UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ

***CAMPUS* LUIZ MENEGHEL**

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

FLAVIANE MARCOLIN DE MEDEIROS

COBERTURA DO SOLO NA DERIVA E DEPÓSITO DE PULVERIZAÇÕES SOBRE ALVOS ARTIFICIAIS

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2014

FLAVIANE MARCOLIN DE MEDEIROS

COBERTURA DO SOLO NA DERIVA E DEPÓSITO DE PULVERIZAÇÕES SOBRE ALVOS ARTIFICIAIS

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

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo

BANDEIRANTES, PR, BRASIL
2014

Medeiros, Flaviane Marcolin de

M439c Cobertura do solo na deriva e depósito de pulverizações sobre alvos artificiais. – Bandeirantes, 2014.
39f. ilust.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Meneghel, 2014.
Banca: Dr. Marco Antonio Gandolfo, Dr. Rone Batista de Oliveira, Dr. Otavio Jorge Grígoli Abi Saab.

1. Túnel de vento. 2. Tecnologia de aplicação. 3. Plantio direto. 4. Simulador de pulverização. 5. Temperatura da superfície. I. Universidade Estadual do Norte do Paraná. III. Título.

CDD – 632.94

FLAVIANE MARCOLIN DE MEDEIROS

COBERTURA DO SOLO NA DERIVA E DEPÓSITO DE PULVERIZAÇÕES SOBRE ALVOS ARTIFICIAIS

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

Aprovada em: 05/08/2014

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo	UENP
Prof. Dr. Rone Batista de Oliveira	UENP
Prof. Dr. Otavio Jorge Grígoli Abi Saab	UEL
Prof. Dr. Eurípedes Rodrigues	UENP
Prof. Dr. Ricardo Ralisch	UEL

Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo
Orientador
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
Campus Luiz Mengehel

DEDICATÓRIA

A Deus pela capacitação e oportunidade;
Aos meus pais, irmãos e familiares pelo apoio e amor incondicional;
Aos meus amigos pela paciência;

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, que sempre esteve ao meu lado, amando-me incondicionalmente. “Deus é Lindo”;

Aos meus pais Wandinha e Pitico pelo apoio, compreensão e amor dedicados ao longo da vida, sem medir esforços para que meus sonhos se realizassem. Meus exemplos de honestidade e ética;

Aos meus irmãos Leandro e Flávia, minha cunhada Juliana por sempre estarem presentes, acreditando e torcendo por mim;

À minha segunda família (Cirlene, Rogel e Meriele), residentes em Ibiporã-PR, pela compreensão, amor e incentivo nas viagens e principalmente nos momentos difícies;

Aos meus primos Léo e Ana pelo acolhimento e compreenção na etapa final deste trabalho;

Agradeço ao meu querido Orientador Prof. Dr. Marco Antonio Gandolfo pela paciência, dedicação e por aceitar o desafio de me escolher como orientada; por ser tão criterioso e me ensinar, tão brilhantemente, a tecnologia de aplicação;

Ao Professor Dr. Rone Batista de Oliveira por me ensinar estatística e me auxiliar nas interpretações dos resultados;

Ao Professor Dr. Otavio Jorge Grígoli Abi Saab pela disponibilidade, contribuições e correções;

Aos colegas Eder, Leonardo, Marcos, Tafaréu, Tiago e Luiz que não mediram esforços ao me ajudarem na execução deste trabalho;

Ao pesquisador do IAPAR José Antonio Cogo Lançanova pelas liberações e compreensão sempre dispensadas durante o mestrado;

A pesquisadora do IAPAR Simony Marta Bernardo Lugão por sempre incentivar a continuidade dos meus estudos;

A todos os meus amigos, em especial aqueles que me incentivaram durante o periodo de estudo;

Epígrafe

“Pois Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória para sempre! Amém.” Rom.11:36

MEDEIROS, Flaviane Marcolin. **Cobertura do solo na deriva e no depósito de pulverizações sobre alvos artificiais.** 2014. 39 folhas. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Menghel, Bandeirantes, 2014.

