla*) e capim colômbio (*Panicum maximum*), utilizando-se a escala de eficiência proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas SBCPD (2000). As avaliações foram efetuadas em três épocas distintas após a aplicação do herbicida, a saber: 07, 15 e aos 30 dias após aplicação.

As plantas daninhas avaliadas se encontravam em pleno desenvolvimento e em fase de preflorescimento e as avaliações, segundo a proposta da SBCPD (2000), foram feitas de forma visual e com três avaliadores.

No período citado avaliou-se também a possibilidade de ocorrência de fitotoxicidade do produto glifosato na cana-de-açúcar, nas condições de aplicação. O produto foi aplicado ao acaso em jato dirigido nas entrelinhas, também em oito tratamentos e com quatro repetições e a avaliação foi feita utilizando-se a mesma metodologia.

A cana-de-açúcar estava com quatro meses de rebrota após a colheita manual.

Os conceitos aplicados às avaliações de controle, segundo a escala de eficiência proposta pela Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, SBCPD (2000), estão descritos na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Descrição dos conceitos aplicados às avaliações de controle

Conceito	Descrição
A	Controle excelente ou total da espécie em estudo
B	Controle bom, aceitável para infestação da área
C	Controle moderado, insuficiente para a infestação da área
D	Controle deficiente ou inexpressivo
E	Ausência de controle

Além das avaliações sobre a eficiência no controle das plantas daninhas, já mencionadas, também se realizou uma avaliação qualitativa comparando-se os depósitos obtidos em cada um dos tratamentos.

Esta comparação se realizou pela pulverização de uma solução composta por água e 2% de cloreto de sódio, nas mesmas condições de taxa de aplicação que os tratamentos descritos. Após a aplicação da solução de água e cloreto de sódio, coletaram-se 10 folhas da planta daninha considerada nas avaliações de eficiência.

As folhas foram colocadas em sacos plásticos identificados e em cada um se colocou um volume de 100 mL de água deionizada; após a colocação da água, esses sacos foram agitados 30 segundos, para lavagem completa das folhas pela água; enfim, mediu-se a condutividade elétrica da água de lavagem pela imersão de um condutivímetro com escala de medição de 0 a 1999 μS .

Foram coletadas, também, 10 folhas da espécie da planta daninha considerada em área sem aplicação, para a lavagem, com o mesmo volume de água deionizada e determinação de sua condutividade elétrica inicial. Esses valores foram subtraídos dos valores de condutividade elétrica obtidos com os tratamentos, para que o valor resultante corresponda somente às diferenças entre os tratamentos.

As folhas tiveram suas áreas medidas com os respectivos valores de condutividade elétrica, divididos pelas áreas das folhas correspondentes aos tratamentos, a fim de se obter a condutividade elétrica proporcional à área foliar coletada, conforme proposto por Abi-Saab (2000).

Para avaliar o processo de pulverização, os fatores mão-de-obra, máquina, material, meio e método, foram submetidos ao “check list”, ferramenta de qualidade proposta por Santos e Maciel (2006), no Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos e Máquinas Agrícolas da UENP – Campus Luiz Meneghel. Os equipamentos foram operados sempre pelo mesmo operador com o qual foram calibrados.

Constatou-se ausência de manômetro no equipamento Pressurizado (P), sendo que o mesmo foi equipado com um manômetro analógico com escala de 1365 kPa e as pontas de pulverização, substituídas por novas, em que as pontas do pulverizador de acionamento manual (Am), também foram substituídas.

Os resultados da eficiência no controle das plantas daninhas e os valores de condutividade elétrica obtidos em cada um dos tratamentos, foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Submetendo-se a eficiência no controle das plantas daninhas à análise estatística, Tabela 3.4, foram encontrados os resultados seguintes:

Tabela 3.4 – Médias das porcentagens de eficiência e conceitos de controle do capim amargoso (*Digitaria insularis*), aos 7, 15 e 30 d.a.a. (dias após aplicação)

Tratamento	07 d.a.a.		15 d.a.a.		30 d.a.a.	
	Controle (%)	Conceito	Controle (%)	Conceito	Controle (%)	Conceito
*Am1	57,5 a	C	92,5 a	B	92,5 a	B
*Am2	55,0 a	C	85,0 bc	B	87,5 ab	B
*P3	55,0 a	C	87,5 ab	B	90,0 ab	B
*P4	52,5 a	C	80,0 c	B	85,0 b	B
*R5	60,0 a	C	92,5 a	B	92,5 a	B
*R6	60,0 a	C	87,5 ab	B	92,5 a	B
*R7	60,0 a	C	85,0 bc	B	90,0 ab	B
*T8	0,00 b	E	0,00 d	E	0,00 c	E
C.V.	8,73%		3,85%		3,02%	

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si nas colunas (Tukey - 5% de probabilidade). Conceitos segundo proposta da SBPCDaninhas (2000)

*(Am1- acionamento manual ponta 110015 e Am2 ponta 11003; P3-pressurizado ponta 110015 e p4 ponta 11003; R5 – Rotativo gotas finas, R6 gotas médias e R7 gotas grossas; T8 – Testemunha)

Observou-se que, aos 7 dias após aplicação, todos os tratamentos diferiram da testemunha (8) e que não houve diferença significativa entre eles. O conceito C, também obtido por todos os tratamentos, mostra que nesta fase o controle foi moderado e insuficiente para infestação da área, porém diferente da testemunha, que obteve conceito E, ou seja, ausência de controle, o que evidencia o início de resposta aos tratamentos.

A partir dos 15 dias após aplicação, começaram a aparecer diferenças entre os tratamentos e se fez necessário um estudo comparativo com os resultados obtidos no teste de condutividade elétrica, apresentados na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Avaliação Qualitativa dos Valores de Condutividade Elétrica e eficiência de controle das plantas daninhas

Tratamentos	Condutividade μS	Controle	
		15 d.a.a.	30 d.a.a.
Am1	2,36 ab	92,5 a	92,5 a
Am2	2,17 ab	85,0 bc	87,5 ab
P3	2,89 a	87,5 ab	90,0 ab
P4	1,00 b	80,0 c	85,0 b
R5	2,97 a	92,5 a	92,5 a
R6	1,57 ab	87,5 ab	92,5 a
R7	1,02 b	85,0 bc	90,0 ab
C.V.	33,41%	3,85%	3,02%

As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si nas colunas (Tukey - 5% de probabilidade). Conceitos segundo proposta da Sociedade Brasileira de Controle de Plantas Daninhas (2000) d.a.a. (dias após aplicação)

Os resultados da condutividade elétrica demonstram diferença significativa entre o depósito sobre as plantas nas pulverizações feitas com maiores ou menores volumes, podendo-se deduzir que o fato das gotas menores, resultado das aplicações com as pontas de menor vazão (110 015) e a ponta rotativa de gotas de menor diâmetro (R5), produzirem uma cobertura foliar melhor, contrabalançam os menores volumes aplicados por elas.

Esta afirmação é reforçada quando se observa, no mesmo equipamento como no Pressurizado, que houve diferença estatística entre o P3 (110 015) e o P4 (110 03), este último dotado de pontas de maior vazão. O mesmo ocorreu quando da utilização do micronizador rotativo quando equipado com ponta de maior vazão (R7) e gotas maiores.

Concorda-se com o relato de Gadanha Junior (2001), ao afirmar que a indústria de máquinas para aplicação de agrotóxicos tem buscado desenvolver equipamentos que apresentem exatidão na dose aplicada, diminuição das perdas por deriva e manutenção das condições seguras à operação e aos operadores.

Aos 15 dias após aplicação, a eficiência do controle foi menor nos pulverizadores que utilizaram as pontas de maior vazão Am2, P4 e R7, mantendo o observado nos depósitos analisados por condutividade elétrica, sendo que o tratamento P4 diferiu estatisticamente dos tratamentos Am1, P3, R5 e R6. A maior eficiência observada no uso das pontas de menor vazão se deve, provavelmente, à maior concentração do herbicida na calda.

Nas observações efetuadas aos 30 dias após aplicação, o tratamento P4 volta a se diferenciar, mantendo as diferenças ocorridas aos 30 dias porém cabe ressaltar que todos

os tratamentos obtiveram o conceito B, controle bom, aceitável para infestação da área, conforme a escala de eficiência proposta da SBCPD (2000), descritos na Tabela 3.

A cultura da cana-de-açúcar não apresentou sintomas de fitotoxicidade nas avaliações feitas no mesmo período.

Ressalta-se que todas as aplicações foram feitas em condições de temperatura, horário e umidade relativa adversas, Tabela 3. A eficácia dos herbicidas é influenciada por fatores que afetam a absorção e a translocação desses compostos na planta. Com a diminuição da umidade relativa do ar e/ou com o aumento da temperatura, as gotas secam mais rapidamente e a absorção do produto diminui ou até mesmo cessa, afetando o desempenho biológico.

Com o objetivo de examinar a influência do orvalho e do volume de calda de aplicação na eficiência de doses de glyphosate para controle de *Brachiara plantaginea*, Roman et al., (2004) observaram interações significativas entre volume de calda, orvalho e dose de glyphosate. O volume mais baixo (100 L ha⁻¹), resultou em melhor controle da espécie, principalmente quando foi usado na menor dose (90 g ha⁻¹). A presença de orvalho nas folhas causou reduções na atividade do produto, em especial quando aplicado na menor dose e combinado com maior volume de calda.

Esses resultados repetem os encontrados neste trabalho em que a menor taxa de aplicação foi sempre mais eficiente no controle da *Digitaria insularis*; os tratamentos Am₁, P₃ e o R₅ foram com taxas de aplicação de 260, 190, e 8,8 L ha⁻¹, respectivamente.

A diferença significativa entre os tratamentos e o tratamento P4 discorda da encontrada por Barcellos et al., (2005) que, em experimento realizado com a finalidade de estudar a eficiência de pontas de pulverização, testaram 5 pontas e 5 taxas de aplicação dos herbicidas acifluorfen e bentazon, aplicados em área total em taxas que variaram de 70 a 208 L ha⁻¹ e concluíram que a variação do tipo de ponta e taxas de aplicação não promoveu alterações significativas nos níveis de controle das plantas daninhas estudadas.

Nota-se que pelos herbicidas aqui utilizados, que se trata de plantas daninhas de folhas largas o que, em geral, facilita a deposição de gotas sobre o alvo biológico, diferente do que normalmente ocorre nas gramíneas.

Costa et al., (2008) testando o efeito de pontas de pulverização na deposição e na dessecação de plantas de *Brachiaria brizantha* com glyphosate, também avaliaram diferentes vazões e tamanho de gotas na deposição e afirmam que todas as pontas foram eficientes na dessecação das plantas, independentemente do volume utilizado (100 a 200 L ha⁻¹) e na dose de 1800g ha⁻¹. Concluíram ainda que o resultado encontrado evidência a

possibilidade de redução do volume de aplicação e da dosagem do herbicida utilizado na dessecação de pastagens, com o que se concorda neste experimento.

Também Tomazela et al., (2006), avaliando a quantidade de calda de pulverização depositada nas folhas de *Brachiaria plantaginea*, em aplicações de pós-emergência precoce, em que se variou o volume de calda de pulverização, a densidade de plantas m^{-2} e o ângulo de posicionamento da ponta de pulverização na barra de aplicação, em três experimentos sendo que no primeiro os volumes utilizados foram de 1147,57; 860,68; 573,78; 459,02; 344,27; 229,51; 114,75; e 57,37 $L ha^{-1}$ de calda de pulverização, com densidade de 600 plantas m^{-2} .

As avaliações do depósito de calda de pulverização, na planta e no solo, foram feitas utilizando-se condutividade elétrica e encontrando-se que a porcentagem de depósito de calda de pulverização nas plantas de *B. plantaginea*, foi incrementada com a redução do volume de calda pulverizada por hectare, resultado compatível com o encontrado neste trabalho. O depósito de calda por planta foi maior nas densidades maiores de plantas.

Schroder e Loeck (2006) avaliaram a redução de volume de calda e dose do herbicida glyphosate através do sistema de pulverização eletrostático aéreo. O sistema de pulverização eletrostático mostrou controle superior das plantas daninhas, com volume de calda de 10 $L ha^{-1}$ quando comparados com volumes de 30 $L ha^{-1}$ e dosagens de 930, 1178, 1426 e 1674 gramas de ingrediente ativo por ha^{-1} . As avaliações foram efetuadas 13 dias após o tratamento atribuindo notas percentuais, em que 100% correspondiam à morte de todas as plantas e zero, a plantas sem sintomas do herbicida resultado este semelhante ao encontrado neste trabalho.

O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores e diminui o risco de perdas por escorrimento. Somente na Usina de Açúcar e Álcool Bandeirantes S.A. (USIBAN), caso fosse adotada a redução de taxa de aplicação proposta dos atuais 450 para 8,8 $L ha^{-1}$, significaria 1,95% do volume aplicado atualmente.

Tal diminuição de perdas por escorrimento significaria, certamente, menor contaminação de águas superficiais.

A presença de moléculas de agrotóxicos em águas superficiais de três unidades paisagísticas (UP) com diferentes configurações de uso, numa microbacia hidrográfica de cabeceira em Agudo, RS, foi quantificada por Bortoluzzi et al., (2006), através de dois coletores semiautomáticos de água instalados no córrego de cada UP, onde se

coletaram amostras por ocasião de chuvas, em três épocas da cultura do fumo: transplante, aterramento junto aos pés da cultura (planta com 6-10 folhas) e colheita.

Os autores concluíram que a qualidade das águas superficiais e as águas dos córregos margeadas por lavouras tendem a apresentar agrotóxicos e não se enquadram na classe I preconizada pelo CONAMA.

Grützmacher et al., (2008) monitoraram e avaliaram a presença de agrotóxicos na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Durante o cultivo do arroz irrigado foram coletadas, em cinco datas diferentes, três amostras de água do rio Piratini e quatro do canal São Gonçalo. Os autores encontraram resíduos de agrotóxicos nas águas dos locais estudados e concluíram que águas localizadas em pontos mais baixos apresentam maiores quantidades de resíduos.

Um modelo de retenção de herbicidas foi investigado por Pinho et al., (2006) em uma zona ripária; para isto, uma mistura de caulinita, atrazina e picloran em escoamento superficial simulado dentro de uma zona ripária estabelecida ao longo de plantações de pinheiros do nordeste do estado da Georgia, EUA. O modelo possibilitou estimar, com razoável precisão, a remoção de caulinita e atrazina da mistura em escoamento ao longo de zonas ripárias de 10 m de comprimento.

Os autores concluíram que a manutenção do horizonte 0 mostrou-se fundamental para remoção de contaminantes e que a concentração de caulinita foi a que mais decresceu enquanto a de picloran não foi significativamente reduzida.

Amarante Junior e Santos (2002) afirmam que, devido à rápida adsorção no solo, o glifosate não é facilmente lixiviado, sendo pouco provável a contaminação de águas subterrâneas e que, em raras ocasiões, o pesticida tem sido detectado em amostras de águas mas, em geral, isto ocorre em virtude da dificuldade de separação do composto e pelo fato de não ser considerado um contaminante aquático sério.

Apesar da menor intensidade do uso de agrotóxicos na cultura da cana-de-açúcar, comportamento semelhante, com relação ao menor índice de contaminação, é possível a drástica redução no uso da água como veículo proposta neste trabalho; além de diminuir o contato direto da água com o herbicida, provocará uma perda menor por escoamento durante a aplicação.

É notória a necessidade urgente de maiores estudos de aplicação em área total e com os diversos produtos disponíveis para o controle de plantas invasoras na cana-de-açúcar e nas demais culturas.

A natureza agradece pelo menor dano, já que ele é inevitável dentro do quadro atual de recursos tecnológicos e da necessidade de produção de alimentos e energia.

3.5 CONCLUSÕES

1. O método da condutividade elétrica mostrou resultados coerentes com os encontrados na avaliação de eficiência, no controle das plantas daninhas.

2. Mesmo aplicado em condições adversas de temperatura e umidade relativa o controle das plantas daninhas foi bom e aceitável em todos os tratamentos realizados.

3. A menor taxa de aplicação apresenta eficiência de controle igual à apresentada pela maior taxa de aplicação.

3.6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UENP – Campus Luiz Meneghel, à UEL, à Fundação Araucária, à USIBAN e ao Dr. Robinson Osipe.

4 ARTIGO B: DERIVA (EM TÚNEL DE VENTO) EM DIFERENTES FORMAS E TAXAS DE APLICAÇÃO DE GLYPHOSATE

4.1 RESUMO: Este trabalho objetivou comparar, em túnel de vento, a deriva provocada por três equipamentos, que utilizam diferentes taxas de aplicação do herbicida glyphosate na operação de repasse em cana-de-açúcar. A ventilação foi impulsionada por um ventilador acionado pela TDP de um trator. A velocidade do vento foi de $2,0 \text{ m s}^{-1}$ e as leituras da temperatura e umidade relativa do ar, feitas no mesmo local de instalação do anemômetro. O trabalho foi constituído por três equipamentos: um pulverizador costal de acionamento manual; um pulverizador costal pressurizado; e um pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente. Os equipamentos costais foram ensaiados com pontas de pulverização modelo AXI110015 e modelo AXI11003. O equipamento centrífugo foi ensaiado com os limitadores de vazão originais da máquina. As coletas da deriva foram nas distâncias de 5, 10 e 15 m em relação ao local de pulverização e nas alturas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1 m. O pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente, apresentou risco de deriva inferior ao dos outros equipamentos.

Palavras-chave: herbicida, bicos de pulverização, cana-de-açúcar, tecnologia de aplicação, pulverizadores

DRIFTING (IN WIND TUNNEL) IN DIFFERENT FORMS AND RATES OF GLYPHOSATE APPLICATION

Abstract: This study aimed to compare, in a wind tunnel, the drift provoked by three devices, using different application rates of glyphosate in the repress operation of sugar cane. A fan triggered by a tractor PTO propelled the fan. The wind speed was 2.0 ms and the readings of temperature and relative humidity made at the same location of installation of the anemometer. Three devices composed the work: a manual trigger sprayer, a pressurized sprayer, and an electrically powered centrifugal micronization sprayer. The backpack devices were tested with spray nozzles models AXI11003 and AXI110015. The centrifuge equipment has been tested with flow limiters originals of the machine. The samples of the drift were in the distances of 5, 10 and 15 m in relation of the spray place and on the heights of 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1 m. The electrically powered centrifugal micronization sprayer showed lower risk of drift to the other equipment.

Keywords: Herbicide. Spraying nozzles. Sugar cane. Application technology. Agricultural sprayers.

4.2 INTRODUÇÃO

A água é vital aos ciclos biológicos, geológicos e químicos mantendo em equilíbrio os ecossistemas. Muito se especula sobre a possibilidade da escassez desse recurso vital e se faz necessária a conscientização de que, na maioria dos países, o problema não é a quantidade, mas sim a qualidade desse recurso, devido ao mau uso e gestão inadequada.

A quase totalidade dos agrotóxicos aplicados na agricultura utiliza como veículo a água, com ou sem o auxílio de aditivos. Gandolfo et al., (2008) avaliaram que até o ano de 2017 somente a cultura de cana-de-açúcar, permanecendo a evolução prevista, consumirá anualmente seis milhões de m³ de água em aplicação de agrotóxicos de modo convencional no Brasil.

Os agrotóxicos contribuem para a redução de mão de obra e aumento da produção agrícola, provocando a redução de custos e melhoria da qualidade dos alimentos (CUNHA et al., 2003). Ainda que pese na sociedade um consenso de que são prejudiciais, devido ao seu potencial risco ambiental, e notícias de contaminação de animais e seres humanos. (BARCELLOS et al., 1998, HEWITT, 2000 e ALISTER; KOGAN, 2006).

O uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, diminuindo o risco de perdas por escorrimento. A busca por técnicas de redução de volume de água deverá ser incrementada e, nas regiões de grande potencial agrícola e com distribuição irregular de água, as técnicas de baixo volume deverão ser priorizadas para que não se amplie a falta deste recurso.

É imprescindível que a utilização dos agrotóxicos seja realizada de maneira racional dentro de um consenso de proteção integrada de plantas, buscando assim evitar a contaminação do solo, da água e os conseqüentes danos à saúde humana, animal, seleção de pragas, doenças e plantas daninhas resistentes.

Uma das operações comuns no controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar é a de “catação” ou “repasse”, que consiste no uso de herbicidas aplicados após o controle químico efetuado em área total, através de equipamento costal de acionamento manual. Esta operação objetiva a limpeza de estradas rurais, carreadores, bordas dos talhões e entre linhas da cultura, ganhando maior importância com a perspectiva de adoção da colheita mecanizada, facilitando o deslocamento das máquinas e a limpeza do material colhido.

Quando equipamentos de pulverização são avaliados de forma comparada, dentro do conceito amplo de minimizar prováveis danos ambientais, é necessário que, além de estudar redução do volume de calda aplicada e a eficácia na aplicação, avalie-se também a possibilidade de deriva provocada pelo menor diâmetro de gotas.

A utilização de técnicas corretas de aplicação podem efetivamente reduzir o risco ou a quantidade de deriva produzida nas aplicações de agrotóxicos. A seleção de pontas de pulverização e adjuvantes adequados pode ser uma medida eficiente, pelo uso das gotas pulverizadas de maior tamanho e alterações nas propriedades físicas e químicas na calda de

aplicação. Entretanto, essas tecnologias não têm sido muito estudadas, indicando haver perspectivas para aplicações mais seguras desta mistura. (COSTA, 2006).

Este trabalho objetivou comparar, em túnel de vento, a deriva provocada por três equipamentos que utilizam diferentes taxas de aplicação do herbicida glyphosate, na operação de repasse em cana-de-açúcar.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados durante o mês de maio de 2011, nas instalações do Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas (NITEC), *Campus* Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná, localizada no município de Bandeirantes, Estado do Paraná, (23° 07' 40" S e 50° 21' 37" W), altitude aproximada de 400 m.

As determinações de deriva foram executadas em túnel de vento de circuito aberto, construído em alvenaria com secção quadrada de 2 m e comprimento de 20 m. A ventilação foi impulsionada por um ventilador axial de dupla hélice com 0,9 m de diâmetro, acionado pela TDP de um trator de 103 kw de potência no motor.

Em frente ao ventilador foram instaladas: duas chapas defletoras cruzadas de 1 m cada; uma tela de nylon malha 20 e uma colméia com lâminas de 1 mm de espessura e 1 m de largura a cada 17 cm, tanto na horizontal quanto na vertical, com o objetivo de melhorar a qualidade do fluxo de ar na secção de testes, onde foram feitas as coletas da deriva nas distâncias de 5, 10 e 15 m em relação ao local de pulverização e nas alturas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1 m em relação ao piso do túnel. Foram usados coletores constituídos por fios de polietileno de 2,0 mm de diâmetro e 300 mm de comprimento, fixados em suportes metálicos de formato retangular e posicionados transversalmente ao fluxo de ar.

Para serem colocados e removidos da secção de testes do túnel de vento, os suportes metálicos foram fixados em gavetas verticais vazadas, que deslizavam sobre trilhos e permitiam o acesso aos suportes dos fios de nylons pela parte externa do túnel, evitando a entrada de pessoas no seu interior, o que reduzia o risco de contaminação da equipe de trabalho pelo glyphosate. Estas gavetas quando fechadas vedavam a saída do fluxo de ar na parede interna do túnel, minimizando a turbulência. A velocidade do vento utilizada para os ensaios foi de 2,0 m s⁻¹, sendo aferida antes da aplicação de cada tratamento, na distância de cinco metros do local de pulverização e na altura de 1 m em relação ao piso do túnel. As aferições da velocidade foram realizadas por um anemômetro de ventoinha, modelo A892160,

fabricado por EXTECH. Também foram efetuadas leituras da temperatura e umidade relativa do ar, no mesmo local de instalação do anemômetro, por um termo higrômetro digital, marca Minipa modelo MT-241 com precisão de $0,1^{\circ}\text{C}$ de temperatura e 1% de umidade relativa.