RESUMO

Os fitossanitários são produtos destinados a controlar as pragas, doenças e plantas daninhas e devem ser utilizados com a tecnologia que permita sua deposição no local desejado com a mínima perda ao ambiente. Seu uso se intensificou nos últimos anos devido ao aumento da demanda na produção de alimentos, da mesma forma a utilização da cobertura morta do solo como prática de conservação do solo e água. Diante desta realidade o objetivo deste trabalho foi quantificar a deriva em túnel de vento e o depósito em simulador de pulverizações agrícolas, em alvos artificiais sobre solo com e sem cobertura vegetal morta. Foram avaliadas a deriva em túnel de vento e o depósito em simulador de pulverização com duas velocidades de vento e duas velocidades de deslocamento da barra (1 e 2 m s^{-1}). Estas velocidades foram combinadas à dois tipos de cobertura de solo (com e sem cobertura vegetal morta), totalizando 4 tratamentos com 4 repetições. As pontas de pulverização utilizadas foram AXI 11002, com pressão de 414kPa, o marcador utilizado foi o Azul Brilhante, visando a avaliação por espectrofotometria. Os resultados mostraram que o aumento da velocidade do vento em túnel tem efeito mais pronunciado sobre a deriva em solo sem cobertura morta quando comparado com solo coberto. O aumento da velocidade da barra de pulverização afeta os depósitos sobre coletores artificiais. Os depósitos coletados são afetados pela presença de palha na superfície do solo. A disposição longitudinal ou transversal dos coletores artificiais em relação à barra de pulverização não produz diferenças nos depósitos coletados.

Palavras-chave: Túnel de vento. Tecnologia de Aplicação. Plantio Direto. Simulador de Pulverização. Temperatura da superfície.

MEDEIROS, Flaviane Marcolin. **Soil mulch in drift and deposition of sprays in artificial target.** 2014. 39 folhas. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *Campus* Luiz Menghel, Bandeirantes, 2014.

ABSTRACT

The plant protection products are products to control pests, diseases and weeds and should be used with technology that allows its deposition in the desired location with minimal loss to the environment. Its use has intensified in recent years due to increased demand for food production, in the same idea the use of mulch as soil conservation practice soil and water. The aim of this study was to quantify the drift in the wind tunnel and the tank simulator agricultural sprays on soil with and without mulch. The experimental design was completely randomized subjected to analysis of variance and the treatment means by the Confidence Interval and the Tukey's test ($P<0.5$). The drift was to evaluate in the wind tunnel with two wind speeds and the tank simulator spray two velocities (1 and 2 m s^{-1}). These combined the two types of ground cover (with and without mulch) speeds totaling four treatments with four replications. The spray nozzles were used AXI 11002 at 414 kPa and the all were mixed up with a food color dye Blue FDC for spectrophotometry analysis of deposits. The results showed that the increase of wind speed in the tunnel have more pronounced effects on the drift in soil without mulch compared with soil covered. The increased speed of the spray affect the sediments on artificial collectors. The deposits collected are affected by the presence of straw on the soil surface. The longitudinal or transverse layout of artificial collectors relative to the spray bar produces no differences in the deposits collected.

Key-words: Wind tunnel. Application technology. No tillage. Simulator agricultural sprays. Surface temperature.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1

2 REVISÃO DE LITERATURA 3

2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO 3

2.2 DEPÓSITO 5

2.3 DERIVA 6

2.4 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS 9

2.5 COBERTURA DO SOLO 11

3. ARTIGO: A COBERTURA DO SOLO NA DERIVA E DEPÓSITO EM APLICAÇÃO DE AGROQUÍMICO SIMULADA. 13

3.2 MATERIAL E MÉTODOS 13

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 23

3.4.1 DERIVA 23

3.4.2 DEPÓSITO 28

3.5 CONCLUSÕES 30

4 REFERÊNCIAS 31

1 INTRODUÇÃO

A incorporação de tecnologia e o aumento da demanda na produção de alimentos e matérias primas para abastecer o crescente mercado de produtos agrícolas elevou a ocupação das áreas com potencial produtivo e intensificou as atividades nas áreas agricultáveis, permitindo aumento da produção, manutenção do crescente mercado e a geração de recursos no meio rural.

Dentre as tecnologias adotadas para tal crescimento, a utilização dos produtos fitossanitários e do plantio direto ocupa um lugar de destaque, já que sua adoção está caracterizada por vários autores como fatores fundamentais na preservação do potencial produtivo das culturas, reduzindo as perdas por ação dos agentes de danos.

Os produtos fitossanitários são destinados a controlar as pragas, doenças e plantas daninhas e devem ser utilizadas com a tecnologia que permita sua deposição no local desejado com a mínima perda ao ambiente. Este cuidado deve ser tomado considerando que depósitos inferiores ao necessário no alvo podem limitar a ação de controle sobre o agente de dano, caracterizando a ineficácia da aplicação. Da mesma forma, sua chegada ao local indesejado pode promover a contaminação ambiental colocando em risco a vida e a saúde de outros seres vivos.

Dentre os fatores de perdas nas aplicações destes produtos, a deriva é um dos que mais contribuem com a contaminação ambiental, podendo ser causada por intensidades de ventos inadequadas durante a aplicação, pela ação convectiva do calor do solo promovida pelo sol durante o dia, que dificulta a queda das gotas no local de aplicação devido à sustentação proporcionada pelo ar quente em movimento ascendente e, ainda, o tamanho das gotas pulverizadas.

Como condição para o plantio direto, a utilização de cobertura vegetal morta é uma prática de manejo e conservação do solo que se intensifica gradativamente. Esta condição além de modificar a temperatura da superfície do solo, também minimiza as perdas de água para o ambiente, possibilitando maior reserva deste recurso favorecendo a cultura em casos de estiagem ou elevado consumo pelas plantas. Como consequência da modificação da temperatura do solo

tem-se variação da convecção de calor do mesmo, alterando a temperatura do ar próximo ao solo, interferindo na formação do movimento ascendente do ar.

Considerando que o movimento ascendente deste ar aquecido pelo solo pode dificultar a queda das gotas mais leves produzidas numa pulverização, a presença da cobertura morta pode reduzir a sustentação destas gotas, diminuindo o nível de perdas, favorecendo aplicações mais eficientes pela preservação das gotas nos locais de aplicação. A minimização da ação convectiva pode reduzir também a contaminação ambiental, já que a menor sustentação destas gotas no ar reduziria o risco de serem transportadas ou perdidas para outros locais, com especial contribuição nas pulverizações realizadas nos momentos de maior temperatura ambiente. Por outro lado, na cobertura vegetal morta pode-se ter um aumento da temperatura superficial, pois funciona como uma barreira física, refletindo o calor recebido pelos raios solares, o que pode ocasionar maior evaporação das gotas antes de atingir o alvo.

Diante desta realidade, o objetivo deste trabalho foi quantificar a deriva em túnel de vento e o depósito em simulador de pulverizações agrícolas sobre solo com e sem cobertura vegetal morta em alvos artificiais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

O uso de produtos fitossanitários tem contribuído com a prática agrícola, permitindo o cultivo em larga escala. Sua utilização deve ser feita de maneira racional, dentro do contexto mais amplo da proteção integrada de plantas, evitando, assim, a contaminação do solo e da água, os danos à saúde humana e animal e o aparecimento de pragas, doenças e plantas daninhas mais resistentes (CUNHA, 2008a).

A utilização da tecnologia consiste em aplicar os conhecimentos científicos ao processo produtivo. Matuo (1990) refere-se à tecnologia de aplicação, como sendo a correta aplicação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, economicamente viável, com mínimo de contaminação em outras áreas. Os principais fatores que influenciam no sucesso da aplicação são: clima, solo, hospedeiro, princípio ativo, o veículo, a máquina e o operador (BALASTREIRE, 1990).