O trabalho foi constituído por três equipamentos, sendo um pulverizador costal de acionamento manual, modelo PJ com capacidade para 20 litros, fabricado por Máquinas Agrícolas Jacto S/A; um pulverizador costal, modelo Tropical 2002 SE, pressurizado com capacidade para 18 litros, fabricado por Coagril; e um pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente, com capacidade para 7 litros, fabricado por Pulverizadores Geno.

As pulverizações, com o equipamento costal de acionamento manual e o equipamento costal pressurizado, foram realizadas com pontas de pulverização modelos, AXI110015 e AXI11003. O equipamento centrífugo foi ensaiado com os limitadores de vazão originais da máquina: limitador de baixa vazão (pulverização fina), de média vazão (pulverização média) e o de alta vazão (pulverização grossa). Foi instalado, para todas as configurações utilizadas no ensaio, acima do moto elétrico que proporciona a micronização centrífuga, o dispositivo de contenção de deriva original da máquina, constituído por uma cobertura de polietileno cônica com 35 cm na sua parte maior, conforme recomendação do fabricante, para reduzir a perda de produto por deriva e preservar o contato do agroquímico com a área tratada pelo equipamento.

Considerando a experiência nas avaliações de deriva realizadas tradicionalmente no túnel de vento do NITEC, estabeleceu-se a vazão de calda a ser pulverizada para cada uma das avaliações em 2,2 litros e, para a obtenção deste volume, foi realizada uma calibração prévia com todos os equipamentos. O costal de acionamento manual foi calibrado pela instalação do pulverizador sobre uma bancada onde uma pessoa acionava de forma constante a alavanca que move a bomba hidráulica com um ciclo completo de bombeamento a cada dois segundos, simulando uma aplicação de campo. O líquido pulverizado no tempo de um minuto foi coletado e pesado numa balança eletrônica para estabelecer, pela massa, a vazão correspondente. Pela vazão, foi determinado o tempo que a máquina deveria estar em acionamento para pulverizar o volume pretendido.

No caso do costal pressurizado e, uma vez tendo sido abastecido com a calda, a pressão de 276 kPa foi obtida com a injeção de ar comprimido fornecido por um compressor de ar com capacidade de 60 litros e pressão de 850 kPa. A pressão foi mantida próxima da pretendida pela reinjeção de ar comprimido até o valor máximo pressão sempre que ela ultrapassava o limite inferior de 262 kPa.

O equipamento centrífugo foi instalado dentro do túnel a altura de 1,6 m, em relação ao piso do túnel, na parede lateral ao ponto de pulverização, antes de todos os testes para que sua interferência no deslocamento e turbulência do ar atuasse igualmente para todos os tratamentos.

A vazão do pulverizador centrífugo era muito baixa, em comparação com os demais, requerendo um tempo de coleta muito superior, o que inviabilizaria o ensaio pela extrema variação das condições de temperatura ambiente e umidade relativa durante o período. Já que o tempo requerido superaria sete horas de trabalho, o tempo total de pulverização necessário para o sistema rotativo foi reduzido a 1/5, sendo os valores de deriva coletada multiplicados por 5 para que a coleta correspondesse à deriva provável para o volume determinado.

Para todos os tratamentos, adicionou-se uma dose equivalente a $2,0 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ de produto comercial do herbicida glyphosate, com 48% de ingrediente ativo por litro (AMARANTE JÚNIOR; SANTOS, 2002). Para se estabelecer a quantidade de glyphosate para cada tratamento, foi determinada primeiramente a velocidade de caminamento de uma pessoa realizando a aplicação, o que correspondeu em média de 5 repetições a $0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. A partir desta velocidade e da largura operacional teórica dos equipamentos de 0,5 m, equivalente a um pulverizador com apenas um bico, foi calculada a área que seria aplicada com o volume de líquido correspondente aos 2,2 litros necessários para a avaliação no túnel de vento.

O volume de calda preparado foi o dobro do necessário para as pulverizações, uma vez que o circuito hidráulico precisava ser abastecido com a mesma calda de cada tratamento antes da aplicação e isto requeria maior volume do que o pulverizado. A quantidade de glyphosate demandado foi, portanto, o dobro daquela necessária para aplicação e o restante da calda preparada, bem como daquela pulverizada no túnel, foram coletadas e levadas ao Centro de Manipulação de Agrotóxicos – CEMA do Campus Luiz Meneghel, para que fosse descartado no tanque de evaporação.

A Tabela 4.1 mostra o tempo de pulverização para cada tratamento, a área que seria tratada com o volume de 2,2 L de calda e a quantidade de produto comercial contendo o glyphosate, adicionada à calda utilizada nos ensaios.

Tabela 4.1 –Tempo de pulverização, área que seria tratada com o volume de 2,2 litros e a quantidade de glyphosate adicionado a calda para cada tratamento. **Table 1: Spraying time, area to be treated with volume of 2.2 liters and the amount of syrup added to glyphosate for each treatment.**

Tratamento	Tempo de pulverização (s)	Área aplicada (m ²)	Quantidade de Glyphosate (cm ³)
Pressurizado (AXI110015)	171	68,4	27,36
Pressurizado (AXI11003)	131	52,4	20,96
Costal manual (AXI110015)	142	56,8	22,72
Costal manual (AXI11003)	60	24,0	96,00
Rotativo com gota fina	330	660,0	264,00
Rotativo com gota média	94	188,0	75,20
Rotativo com gota grossa	62	124,0	49,60

No segmento final do túnel foram instalados, junto ao teto, dois tubos transversais de PVC com 12 mm de diâmetro e perfurações de 1 mm de diâmetro a cada 5 mm de seu comprimento que recebiam água pressurizada por uma bomba hidráulica centrífuga de 1 kW de potência formando uma cortina de água. No piso do túnel abaixo desta cortina de água foi construída uma depressão retangular transversal ao comprimento do túnel com 98 cm de largura e 12 cm de profundidade que coletava a água projetada pela cortina e reenviava esta água à bomba hidráulica, fazendo circular o mesmo líquido pelos tubos perfurados reduzindo a passagem de gotas com agroquímico para o ambiente externo. Ao final do ensaio a água utilizada na cortina de ar também foi levada ao CEMA para descarte no tanque de evaporação.

Após as pulverizações aguardava-se um período de 30 segundos para que o líquido em contato com os fios secasse completamente. Estes fios eram colocados individualmente em tubos de PVC de 50 cm de comprimento com 50 cm³ de água deionizada para lavagem. Cada tubo era identificado de acordo com o tratamento, distância e altura de coleta.

Para a determinação da deriva do líquido pulverizado utilizou-se o método de análise da determinação da condutividade elétrica do traçador NaCl, na concentração de 10% em massa por volume (ABI SAAB, 1996), através da solução de lavagem dos fios coletores.

A agitação dos tubos era feita manualmente, por um tempo de 10 segundos. Após este procedimento a água da lavagem de cada tubo era colocada em um copo descartável de 100 ml com a mesma identificação do tubo de PVC, onde os eletrodos do condutivímetro digital, modelo CD 203 da marca PHTEK com precisão de 1,0 µS e escala máxima de 1999 µS, eram mergulhados para fazer a determinação da condutividade elétrica.

Foi realizada também a medição da condutividade elétrica de várias concentrações de NaCl em água deionizada, estabelecendo uma relação direta entre a quantidade de sal e a sua condutividade elétrica, possibilitando a obtenção da equação matemática que respondeu a curva de concentração de NaCl na solução e o valor absoluto de condutividade elétrica.

Os valores de condutividade obtidos na água de lavagem dos fios foram submetidos a equação, o que determinou a quantidade de NaCl em cada amostra. A partir da quantidade total de NaCl pulverizada nos ensaios se estabeleceu uma relação percentual entre a quantidade pulverizada e a coletada no fio.

Foram realizadas também avaliações de condutividade elétrica em dez tubos com dez fios sem uso, para correção da condutividade presente no próprio alvo, assim como a condutividade elétrica das caldas diluídas em água deionizada, para assegurar que todas eram semelhantes neste parâmetro, evitando alguma influência na condutividade elétrica além da presença do NaCl.

As pulverizações foram realizadas com quatro repetições, totalizando 420 leituras e os dados foram analisados através da estatística descritiva exploratória, sendo a comparação entre os tratamentos realizada através do Intervalo de Confiança para diferenças entre as médias a $p > 0,05$ de probabilidade (IC 95%). (CANTERI et al., 2001).

Na Tabela 4.2, descrevem-se as denominações dadas aos tratamentos para efeito de composição dos gráficos.

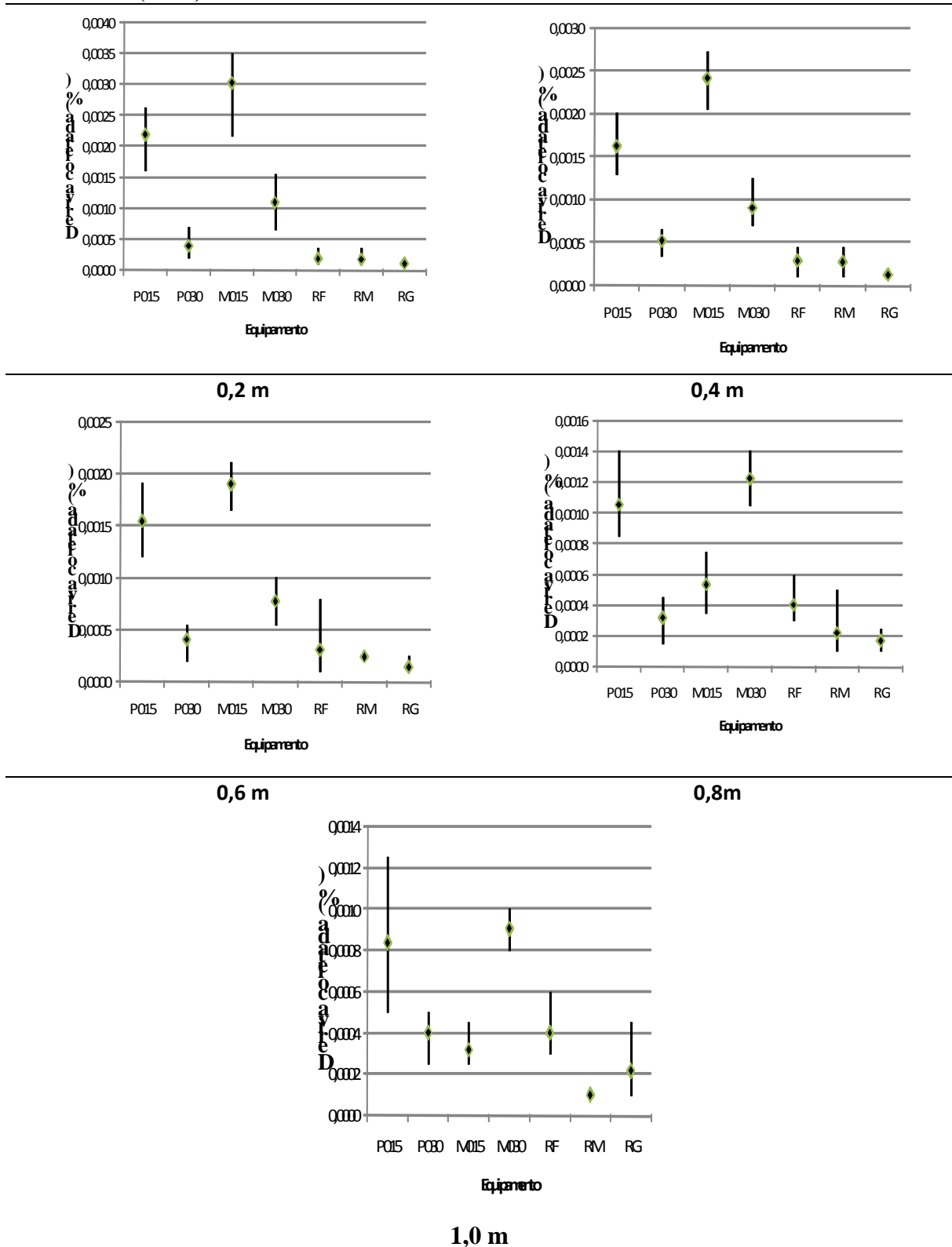
Tabela 4.2 – Nomenclatura utilizada na descrição dos equipamentos utilizados nos tratamentos. **Table 2.2. Nomenclature used in describing the equipment used in treatments.**

Tratamento	Denominação
Pressurizado (AXI110015)	P 015
Pressurizado (AXI11003)	P 030
Costal manual (AXI110015)	M 015
Costal manual (AXI11003)	M 030
Rotativo com gota fina	RF
Rotativo com gota média	RM
Rotativo com gota grossa	RG

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4.1, estão representados os dados da deriva coletada a: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1 m de altura em relação ao piso do túnel de vento do NITEC e a 5 m de distância do local de pulverização.