A calibração e manutenção do equipamento de pulverização são fatores que também influenciam na qualidade da aplicação. Em trabalho realizado no norte do Paraná, Gandolfo et al., (2013b) avaliaram 110 pulverizadores, onde apenas 01 foi aprovado na inspeção, onde eram observados: presença, estado e escala do manômetro, estado das mangueiras, estado dos antigotejadores, presença de vazamentos, estado da barra, estado dos filtros, estado das pontas de pulverização e erros na taxa de aplicação. Itens essenciais em uma aplicação via pulverizador de barras.

Chaim (1989) já observava que o Brasil importava tecnologias que, muitas vezes, não estavam adaptadas à realidade da agricultura nacional. Por ser considerada uma ciência complexa, haviam poucos profissionais capacitados que dominavam a técnica.

A melhora na qualidade das aplicações está na capacitação tecnológica de operadores e técnicos. O número de equipamentos modernos com

tecnologia embarcada é crescente, porém, necessita uma mudança no comportamento do aplicador, passando de “simples” pilotos de pulverizador para técnicos capacitados que entendam o processo da tecnologia de aplicação (ANTUNIASSI, 2012).

O domínio da técnica por todos os envolvidos nas atividades agrícolas é fundamental para que a correta aplicação seja realizada com segurança ambiental, social e humana, bem como a obtenção de resultados econômicos positivos (AZEVEDO & FREIRE, 2006).

Em uma aplicação de fitossanitários conhecer o produto a ser aplicado é de suma importância, porém, é necessário dominar a técnica mais adequada à aplicação, garantindo que o produto atinja o alvo de forma eficiente, minimizando as perdas (CUNHA, 2003a).

O sucesso de uma aplicação depende de alguns fatores, dentre eles: seleção das pontas, ajuste da taxa de aplicação da calda, parâmetros operacionais, condições ambientais favoráveis e momento correto da aplicação, sempre levar em consideração às recomendações agronômicas de cada produto (ANTUNIASSI & BAIO, 2008). Até mesmo o sentido de deslocamento da barra de pulverização deve ser observado no momento da aplicação, pois pode causar perdas na população de plantas, podendo interferir na produtividade dependendo da cultura (JUSTINO et al., 2006).

A escolha correta da ponta de pulverização e a redução da pressão podem ser estratégias eficientes na redução da deriva (COSTA et al., 2012).

A tecnologia de aplicação tem como ferramenta determinar a pulverização, ou seja, se a calda pulverizada atinge efetivamente o alvo (depósito) e o quanto se perde (deriva). Em pulverizações com produtos de contato, por exemplo, uma boa cobertura no alvo é primordial, pois a calda deve abranger maior área possível, evitando falhas no controle, sendo possível com a utilização de gotas mais finas (CHRISTOFOLETTI, 1997).

2.2 DEPÓSITO

Na tecnologia da aplicação de fitossanitários há possibilidade de quantificar o produto depositado no alvo com o auxílio de simuladores de barras, fios de nylon e marcadores. Esta técnica permite estimar quanto de produto atingiu efetivamente o alvo (SCUDELER et al., 2004; BOSCHINI et al., 2008).

O alvo natural pode ser utilizado como forma de avaliação da deposição da calda (ABI SAAD, 1996).

Rodrigues et al., (2011) utilizaram em seu trabalho folhas de plantas daninhas coletadas após a pulverização da solução água + 2% cloreto de sódio, lavadas em água deionizada e medida a condutividade elétrica da água. Os resultados obtidos pelos autores foram que o método de condutividade elétrica é coerente nas avaliações de eficiência e a eficácia de controle das plantas daninhas estudadas foi igual na menor e na maior taxa de aplicação. Em alvos naturais podem ser utilizados também marcadores artificiais como o pigmento fluorescente saturn yellow, que é avaliado com o auxílio da luz negra em percentagem, ajustado pelo modelo de Gompertz (SOUZA et al., 2007) e o corante azul brilhante quantificado por meio de espectrofotometria (absorbância), após lavagem em água.