Figura 4.1 – Percentagem de deriva coletada a 5 m de distância do ponto de aplicação e a: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1m de altura em relação ao piso do túnel. Intervalo de Confiança para diferenças entre as médias a $p > 0,05$ de probabilidade (IC 95%).
Figure 4.1. Percentage of stems collected 5 m away from the point of application and: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1m height from the floor of the tunnel. Confidence interval for difference between means $p > 0.05$ probability (95%).



Cada ponto indica a média calculada da percentagem de deriva e, suas extensões, a máxima e mínima encontrada em cada tratamento. A coincidência de pontos ou suas extensões entre as linhas representa a não existência de diferença entre as médias no Intervalo de Confiança de 95% (IC 95% a $p > 0,05$).

Durante a realização do ensaio a umidade relativa variou de 49 a 56% e a temperatura de 24,4 a 27,8 °C. A velocidade do vento utilizada para os ensaios foi de 2,0 m s⁻¹.

Observa-se que com os equipamentos a 5 m de distância dos pontos de coleta, o P 015 assim como o M 015, apresentaram o mesmo comportamento a 0,2; 0,4; e 0,6 m de altura, indicando que ambos possuem o mesmo percentual de deriva, risco esse superior ao dos outros equipamentos na mesma situação.

Nota-se que o P 015 apresentou desempenho esperado em todas as coletas, o que demonstra a sua regularidade na produção de gotas homogêneas, o que pode ser explicado pela pressão constante aplicada, fato que não se repetiu com o equipamento M 015, que utilizando a mesma ponta apresentou comportamento irregular, diferente do esperado a 0,8 e 1 m, provavelmente pelo fato de que seu acionamento manual dificulte a manutenção da pressão necessária para produzir gotas de menor diâmetro, que como afirmam Cunha et al., (2003) e Cunha et al., (2005) possuem maior probabilidade de deriva.

O equipamento costal manual apresentou resultados conflitantes quando se compara o M 030 com o M 015. O comportamento esperado era um maior risco de deriva quando da utilização do M 015 pelas características da ponta em produzir gotas menores. Não foi o que ocorreu a 0,8 e 1m de distância com o M 030 apresentando maior risco de deriva, comprovando a hipótese de que existe uma dificuldade técnica em se manter a pressão ideal constante com o equipamento de acionamento manual.

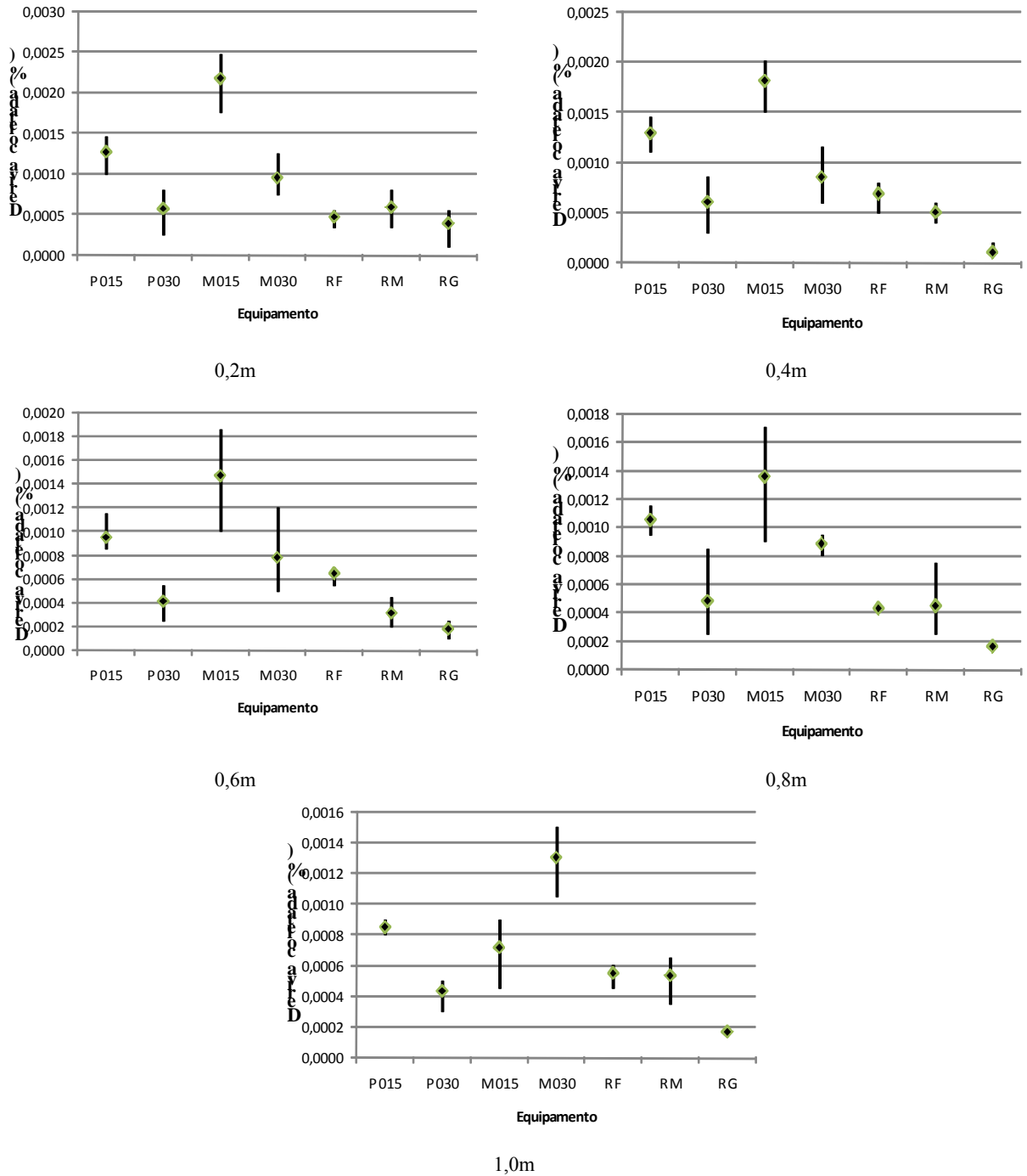
Cunha (2008), utilizando sistema computacional Driftsim para simular o efeito dos métodos de aplicação (aplicação convencional, aplicação aérea e quimigação) e da velocidade do vento (1; 3 e 5 m s⁻¹) na distância de deriva das gotas geradas, concluiu que, durante as simulações, o tamanho das gotas e a velocidade do vento foram os fatores que mais influenciaram a distância de deriva. Como a velocidade do vento neste trabalho foi aferida antes de cada tratamento e se manteve em 2 m s⁻¹, reforça-se a explicação para o comportamento do equipamento costal de acionamento manual como sendo a falta de regularidade na geração da pressão ideal.

Já com o equipamento rotativo, o risco de deriva apresentado pelos equipamentos: RF; RM e RG, não diferiram entre si, sendo que o RF que produz gotas de menor diâmetro somente a 1 m de altura apresentou diferença do RM (IC 95% $p > 0,05$).

O equipamento P 030, em todas as coletas, não apresentou diferença significativa em percentagem de deriva (IC 95% $p > 0,05$) dos equipamentos rotativos RF e RG. O desempenho do equipamento rotativo pode ser explicado pela presença do dispositivo de contenção de deriva que compõe o aparelho e o do P 030 pela produção de gotas de maior diâmetro. (CUNHA et al., 2003 e CUNHA et al., 2005).

A 10 m de distância e nas alturas de: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m foram encontrados os seguintes resultados demonstrados na Figura 4.2.

Figura 4.2 – Percentagem de deriva coletada a 10 m de distância do ponto de aplicação e a: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1m de altura em relação ao piso do túnel. Intervalo de Confiança para diferenças entre as médias a $p > 0,05$ de probabilidade (IC 95%).
Figure 4.2. Percentage of stems collected 10 m away from the point of application and: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1m height from the floor of the tunnel. Confidence interval for difference between means $p > 0.05$ probability (95%).



A 10 m de distância e a 0,2 e 0,4 m de altura do ponto de coleta o equipamento M 015 apresentou diferença significativa (IC 95% $p > 0,05$) de todos os outros equipamentos testados nos tratamentos e, somente a altura de 1,0 m, foi encontrado risco de

deriva inferior a outro tratamento, o do M 030. De novo, se apresenta, neste caso, a possibilidade de insuficiência de pressão, quando se trabalhou com o equipamento costal de acionamento manual.

Como as pontas utilizadas nos tratamentos P 015; P030; M 015 e M030 foram as mesmas, e o desvio de comportamento somente se deu no equipamento de acionamento manual, acredita-se que pode ter havido redução de pressão provocada por falha no acionamento manual durante a realização do tratamento M 015.

Não se pode descartar a possibilidade de que, apesar da intensidade de vento ter se mantido constante durante a realização dos tratamentos, podem eventualmente ocorrer dentro do túnel, diferentes formas de escoamento do ar.

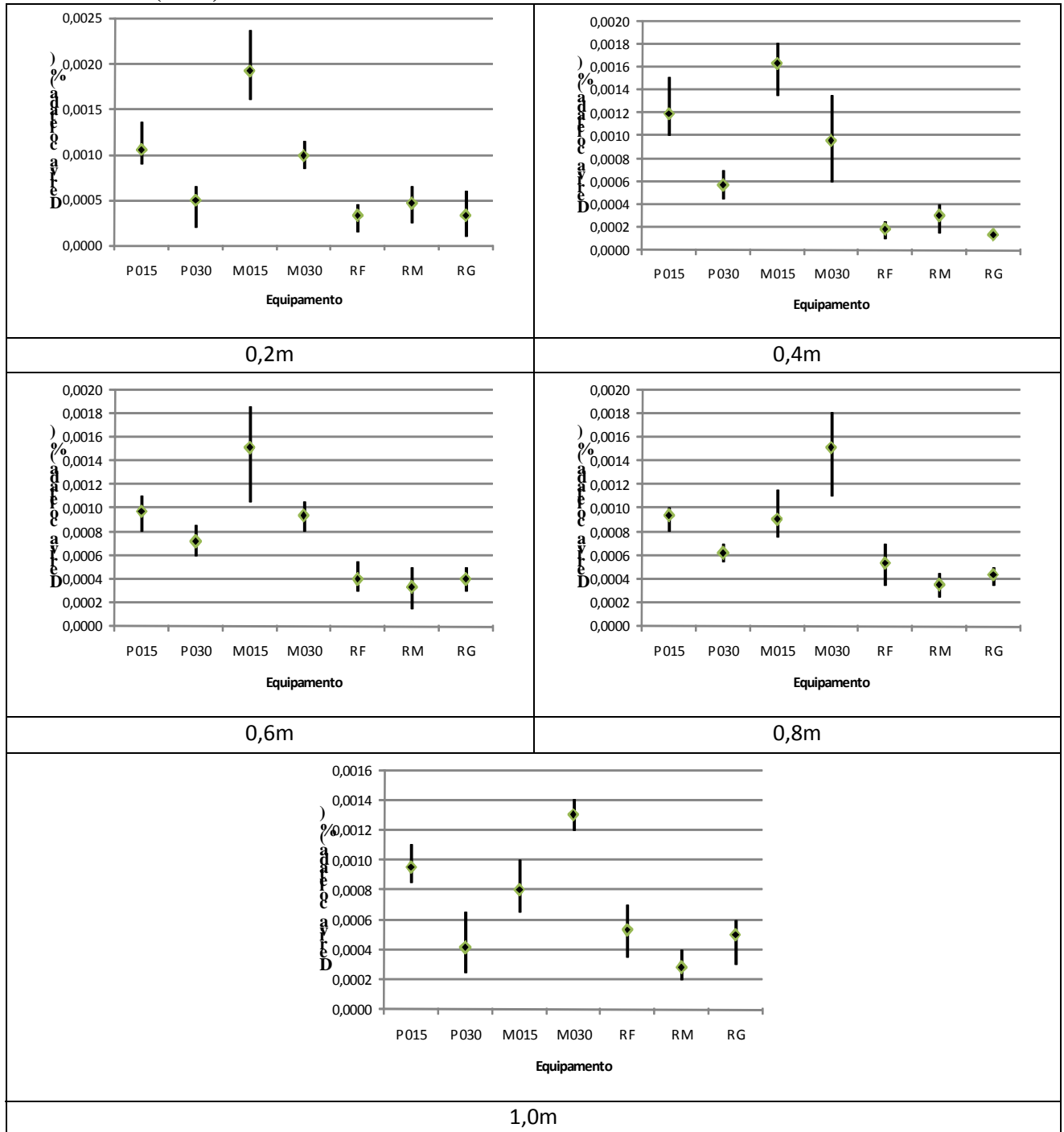
Costa et al., (2007) testando a influência da intensidade de vento, pressão e pontas de pulverização na deriva em aplicações de herbicida, em dois períodos, e com velocidades de vento mínimas de $0,42 \text{ m s}^{-1}$ e máxima de $6,4 \text{ m s}^{-1}$, concluíram que a redução da pressão pode ser usada na redução da deriva, ressalvando porém, que as pontas são os principais fatores quando se busca esta solução.

Diferentemente do encontrado a distância de 5 m, quando a coleta se deu a 1,0 m de altura o tratamento RG apresentou diferença significativa dos outros tratamentos a 0,8 e 1,0 m de altura a 10 m quando apresentou o menor risco de percentual de deriva conforme o IC 95%.

O tratamento P 030 não apresentou diferença significativa ao IC 95% dos tratamentos RM e RF em nenhum dos pontos de coleta e, os tratamentos RM e RF somente diferiram significativamente do tratamento RG nos pontos de coleta a 0,8 e 1,0 m de altura na distância de 10 m.

A 15 m de distância e nas alturas de: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m foram encontrados os seguintes resultados demonstrados na Figura 4.3.

Figura 4.3 – Percentagem de deriva coletada a 15 m de distância do ponto de aplicação e a: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1m de altura em relação ao piso do túnel. Intervalo de Confiança para diferenças entre as médias a $p > 0,05$ de probabilidade (IC 95%).
Figure 4.3. Percentage of stems collected 15 m away from the point of application and: 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1m height from the floor of the tunnel. Confidence interval for difference between means $p > 0.05$ probability (95%).

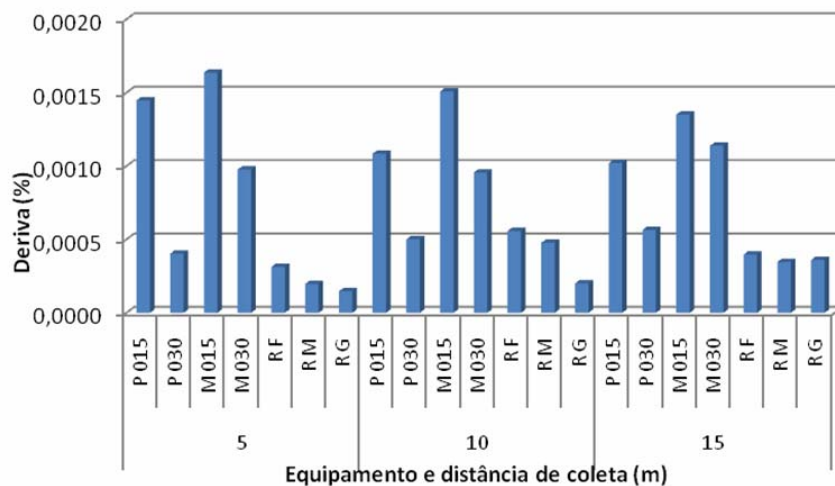


Quando se analisa a Figura 4.3, observa-se que novamente o tratamento M 030 apresentou diferença significativa ao IC 95% dos outros tratamentos na altura de 1,0 m.

Os tratamentos RF, RG e RM não diferiram entre si em quando a distância foi de 15 m e em todas as alturas dos pontos de coleta e o tratamento P 030 apresentou diferença significativa ao IC 95% nas alturas de coleta de 0,4 e de 0,6 m.

Na figura 4.4, apresentamos um gráfico de tendência da porcentagem de deriva às distâncias de 5, 10 e 15 m nos 7 tratamentos.

Figura 4.4 – Gráfico de tendência de porcentagem de deriva dos 7 tratamentos às distâncias de 5, 10 e 15 m do ponto de coleta. Intervalo de Confiança para diferenças entre as médias a $p > 0,05$ de probabilidade (IC 95%). **Figure 3.4. Trend graph of the percentage of 7 treatments derived from the distances of 5, 10 and 15 m from the point of collection. Confidence interval for difference between means $p > 0.05$ probability (95%).**



Da análise do gráfico apresentado na figura 3.4 pode-se deduzir que os tratamentos que utilizaram a ponta AXI 110015, equipamentos P 015 e M 015, apresentaram risco de deriva superior aos demais com diferença significativa ao IC 95% aos 5, 10 e 15 m de distância dos pontos de coleta e, os tratamentos efetuados com o micronizador rotativo: RF; RM e RG não diferiram entre si, apresentando menores riscos de deriva.

Rodrigues et al., (2011), avaliando a deposição e taxa de aplicação do herbicida glyphosate, com os mesmos equipamentos, pontas e taxas de aplicação, concluíram que a menor taxa de aplicação ($8,8 \text{ L ha}^{-1}$, tratamento RF), apresentou eficiência de controle igual à apresentada pelo tratamento com maior taxa de aplicação, (AM 030, 467 L ha^{-1}), o que demonstra a possibilidade de se trabalhar com menores taxas de aplicação sem perda de eficiência e com menor risco de deriva.

Cunha et al. (2011), avaliando deposição de calda em aplicações aéreas e terrestres com taxas de aplicação variando de 20 L ha^{-1} a 180 L ha^{-1} e utilizando diversas

pontas de jato plano duplo com defletor, com e sem injeção de ar; jato cônico vazio e atomizadores rotativos, afirmam que aplicações terrestres com ponta de jato cônico vazio (180 L ha^{-1}) e aérea com atomizador rotativo (40 L ha^{-1}) foram as mais eficientes em promover a penetração da calda no dossel da soja, embora seus espectros de gotas sejam mais suscetíveis à deriva.

Oliveira et al. (2010), avaliando diferentes diâmetros de gota e equipamentos de aplicação: dois equipamentos (bico rotativo e bico hidráulico); dois volumes de calda (17 e 50 L ha^{-1} para o bico rotativo, e 50 e 100 L ha^{-1} para o bico hidráulico) e duas dosagens do inseticida endosulfan ($0,5$ e $1,0 \text{ L p.c. ha}^{-1}$), concluíram que o volume pode ser reduzido para até 17 L ha^{-1} , sem prejudicar o controle de *P. includens*. Também afirmam que bico rotativo produziu gotas de maior uniformidade (AR: 0,52) e com menor percentagem suscetível à deriva (3,3%), comparada à ponta de pulverização de energia hidráulica (AR:1,34 e % gotas $\geq 100 \mu\text{m}$: 15,2).

Estes resultados são compatíveis aos encontrados neste trabalho e, ao mesmo tempo, reforçam a necessidade e importância de maiores estudos que possibilitem a divulgação e uso a campo, com o objetivo principal de redução do uso da água como veículo, sem prejuízo da qualidade da aplicação.

4.5 CONCLUSÕES

Na aplicação em túnel de vento o pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente, apresentou risco de deriva inferior ao dos outros equipamentos.

A mesma ponta de pulverização, AXI 110015, apresenta em túnel de vento, risco de deriva diferente quando utilizada em pulverizadores costais de acionamento manual e pressurizado.

5 ARTIGO C: EFICIÊNCIA NA COBERTURA EM DIFERENTES TAXAS E FORMAS DE APLICAÇÃO DO HERBICIDA GLYPHOSATE

5.1 RESUMO: Este trabalho objetivou comparar, a eficiência na cobertura realizada por três equipamentos, que utilizam diferentes taxas de aplicação do herbicida glyphosate na operação de repasse em cana-de-açúcar. O trabalho foi constituído por três equipamentos: um pulverizador costal de acionamento manual com pontas de pulverização AXI 110015 (260 L.ha⁻¹) e AXI 11003 (467 L.ha⁻¹); um pulverizador costal pressurizado com as mesmas pontas e taxas de aplicação de 190 L.ha⁻¹ e 380 L.ha⁻¹ respectivamente e um pulverizador de micronização centrífuga. O equipamento centrífugo foi ensaiado com: limitador de baixa vazão 8,8 L.ha⁻¹; de média vazão 73 L.ha⁻¹ e o de alta vazão 96,7 L.ha⁻¹. A cultura foi a de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). A cobertura foi quantificada pela aplicação do traçador amarelo fluorescente LRM100. A classificação das folhas foi realizada segundo o seu grau de cobertura. A visualização destas gotas foi feita pela projeção da luz gerada por lâmpadas ultravioleta (UV). A ponta de pulverização AXI 110 015, quando utilizada no equipamento pressurizado, foi mais eficiente em cobertura. As mesmas pontas de pulverização apresentaram valores de cobertura diferentes, quando utilizadas nos distintos equipamentos. O pulverizador centrífugo não apresentou diferenças significativas em eficiência de cobertura mesmo com altas variações na taxa de aplicação.

Palavras-chave: Densidade de gotas. Agroquímicos. Bicos de pulverização.

EFFICIENCY IN DIFFERENT COVERAGE RATES AND FORMS OF APPLICATION OF HERBICIDE GLYPHOSATE

SUMMARY: This work sought to compare the efficiency in the coverage held by three equipment, which use different application rates and forms of herbicide glyphosate in passing on sugarcane. The work was composed of three equipment: a costal sprayer with manual trigger with spray nozzles models AXI 110015 (260 L.ha⁻¹) and AXI 11003 (467 L.ha⁻¹); a pressurized costal sprayer with the same tips and application rates of 190 L.ha⁻¹ and 380 L.ha⁻¹ respectively and a centrifugal micronized spray. The centrifugal equipment has been tested with: low flow limiter 8.8 L.ha⁻¹; medium flow rate 73 L. ha⁻¹ and the high flow 96.7 L. ha⁻¹. The culture was the black oats (*Avena strigosa* Schreb). The coverage was quantified by application of fluorescent yellow tracer LRM100. Classification of leaves was held according to their degree of coverage. The visualization of these drops was made by the projection of light generated by ultraviolet lamps (UV). The spray tip AXI 110015 when used in pressurized equipment was more efficient in coverage. The same spray tips have different coverage values when used in the different equipments. The centrifugal spray not presented significant differences in efficiency of coverage even with high variations in the rate of application.

Keywords: Density drops. Agrochemicals. Spray nozzles.

5.2 INTRODUÇÃO

O uso de novas tecnologias é imprescindível na racionalização das aplicações de agroquímicos, seja na busca da sustentabilidade da agricultura como negócio, subsistência, ou na preservação dos recursos naturais.