Para determinar o depósito de agroquímico e estimar a deriva de forma indireta são realizados experimentos com uso de marcadores, com auxílio de espectrofotômetro. Os valores de absorbância quando relacionados a diferentes concentrações do corante, permitem o estabelecimento de uma equação de reta linear, indicando a concentração do marcador (mg L^{-1}) capturado pelo alvo durante a aplicação, com a seguinte equação (E_1):

$$Ci \times Vi = Cf \times Vf \qquad (E_1)$$

Em que: Ci = concentração do corante na calda aplicada; Vi = volume capturado pelo alvo (mL); Cf = concentração do corante na amostra, detectada pelo espectrofotômetro em absorbância e transformada para $mg.L^{-1}$; Vf = volume de diluição da amostra (SCUDELER et al., 2004).

Boschini (2008) utilizou método semelhante a Scudeler et al., (2004), e, para a obtenção da concentração do marcador na amostra, construiu uma curva de calibração, efetuando a leitura no espectrofotômetro, de concentrações conhecidas do corante e extraiu uma reta, pela qual determinou uma equação de

regressão que permitiu transformar os valores obtidos no espectrofotômetro em mg L^{-1}.

A variação da metodologia depende da cultura que se pretende avaliar, do ambiente (protegido ou a campo) e do produto a ser testado.

2.3 DERIVA

Outro fator muito estudado na tecnologia de aplicação, e considerado uma das maiores preocupações nas aplicações de produtos fitossanitários é a deriva, que se caracteriza pelo deslocamento não intencional das gotas pulverizadas, para um local diferente daquele que se pretende tratar (MONTEIRO, 2006). Isto reduz a eficiência do tratamento contra o agente de dano e eleva o potencial de contaminação do ambiente (MATTHEWS, 2000), além de que, as perdas por deriva são responsáveis por reduzir a dose real dos produtos sobre os alvos, e como o maior problema as gotas muito finas em condições climáticas limites (ANTUNIASSI, 2012).

Os padrões usuais admitem que percentuais de 1 a 5% de deriva do total aplicado significam quantidades aceitáveis, porém, Birchfield (2004) constatou que estes valores podem superar os 20% dependendo da técnica e das condições ambientais em que são aplicados. Foloni (2000) relatou em seu trabalho que pode-se minimizar a deriva utilizando métodos e técnicas de aplicação adequados ou mais apropriados, limpeza e regulagem do equipamento, aplicação em condições climáticas adequadas e/ou uso da formulação apropriada.

Gandolfo et al., (2014) quantificaram a deriva em diferentes pressões, sobre distintas pontas de pulverização do tipo padrão e concluíram que, o aumento da pressão causa aumento da porcentagem de deriva independente da ponta de pulverização. Quanto maior a pressão para uma mesma ponta, menor é o tamanho da gota e maior o risco de deriva (CHRISTOFOLETTI, 1999).

O tamanho adequado das gotas constitui um fator importante para que o produto pulverizado atinja o alvo com a mínima perda por deriva (MATTHEWS, 2000). Oliveira (2011) concluiu que as adições de adjuvantes à calda modificam o espectro de gotas e o potencial risco de deriva.

Técnicas de redução de deriva são as combinações de elementos estudados com o objetivo de minimizar a deriva (ANDEF, 2004). Madureira (2013) em seu trabalho concluiu que a combinação ponta de pulverização com indução de ar e adjuvante a base de polímero vegetal contribuiu para a redução do potencial risco de deriva.

A deriva em ambiente controlado pode ser simulada em túnel de vento, que consiste em uma instalação destinada a produzir, de forma regular, uma corrente de ar, com o objetivo de avaliar experimentalmente as condições do escoamento e de medir distribuições de esforços, de temperaturas e acompanhamento de partículas, além de outros elementos relevantes do estudo (MOREIRA JÚNIOR, 2009). Muito usado em túnel de vento, são os fios de polietileno com 2,0 mm de diâmetro, com largura adaptável a cada túnel de vento. Oliveira (2011) testou diferentes adjuvantes na calda com marcador azul brilhante e utilizou fios de polietileno em seu trabalho.