Os agrotóxicos contribuem para a redução de mão de obra e aumento da produção agrícola, provocando a redução de custos e melhoria da qualidade dos alimentos (CUNHA et al., 2003), ainda que pese na sociedade um consenso de que são prejudiciais, devido ao seu potencial risco ambiental, e notícias de contaminação de animais e seres humanos. (BARCELLOS et al., 1998, HEWITT, 2000 e ALISTER; KOGAN, 2006).

A preocupação da sociedade se justifica, pois quando usados de forma inadequada, esses produtos tornam-se sério risco à saúde humana e ambiental sendo, portanto fundamental reduzir as perdas na aplicação, aumentando-se a eficiência das operações de pulverização (SALYANI ET al., 1987). Para Mathews (2002), o uso da tecnologia de aplicação de agrotóxicos visa colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, afetando o mínimo o ambiente.

A crescente participação dos agroquímicos no custo de produção agrícola e os riscos ambientais de seu uso levam cada vez mais, à busca constante do aperfeiçoamento das técnicas utilizadas para a sua aplicação, visando reduzir a quantidade necessária de produto e os riscos de contaminação, tanto do homem quanto do alimento e do ambiente.

Durante a pulverização dos herbicidas ou outro agroquímico, parte da quantidade aplicada não atinge o alvo, gerando aumento no custo dos produtos, da mão de obra e da energia despendida. A preocupação cada vez mais crescente em relação à poluição ambiental tem realçado a necessidade de uma tecnologia mais apurada para a colocação do produto químico no alvo (MATUO, 1998).

Uma forma indireta de avaliar a aplicação de agrotóxicos é realizada pelo uso de traçadores. Avaliações com a técnica de visualização do depósito nas folhas foram utilizadas por Staniland (1959), usando pigmentos fluorescentes. O autor descreve como um método importante, pela possibilidade de: localizar com precisão onde o depósito do produto; ser um instrumento para demonstração da distribuição e intensidade da cobertura obtida; avaliar os efeitos da umidade; tenacidade; tipos de pontas; variações de volume de aplicação; pressão; velocidade e outras causas que afetam as operações de pulverização nas culturas.

A seleção de um produto, para ser utilizado como traçador, deve possuir características tais como: ser altamente sensível nas detecções; ter possibilidade de ser

utilizado nas análises quantitativas, com rapidez; ser solúvel quando misturado à calda, com efeito físico mínimo na pulverização e evaporação das gotas; ter propriedades distintas para diferenciar de outras substâncias; ser estável; atóxico e ter custo moderado (YATES E AKESSON, 1963).

Utilizando a metodologia proposta por Palladini (2000), Antuniassi et al. (2004), através da aplicação de calda contendo traçador fluorescente LRM de 100 a 0,15% e dispersante lignosulfato 0,015%, avaliaram visualmente a porcentagem de cobertura de folhas de soja.

Este trabalho objetivou comparar, a eficiência na cobertura realizada por três equipamentos, que utilizam diferentes taxas de aplicação do herbicida glyphosate na operação de repasse em cana-de-açúcar.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no dia 23 de agosto de 2011, nas instalações do Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas (NITEC), *Campus* Luiz Meneghel da Universidade Estadual do Norte do Paraná, localizada no município de Bandeirantes, Estado do Paraná, (23° 07'40" S e 50° 21'37" W), altitude aproximada de 400 m.

A cultura utilizada, instalada na área em 10 de maio de 2011, foi a de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), semeada com 0,17 m de espaçamento entre linhas e numa densidade de 3.500.000 sementes por ha, objetivando-se uma população de 300 plantas por m². No momento da aplicação dos tratamentos o estágio de desenvolvimento da cultura era o 10.5, segundo a Escala de Feeks-Large de crescimento dos cereais (LARGE, 1954).

O trabalho foi constituído pela utilização de três equipamentos, sendo um pulverizador costal de acionamento manual, modelo PJ com capacidade para 20 litros, fabricado por Máquinas Agrícolas Jacto S/A; um pulverizador costal pressurizado, modelo Tropical 2002 SE, com capacidade para 18 litros, fabricado por Coagril; e um pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente, com capacidade para 7 litros, fabricado por Pulverizadores Geno.

As pulverizações com o equipamento costal de acionamento manual e o costal pressurizado, foram realizadas com pontas de pulverização modelos AXI110 015 e AXI110 03. O equipamento centrífugo foi ensaiado com os limitadores de vazão originais da máquina: limitador de baixa vazão, de média vazão e o de alta vazão, denominadas pelo

fabricante como pulverização fina, média e grossa, respectivamente. Foi instalado, para todas as configurações utilizadas no ensaio com o equipamento centrífugo, acima do motor elétrico que proporciona a micronização centrífuga, o dispositivo de contenção de deriva original da máquina, constituído por uma cobertura de polietileno cônica com 35 cm na sua parte maior, conforme recomendação do fabricante, para reduzir a perda de produto por deriva e preservar o contato do agroquímico com a área tratada pelo equipamento.

Sendo assim, sete tratamentos com quatro repetições distribuídos em blocos ao acaso foram realizados em área de Nitossolo. Os tratamentos estão apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Tratamentos, equipamentos, taxas de aplicação e pontas utilizadas.

Tratamento	Equipamento	Taxa de Aplicação (L ha ⁻¹)	Ponta
Am1	Acionamento manual	260	AXI 110 015
Am2	Acionamento manual	467	AXI 110 03
P3	Pressurizado	190	AXI 110 015
P4	Pressurizado	380	AXI 110 03
R5	CDA gotas finas	8,8	CDA
R6	CDA gotas medias	73	CDA
R7	CDA gotas grossas	96,7	CDA

* Categorias de tamanho das gotas segundo norma ASAE S572 (ASAE)

A área útil das parcelas para medir a eficiência de controle e para análise dos depósitos foi de 17 m², correspondendo a 50 m de comprimento por 0,34 m de largura mais 0,34 m de bordadura, (duas linhas com mais duas de bordadura); portanto, a área total do experimento foi de 952 m².

Para avaliar o processo de pulverização, os fatores mão de obra, máquina, material, meio e método, foram submetidos ao “check list”, ferramenta de qualidade proposta por Santos e Maciel (2006), no Núcleo de Investigação em Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos e Máquinas Agrícolas da UENP – Campus Luiz Meneghel. Os equipamentos foram acionados sempre pelo mesmo operador com o qual foram calibrados.

Utilizou-se sempre pontas de pulverização novas e o equipamento Pressurizado (P) foi equipado com um manômetro analógico com escala de 1365 kPa

A comparação entre os tratamentos foi realizada através da cobertura porcentual nas folhas, parâmetro considerado qualitativo.

A cobertura porcentual foi quantificada pela aplicação do traçador amarelo fluorescente LRM100 na concentração de 5,0 g.L⁻¹ de água. Trinta minutos após a aplicação

foram coletadas, em cada parcela e com o limbo íntegro, 50 folhas, entre folhas bandeira e as mais expostas. Estas folhas foram colocadas dentro de um saco de papel opaco identificado segundo os locais de coleta e os tratamentos. Estes sacos foram acondicionados em uma caixa de isopor para evitar degradação pelo efeito do calor ou da luz presentes no local até seu transporte para a câmara escura onde foram avaliadas.

A quantificação da cobertura das folhas foi realizada segundo o seu grau de cobertura pela análise visual do número e da distribuição das gotas de pulverização presentes nas folhas. A visualização destas gotas foi feita pela projeção da luz gerada por duas lâmpadas ultravioleta (UV) de 20 W cada uma, sobre a superfície das folhas em uma sala escura, possibilitando que por sua fluorescência em luz UV as gotas pudessem ser observadas.

O estabelecimento da escala comparativa, que possibilitou a quantificação da cobertura porcentual das folhas foi feito pela coleta de 200 folhas com o limbo íntegro, obtidas ao acaso em todos os tratamentos. Elas foram analisadas sob a luz UV e as 11 folhas que representavam valores absolutos de cobertura variando de 0 a 100%, com intervalos de 10 unidades, foram distribuídas de forma crescente sobre uma mesa, servindo de parâmetro de comparação para as folhas dos tratamentos permitindo, assim, a quantificação das folhas de cada tratamento segundo o grau de cobertura observado.

Os valores absolutos de cobertura porcentual foram multiplicados pelo número de folhas em cada nível de cobertura, obtendo-se, assim, um valor porcentual ponderado de cobertura em cada tratamento.

Os valores de temperatura ambiente, umidade relativa do ar e velocidade do vento no momento da aplicação de cada tratamento foram monitorados com um termohigroanemômetro modelo Minipa MDA-11.

Os valores de cobertura obtidos em cada um dos tratamentos foram submetidos à análise de variância utilizando o software SASM – Agri (CANTERI *et al.* 2001) e comparados pelo teste Tukey a nível de 5% de probabilidade.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância obtida nos tratamentos esta apresentado na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 –Análise de variância, tratamentos, pontas, equipamentos e média da porcentagem de cobertura.

Tratamentos	Pontas	Equipamento	Média	Tukey
	AXI 110 015	Acionamento		
Am1		manual	24,05	b
	AXI 110 03	Acionamento		
Am2		manual	31,85	ab
P3	AXI 110 015	Pressurizado	45,35	a
P4	AXI 110 03	Pressurizado	43,65	a
R5	gotas finas	CDA	4	c
R6	gotas médias	CDA	4,25	c
R7	gotas grossas	CDA	4,1	c
C.V.			25,74	

Para cada tratamento, médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Observa-se que a cobertura oriunda dos equipamentos que utilizaram as pontas de pulverização de jato plano foi maior, diferindo estatisticamente do equipamento centrífugo, tanto quando utilizaram os limitadores de baixa vazão (pulverização fina), de média vazão (pulverização média) e o de alta vazão (pulverização grossa).

O equipamento pressurizado promoveu maior cobertura do que o de acionamento manual, a não ser quando se utilizou a ponta AXI 110 03, onde não houve diferença.

Estes resultados demonstram que as mesmas pontas de pulverização podem assumir comportamento distinto quando utilizadas em equipamentos diferentes o que reafirma a importância da tecnologia de aplicação ser apreciada como um todo, que como afirma Bauer & Pereira (2005), a utilização dos produtos fitossanitários implica, obrigatoriamente, sua colocação no ambiente de forma e em quantidade corretas. Para isso, todos os produtos devem passar por processo de aplicação que assume, então, vital importância.

Por isso, o domínio da tecnologia de aplicação mostra-se fundamental para o aumento da eficiência do produto e a diminuição da contaminação do aplicador e do ambiente, bem como para a redução dos custos nas aplicações, como afirmam Cunha et al. (2003).

Sobre a importância da tecnologia da aplicação ser entendida realmente como um processo, Balan et al. (2008) afirmam que nas pulverizações agrícolas geralmente é dada muita importância aos produtos fitossanitários e pouca à técnica de aplicação, sendo que as perdas podem ultrapassar 70% do total aplicado. A alta temperatura e a baixa umidade relativa do ar têm importante efeito sobre a pulverização de produtos fitossanitários, causando evaporação mais rápida das gotas.

Estas afirmações coincidem com a proposta de definição do uso da tecnologia de aplicação de agrotóxicos, proposta por Matthews (2002).

Quando se aprecia os dados de taxa de aplicação apresentados na Tabela 5.3, temos que os equipamentos de pulverização centrífuga possuem taxas de aplicação inferiores em até 98,20% quando referenciados com a maior taxa da aplicação (tratamento Am2 e R5).

Estes dados indicam um menor risco de perdas por escoamento pela menor taxa de aplicação, o que pode evitar o seu potencial risco ambiental, e notícias de contaminação de animais e seres humanos como relatam como preocupação da sociedade Barcellos et al. (1998), Hewitt (2000) e Alister e Kogan (2006).

Tabela 5.3 – Tratamentos, taxas de aplicação e relação de porcentagem entre a maior e menor taxa de aplicação.