A distância horizontal teórica percorrida por uma gota de tamanho conhecido pode ser determinada em túnel de vento. Nas condições avaliadas por Cunha (2008b) a deriva estendeu-se prioritariamente os 5 m iniciais, e a maior distância horizontal estimada possível de ser percorrida foi de 38,3 m. Madureira (2013) avaliou o risco de deriva com adjuvantes e pontas de pulverização em túnel de vento de 5,3 m de comprimento, onde a maior porcentagem de deriva coletada foi na primeira distância estudada (1,5 m) nos alvos localizados mais próximos à barra de pulverização.

A simulação computacional também pode ser uma ferramenta para estimar a deriva percorrida pela gota. Cunha, (2008b) em trabalho realizado com o objetivo de avaliar a distância potencial de deriva, utilizou-se um software específico para avaliação de risco de deriva a partir de informações da forma de aplicação e condições climáticas e o resultado observado foi que 10% do volume evapora antes de atingir o alvo.

2.4 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

A tecnologia de aplicação é conhecida como uma ciência complexa e abrangente, pois é composta por itens que podem ser controlados: tipo de pontas, altura da barra de pulverização, velocidade de trabalho, e por itens não controláveis: principalmente o clima, que tem sua particularidade em cada aplicação (CARVALHO, 2013).

Para Christofoletti, (1999) o vento é um dos principais fenômenos que interferem na qualidade da aplicação, alterando o deslocamento da gota em direção ao alvo. Porém, a ausência total de vento pode ser prejudicial à qualidade da aplicação, dificultando a deposição de gotas pequenas, por poder proporcionar inversão térmica, que possibilita o ar frio descer por ser mais pesado que o ar quente, que tende a subir por ser mais leve, aumentando a chance de ocorrer deriva (ANTUNIASSI, 2005).

Em trabalho realizado sobre o efeito da intensidade do vento com diferentes tipos de pontas de pulverização em diferentes pressões, Costa et al., (2007) concluíram que nas maiores velocidades de vento, maior foi a deriva e que a redução da pressão de trabalho reduz a deriva dependendo do tipo de ponta utilizada. A FAO (2002) considera ideais as velocidades de vento de 1 a 2 m s^{-1} para aplicação terrestre. A temperatura e a umidade relativa do ar (UR%) contribuem para evaporação rápida das gotas, portanto, condições ideais devem ser observadas para que a pulverização seja mais eficiente (ANDEF, 2004).

Em experimento realizado a campo por Costa et al., (2007) várias velocidades de vento foram testadas, concluíram que as maiores intensidades de vento implicam em maior deriva coletada.

Balan et al., (2008) estudaram o efeito das condições climáticas na deposição das gotas e observaram baixa deposição sobre os coletores quando utilizadas pontas de jato cônico vazio que produzem gotas muito finas em condições ambientais de alta temperatura ambiente e a baixa umidade relativa do ar.

Em trabalho de inspeção realizado em pulverizadores, constatou-se que em 70% dos pulverizadores inspecionados, as condições climáticas (vento, umidade e temperatura) não são levadas em conta no momento da aplicação. Os autores sugerem que a eficiência dessas aplicações pode melhorar se adequarem

as pulverizações às condições climáticas, principalmente o vento (ALVARENGA & CUNHA, 2010).

Altas temperaturas, inversão térmica e a falta de estabilidade do ar dificultam a deposição do produto, e gotas muito pequenas podem sofrer deriva a grandes distâncias mesmo sob a ação de ventos relativamente fracos, o que é muito difícil de ser previsto devido à complexidade dos fatores ambientais envolvidos (CUNHA, 2008a).

A temperatura do solo se dá em função da disponibilidade de radiação solar na superfície do solo e das suas propriedades térmicas em absorver ou irradiar calor (PARTON & LOGAN, 1981), e tem efeito significativo sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

As trocas de calor no ar junto ao solo ocorrem basicamente por condução e convecção (TUBELIS, 1980). O fator dominante de transporte de calor na atmosfera é a difusão turbulenta, que tem duas causas: o movimento friccional ou convecção forçada que é causada por variações na rugosidade das superfícies e por variações da velocidade do vento com a altura; e o movimento convectivo, ou convecção livre, que é consequência do balanço positivo de radiação da superfície.