Tratamento	Taxa de Aplicação (L ha ⁻¹)	Referencia em %
Am1	260	55,67
Am2	467	100,00
P3	190	40,68
P4	380	81,37
R5	8,8	1,80
R6	73	15,63
R7	96,7	20,70

No caso do equipamento pressurizado, a maior porcentagem de cobertura foi alcançada no tratamento P3 que apesar de apresentar menor taxa de aplicação do que o P4 produz gotas menores. Já nos tratamentos com o equipamento de acionamento manual (Am1 e Am2) este fato não ocorreu, prevalecendo o tratamento que possuía a maior taxa de aplicação como o que produziu maior cobertura das folhas.

Pode-se afirmar que o equipamento de acionamento manual, sob algumas circunstâncias, não possibilita ao operador um maior controle sobre a pressão constante e necessária para uma boa qualidade na aplicação, o que poderia levar a produção de gotas maiores, o que justificaria a ocorrência de maior porcentagem de cobertura relacionada com a maior taxa de aplicação e com gotas maiores.

Já o equipamento pressurizado permite ao operador preocupar-se somente em manter sua velocidade de deslocamento, sem a necessidade do acionamento conjunto da alavanca.

Não houve, portanto, coerência entre as aplicações realizadas com as mesmas pontas em distintos equipamentos, porém a maior porcentagem de cobertura foi

encontrada quando se utilizou o equipamento pressurizado e as pontas AXI 110 015, que produz gotas menores e a menor taxa de aplicação entre os tratamentos Am e P.

Roman et al. (2004) observaram interações significativas entre taxa de aplicação, orvalho e dose de glyphosate. A menor taxa de aplicação (100 L ha⁻¹), resultou em melhor controle da espécie, principalmente quando foi usado na menor dose (90 g ha⁻¹). A presença de orvalho nas folhas causou reduções na atividade do produto, em especial quando aplicado na menor dose e combinado com maior taxa de aplicação.

Estes resultados evidenciam a necessidade de se considerar um conjunto de aspectos quando se objetiva avaliar qualidade de aplicação, pois, são muitas as variáveis a considerar como: temperatura, vento, deposição, deriva, concentração, tipo de produto, umidade, alvo, estágio de desenvolvimento e cobertura, entre outros como relata Matuo (1998).

Na tabela 5.4 observamos os tratamentos, pontas utilizadas, taxas de aplicação e respectivas porcentagens de cobertura.

Tabela 5.4 – Demonstrativo das taxas de aplicação e porcentagens de cobertura nos tratamentos

Tratamentos	Pontas	Média da (%) de cobertura	Taxas de aplicação (L .ha ⁻¹)
Am1	AXI 110 015	24,05	260
Am2	AXI 110 030	31,85	467
P3	AXI 110 015	45,35	190
P4	AXI 110 030	43,65	380
R5	RF	4	8,8
R6	RM	4,25	73
R7	RG	4,1	96,7

Quando analisamos os tratamentos R5, R6 e R7, podemos observar que não houve diferença significativa entre eles, (Tabela 5.2.), em relação à cobertura, mesmo existindo uma diferença de 90,9% entre as taxas de aplicação do tratamento R5 e o R7.

Apesar do baixo percentual de cobertura encontrado nos pulverizadores centrífugos, Rodrigues et al (2011), avaliando o controle de plantas daninhas em função da taxa de aplicação e deposição do herbicida glyphosate, utilizando os mesmos equipamentos e taxas de aplicação, concluíram que a menor taxa de aplicação apresentou eficiência de controle igual a apresentada pela maior. Assinalam que o uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores e diminui o risco de perdas por escorrimento. Somente na Usina de Açúcar e Álcool Bandeirantes S.A.

(USIBAN), caso fosse adotada a redução de taxa de aplicação proposta dos atuais 450 para 8,8 L ha⁻¹, significaria 1,95% do volume aplicado atualmente.

Amarante Junior e Santos (2002) afirmam que, devido à rápida adsorção no solo, o glifosate não é facilmente lixiviado, sendo pouco provável a contaminação de águas subterrâneas e que, em raras ocasiões, o pesticida tem sido detectado em amostras de águas mas, em geral, isto ocorre em virtude da dificuldade de separação do composto e pelo fato de não ser considerado um contaminante aquático sério.

Devido à menor intensidade do uso de agrotóxicos na cultura da cana-de-açúcar, comportamento semelhante, com relação ao menor índice de contaminação, é possível a drástica redução no uso da água como veículo proposta neste trabalho; além de diminuir o contato direto da água com o herbicida, provocará uma perda menor por escoamento durante a aplicação. (RODRIGUES et al., 2011).

5.5 CONCLUSÕES

A ponta de pulverização AXI 110 015 quando utilizada no equipamento pressurizado, gerando menores gotas e em menor taxa de aplicação promoveu a maior cobertura porcentual.

As mesmas pontas de pulverização mostraram valores de cobertura diferentes quando utilizadas nos equipamentos pressurizados e de acionamento manual.

Os pulverizadores de micronização centrífuga acionado eletricamente não apresentaram diferenças significativas em eficiência de cobertura entre eles, mesmo com altas variações na taxa de aplicação.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Mesmo aplicado em condições adversas de temperatura e umidade relativa o controle das plantas daninhas foi bom e aceitável em todos os tratamentos realizados.

A menor taxa de aplicação apresenta eficiência de controle igual à apresentada pela maior taxa de aplicação.

O equipamento de acionamento manual apresenta funcionamento irregular na geração da pressão necessária o que prejudica a qualidade da aplicação.

A ponta de pulverização AXI 110 015 quando utilizada no equipamento pressurizado, utilizou menores gotas, menor taxa de aplicação e foi mais eficiente em cobertura.

Os pulverizadores de micronização centrífuga não apresentaram diferenças significativas em eficiência de cobertura entre eles, mesmo com altas variações na taxa de aplicação.

Na aplicação em túnel de vento o pulverizador de micronização centrífuga acionado eletricamente, apresentou risco de deriva inferior ao dos outros equipamentos.

REFERÊNCIAS

- ABI-SAAB, O. J. G. **Avaliação de cobertura e depósitos de agrotóxicos em videiras com o uso de diferentes técnicas de aplicação e condições operacionais**. 2000. 84f. Tese. (Doutorado em Agronomia). UNESP, Botucatu, 2000.
- AKENSON, N. B.; YATES, W. E. **Pesticide application equipment and techniques**. Roma: FAO, 1979. 257p. (FAO Agricultural Services Bulletin).
- ALISTER, C.; KOGAN, M. Environmental risk index. A simple proposal to select agrochemicals for agricultural use. **Crop Protection**, v. 25, p. 202-211, 2006.
- AMARANTE JÚNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; Glyphosate: Propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, v.25, nº4, p.589-593, 2002.
- ANDEF – Associação Nacional de Defesa Vegetal**. Tecnologias de Aplicação. Disponível em: < <http://www.undef.com.br/aplicacao/aplicacao.htm> > Acesso em 09 maio 2009
- ANTUNIASSI, U.R., CAMARGO, T.V., BONELLI, A.P.O., ROMAGNOLE, H.W.C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: III SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, **Anais**, 4p, 2004.
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em : <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/6e400500474594899c26dc3fbc4c6735/G01.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>. Acesso em 28/03/2012.
- ARAÚJO, D.; RAETANO, C. G. Adjuvantes de produtos fitossanitários. In: TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO PARA CULTURAS ANUAIS. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 2011. p. 27-49.
- AREVALO, R. A.; ROZANSKI, A. Plantas daninhas na cultura do feijão. In: SEMINARIOS SOBRE PRAGAS E DOENÇAS NA CULTURA DO FEIJOEIRO, 4, 1991, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, 1991. p. 33 a 43.
- ASAE. American Society of Agricultural Engineering. S572. Spray nozzle classification by droplet spectra. In: **ASAE Standard**, AUG99. St. Joseph, 2000. p. 389-91. Agrochemicals for agricultural use. **Crop Protection**, v. 25, p. 202-211, 2006.
- AZANIA, A.A.P.M; AZANIA, C.A.M.; MARQUES, M.O.; PAVANI, M.C.M.D.; FURTADO, D.E.; RODRIGUES, D. Aplicação de óleo fúsel isolado e em mistura com glifosato na pós-emergência tardia de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 231-236, 2008
- BAIO, F.H.R. **Aplicação de defensivos baseada na variabilidade espacial de plantas daninhas**. 2001. 113 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.
- BALAN, M. G.; ABI-SAAB, O.J.G.; DA SILVA, G. C.; RIO, A. Deposição da calda pulverizada por três pontas de pulverização sob diferentes condições meteorológicas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 293-298, abr./jun. 2008.

BARCELLOS, L. C.; CARVALHO, Y. C.; SILVA, A. L. Estudo sobre a penetração de gotas de pulverização no dossel da cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Engenharia Agrícola**, v. 6, n. 2, p. 81-94, 1998.

BARCELLOS, L. C.; ALMEIDA, R. A.; FERREIRA LEÃO, P. G.; VELOSO SANTOS, V. R.; CZEPAK, C.; FERNANDES, P. M. Desempenho do bico hidráulico boomjet 5880-3/4-2toc20 em aplicações de herbicida sobre *Urochloa decumbens* (STAPP) R. Websterl. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.3, p.199-205, 2005.

BAUER, F.C.; PEREIRA, F.A.R. Fitossanidade e produção agrícola. In: BAUER, F.C.; VARGAS JUNIOR, F.M. (Coord.) **Produção e gestão agroindustrial**. Campo Grande: Editora Uniderp, 2005. p.23-48 p.

BAUER, F.C.; ALMEIDA, E.; MARQUES, D.C.; ROSSI, T.; PEREIRA, F.A.R. Deposição de pontas de pulverização AXI 11002 e JA – 2 em diferentes condições operacionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, V.38, n. 6, p. 1610-1614, set, 2008

BLANCO, F. M. G. Controle das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. **Instituto Biológico, Centro Experimental Central do Instituto Biológico**, Campinas, SP 2005. Disponível em:<http://www.biológico.sp.gov.br/rifib/IX_RIFIB/blanco.PDF>. Acesso em 05 de janeiro de 2012.

BLOOM, A. L. **Superfície da Terra**. São Paulo: Edgard Blücher, 1970. 184p.

BOHMONT, B. L. **The new pesticide user's guide**. Fort Collins: B. & K. Enterprises, 1981. 1 v. 402 p.

BORTOLUZZI, E. C.; RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; ZANELLA, R.; COPETTI, A. C. C. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em unção do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.881-887, 2006.

BRIGHENTI, A. M.; BRIGHENTI, D. M. Controle de plantas daninhas em cultivos orgânicos de soja por meio de descarga elétrica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2315-2319, 2009.

BUNTING, B. T. **Geografia do solo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1971. 259p

CALABRESE, E. J. Paradigm lost, paradigm found: The reemergence of hormesis as a fundamental dose response model in the toxicological sciences. **Environmental Pollution**, n.138 p.378-411, 2005.

CALABRESE, E. J.; BALDWIN, L. A. Applications of hormesis in toxicology, risk assessment and chemotherapeutics. **Trends in Pharmacological Science**, n.7, p. 323: 331, 2002.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

CHAIM, A. Tecnologia de aplicação de agrotóxicos: Fatores que afetam a eficiência e o impacto ambiental 2004. Disponível em:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Chaim_AgrotoxicoAmbiente_000fpgp2794702wyiv8020uvkp2st4aal.pdf > Acesso em 05 de janeiro de 2012.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle.** São Paulo: TeeJet Soth América, 1999. 15 p. (Boletim Técnico BT-04/99).

CHRISTOFOLETTI, J. C. *Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos.* São Paulo: Shell Brasil, 1992. 122 p.

CONTIERO, R. L. **Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários: classes, propriedades e usos.** IN: COPAVE/COODETEC/BAYER CROPSCIENCE. Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas III. Cascavel. 2005 p. 29-54 (Encontro técnico 10)

COSTA, A. G. F. **Determinação da deriva da mistura 2,4-d e glyphosate com diferentes pontas de pulverização e adjuvantes.** 2006. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – FCA/UNESP, Botucatu, 2006.

COSTA, A.G.F.; VELINI, E.D.; NEGRISOLI, E.; CARBONARI, C.A.; ROSSI, C.V.S.; CORRÊA, M.R.; SILVA, F.M.L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.

COSTA, N.V.; RODRIGUES, A. C. P.; MARTINS, D.; CARDOSO, L. A.; SILVA, J. I. C. Efeito de Pontas de pulverização na deposição e na dessecação em plantas de *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.923-933. 2008.

COURSEE, R J. Some aspects of the application of insecticides. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 5, p. 327-352, 1960.

CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro.** 2003. 81 f. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

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

CUNHA, J. P. A. R. Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes métodos de Aplicação. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 4, p. 487-493, out-dez, 2008.

CUNHA, J. P. A. R.; FARNESE, A. C.; JUAN, J. OLIVET, J. J.; VILLALBA, J. Deposição de calda pulverizada na cultura da soja promovida pela aplicação aérea e terrestre. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.343-351, mar/abr. 2011.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.133-138, 2005.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica de difração do raio laser. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.10-15, 2007.

D'AGUILA, P.S.; ROQUE, O. C. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 2000, V. 16(3), p. 791-798.

DI OLIVEIRA, J.R.G.; FERREIRA, M. C.; ROMÁN, R. A. A. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *pseudoplusia includens*. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.92-99, jan/fev. 2010

DUARTE JÚNIOR, J.B.; COELHO, F.C.; FREITAS, S.P. Dinâmica de populações de plantas daninhas na cana-de-açúcar em sistema de plantio direto e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 595 – 612. 2009.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). Balanço Energético Nacional 2011: Ano base 2010 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2011.

FAGLIARI, J.R.; SHIRATA, F.J.; MENDES, M. Efeito da adição de Answer Top FB a fungicidas utilizados para o controle químico de doenças foliares na cultura do trigo. Simpósio internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos, Botucatu. **Anais...** UNESP, 2004. p.128-131.

FIETZ, C. R. Água, o recurso natural do terceiro milênio. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, ano 109, n. 657, p. 18-19, jun. 2006.

FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. Mecanismos de ação de herbicidas. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO. Salvador. **Anais**: Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2005. (CD-Room).

GADANHA JÚNIOR, C.D. **Avaliação do tempo de resposta de controladores eletrônicos em pulverizadores agrícolas**. 2000. 125 f. Tese (Doutorado em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

GADANHA JÚNIOR, C. D. O desenvolvimento de produtos, equipamentos e componentes na aplicação de agrotóxicos, tendências e realidade: evolução dos equipamentos de aplicação. In: Simpósio Internacional de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos: Eficiência Economia e Preservação da Saúde Humana e do Ambiente, 2, 2001, Jundiaí. **Resumos...** Jundiaí, I.A.C.

GANDOLFO, M. A; SAUER, A. V; JESUS, F. T. DE; AFONSO, M. Demanda de água atual e futura nas aplicações de agroquímicos. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste, 1, 2008, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá, 2008. p.85.

GARCIA, L. C.; RAETANO, C. G.; JUSTINO, A.; PURÍSSIMO, C. Dessecação da aveia-preta (*avena strigosa* schreb) com herbicida de contato, em presença ou não de assistência de ar junto à barra do pulverizador, em diferentes volumes de calda. **Eng. Agríc, Jaboticabal**, v.24, n.3, p.758-763, set./dez. 2004

GELMINI, G.A.; PELEGRINETTI, J.R.; CASTANHEIRA, L.C. **Agrotóxicos e afins – Coletânea da Legislação**. Tomo IV. Campinas: Coordenadoria de Defesa Agropecuária – CDA, 2002. 126p.

GOMES, C. A. A.; MENDES, L.V. Terra o Planeta Azul. 2011. Disponível em: <[Bhttp://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/terra_o_planeta_azul.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/terra_o_planeta_azul.html)>. Acesso em 05 de dezembro de 2012.

GRAHAM-BRYCE, I.J. Cop-protect on: a consideration of effectiveness and disadvantages of current methods and the scope for improvement **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B**, London, v. 281, p. 163-179, 1977.

GRENN, J.M. Factors that influence adjuvant performance. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ADJUVANTES FOR AGROCHEMICALS, 6, 2001, Amsterdam. **Proceedings..**, Wageningen: ISAA, 2001. p. 179-190.

GROSVENOR, G. M. *et al.* **Atlas of the world**. 6. ed. Washington, DC: National Geographic Society, 1996. 134p.

GRÜTZMACHER, D. D.; GRÜTZMACHER, A. D.; AGOSTINETTO, D.; LOECK, A. E.; ROMAN, R.; PEIXOTO, S. C.; RENATO ZANELLA, R. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.632–637, 2008.

HEWITT, A.J. Spray drift: impact of the requirements to protect the environment. **Crop Protection**, v. 19, p. 623-627, 2000.

JULIATTI, F. C.; NASCIMENTO, C.; REZENDE, A. A. Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 36, n. 3, p. 216-221, 2010

KOFF, E. L. **A questão ambiental e o estudo de ciências**: algumas atividades. Goiânia: UFG, 1995. 114p.

KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I – Tiririca (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha**, v.18, n.2, p.241-251, 2000.

KUVA, M. A. GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. III – capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). **Planta Daninha**, v.21, n.1, p.37-44, 2003.

LARGE, E. C. Growth Stages in Cerals, Illustration of the Feekes Scale. **Plant Pathology**. 3; 128 – 129, 1954.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Recomendações para prevenção e manejo da resistência a herbicidas. In: CHRISTOFFOLETI, P.J. (Coord.) **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Londrina: Associação Brasileira de Ação a resistência de Plantas aos herbicidas (HRAC-BR), 2003. p. 45-79.

MACHADO, Fulvio de Barros Pinheiro. **Brasil, a doce terra – História do setor**. Disponível em: < <http://www.jornalcana.com.br/Conteudo/HistoriadoSetor.asp>> Acesso em: 25 jun. 2006.

MARCHI, G.; SILVA, M.R.; MARCHI, E. C. S. **Uso de lança-chamas e radiação infravermelha no controle de plantas daninhas**. EMBRAPA CERRADOS, Planaltina, DF, 2008, 24 p.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. New York: Longman, 1982. 336 p.

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. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S.H.B. (Eds.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxico: novas tecnologias**. Santa Maria: Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.95-103.

MILLER, P. C. H.; ELLIS M. C. B. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from groundbased boom sprayers. **Crop Protec.**, v. 19, p. 609-615, 2000.

MONTEIRO, M. V. DE M.; MENEGAZZO, O. BVO Terrestre. In: TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 3, 2005, Cascavel. **Encontro: COOPAVEL/ COODETEC/ BAYER**, 2005, p.68.

NORREMARK, M.; SORENSEN, C. G.; JORGENSEN, R. N. 2006. HortiBot: Comparison of present and future phyto-technologies for weed control – part III. **ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers**. Paper n.067023. St. Joseph, Mich.: ASABE. 2006. 14 p.

OLIVEIRA, E. J. A. ÁGUA – BEM MAIOR DA HUMANIDADE. * **Revista Eletrônica de Contabilidade Curso de Ciências Contábeis**. UFSM VOL. iii n. 1. 20.p. jan-jun/2009. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/revistacontabeis/anterior/comissao_executiva.html>. Acesso em 5 de dezembro de 2012.

PALLADINI, L.A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. Botucatu, 2000. 111p. Tese (Doutorado em Agronomia/Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

PALLADINI, L. A.; SOUZA, R. T. Sistema de produção de uva de mesa no norte do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2005.

PINHO, A. P.; MATOS, A. T.; COSTA, L. M.; MORRIS, L. A.; MARTINEZ, M. A. Modelagem de retenção de herbicidas em zonas ripárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.896-902, 2006.

RAMALHO, J. F. G. P.; AMARAL SOBRINHO. N. M. B.; VELLOSO, A. C. X. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 35, n.7, p. 1289 – 1303, 2000.

ROCHA, J. S. M. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria: UFSM/MMA, 1997. 446p.

ROCHA, A. A.; PEREIRA, D. N.; PÁDUA, H. B. Produtos de pesca e contaminantes químicos n água da represa Billings, São Paulo (Brasil). **Revista Saúde Pública**, São Paulo, 1985. V. 19. P. 401-410.

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

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. UNESP, Instituto de Biociências, Botucatu – SP. 1995. 99 p.

RODRIGUES, E.B.; ABI SAAB, O.J.G.; GANDOLFO, M. A. Cana de açúcar: Avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.1, p.90-95, jan, 2011.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIBEIRO, M. C. F.; LUIZ, A. R. M. Influência do orvalho e volume de calda de aplicação na eficácia do glyphosate na dessecação de *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha**, v.22, n.3, p.479-482, 2004.

RUEDELL, J.; Tecnologia de aplicação de defensivos. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, RS. nº 72. 2002.

SALYANI, M. et al. Deposition efficiency of different droplet sizes for citrus spraying. **Transaction. ASAE**, St. Joseph, v. 30, p. 1595-1599, 1987.

SANTOS, J. M. F. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade. 2005 Disponível em: <
<http://www.biologico.sp.gov.br>. Acesso em 16 nov 2009.

SANTOS, S. R.; MACIEL, A. J. S. Proposta metodológica utilizando ferramentas de qualidade na avaliação do processo de pulverização. **Engenharia Agrícola**, v.26, n.2, p.627-636, 2006.

SATAKE, F.M. **Água e o manejo ambiental como fatores de risco para saúde humana e saúde animal em propriedades rurais**. 2008.75 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária Preventiva) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2008.

SBCPD - Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. Comitê Brasileiro de Resistência de Plantas aos Herbicidas. **Identificação e manejo de plantas daninhas resistentes aos herbicidas**. Londrina: 2000. 32p.

SCHOREDER, E. P.; LOECK, A. E. Avaliação do sistema de pulverização eletrostática aérea na redução do volume de calda e dosagem do herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Agrociências**, v.12, n.3, p.319-323, 2006.

SCRAMIN, S.; CHAIM, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L.; PAVAN, L. A.; ALVARENGA, N. Avaliação de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura do algodão. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 12, p. 43-50, jan/dez. 2002.

SILVA, M. A.; CARLIN, S. D.; CAPUTP, M. M. Tipos de colheita e épocas de aplicação de glifosato na erradicação de soqueiras de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, V. 41, n. 1, p. 43-49, jan. 2006

STANILAND, L.N. Fluorescent tracer techniques for the study of spray and dust deposits. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.4, p.100-125, 1959.

SOCIOAMBIENTAL. **Almanaque Brasil Socioambiental**, 2007. Disponível em <<http://www.socioambiental.org/esp/agua/pgn/>>. Acesso em 05 de janeiro de 2012.

SUGUISAWA, J. M.; FRANCO, F.N.; SILVA, S. S.; PECHE FILHO, A. Qualidade de aplicação de herbicida em lavoura de trigo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n. esp., p. 41 – 47, 2007.

TEIXEIRA, E. S.; OSIPE, J.B.; GANDOLFO, U.DELVAZ.; OLIVEIRA, J. F.; GANDOLFO, M. A.; OSIPE, R. Uso de baixo volume oleoso e assistência de ar no controle de plantas daninhas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1229-1234, 2010.

THEISEN, G.; RUEDELL, J.. **Tecnologia de aplicação de herbicidas**: teoria e prática. Passo Fundo: Aldeia Norte, 2004. 90p.

TOMAZELA, M. S.; MARTINS, D.; MARCHI, S. R.; NEGRISOLI, E. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea*, do volume e do ângulo de aplicação. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.183-189, 2006.

VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; FREITAS, F.C.L.; QUIRINO, A.L.S. e SANTOS, M.V. **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO LA-1JC E SR-11** Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007

YATES, W.E.; AKESSON, N.B. Fluorescent tracers for quantitative microresidue analysis. **Trans. ASAE**, St. Joseph, v. 6, p. 105-114, 1963.

WEED SCIENCE. **International survey of herbicide resistant weeds**. Disponível em <[http:// www.weedscience.org/in.asp](http://www.weedscience.org/in.asp)>. Acesso em: 12 de dezembro de 2011.