2.5 COBERTURA DO SOLO

Como método de conservação do solo, a cobertura com palha é amplamente utilizado no Brasil. O sistema de manejo e uso de solo alteram os aspectos físicos, químicos e biológicos (CARNEIRO et al., 2009). O sistema de plantio direto (SPD) é uma alternativa na redução das perdas de solo, quando bem utilizado. Em estudo realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2010) mostrou que o SPD reduziu em 76% as perdas de solo, quando comparado ao sistema de plantio convencional.

O escoamento de água superficial pode arrastar partículas e sedimentos de solo para outros locais, causando erosão e até voçorocas. A cobertura vegetal morta contribui para que essas perdas diminuam significativamente (CARVALHO et al., 2014).

A cobertura vegetal morta pode modificar o regime térmico diário do solo, principalmente pela capacidade de refletir a radiação solar, impedindo que esta chegue diretamente ao solo para aquecê-lo em demasia (STRECK et al., 1994). Nos processos de interação solo-atmosfera os perfis de temperatura e umidade de solos dependem, dentre outros fatores, das características físicas e das trocas de calor e vapor d'água com a atmosfera que, por sua vez, dependem do clima e da cobertura vegetal local (ALVALÁ et al., 2002).

Outro benefício da palhada é sua utilização como barreira física que limita a passagem de luz, dificultando a germinação de sementes de plantas daninhas. Além disso, há o efeito alelopático oriundo da decomposição de fitomassa ou exsudação das raízes, liberando substâncias que inibem o desenvolvimento inicial ou interferem em algum processo do desenvolvimento da planta invasora (BRAZ et al., 2006).

No Brasil num período de doze anos, mais que duplicou a área de plantio direto na palha ou com cultivo mínimo, segundo os dados da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012). Na safra de 1999/2000 a área cultivada no sistema de plantio direto na palha foi de 14.333.000 ha e em 2011/2012 foram 31.811.000 ha (FEBRAPDP, 2012).

Com o grande aumento na área cultivada, muitos são os trabalhos sobre os benefícios do plantio direto, porém, há demanda crescente aos questionamentos relacionados à tecnologia de aplicação. Em experimento com herbicida, Correia et al., (2010) afirmaram que em condições sob fortes chuvas o risco de lixiviação da atrazina é maior em sistema de plantio direto quando comparado ao sistema de plantio convencional, possibilitando a contaminação de lençóis freáticos.

Outro fator a ser considerado na cobertura do solo é quando realizar a dessecação da cobertura, antes do plantio da cultura a ser instalada. Monquero et al., (2010) observaram melhor resultado dos 7 aos 14 dias antes da semeadura da soja (DAS), proporcionando melhor desempenho para a cultura e quando a dessecação foi realizada próxima ao plantio, aos 2 DAS houve falhas no estande da cultura e aos 28 DAS observaram menor desenvolvimento na cultura e houve a necessidade de aplicação de herbicida pós emergente, aumentando o custo de produção.

3. ARTIGO: A COBERTURA DO SOLO NA DERIVA E DEPÓSITO SOBRE ALVOS ARTIFICIAIS EM PULVERIZAÇÕES

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no NITEC – Núcleo de Investigação de Tecnologia de Aplicação de Agroquímicos e Máquinas Agrícolas da UENP - Universidade Estadual do Norte do Paraná - *Campus* Luiz Meneghel em Bandeirantes – PR.

As avaliações de deriva foram realizadas utilizando um túnel de vento de 20 m de comprimento com secção transversal quadrada de dois metros com ventilação forçada por um ventilador axial de dupla hélice de 0,90 m de diâmetro, acionado pela tomada de potência (TDP) de um trator de 65 kW de potência no motor (GANDOLFO, 2013a).

A pulverização ocorreu pelo tempo de dois minutos pelo bombeamento em um circuito hidráulico instalado no terço inicial do túnel, dois metros após as lâminas defletoras da colmeia do difusor do túnel. Este circuito consta de uma barra estática de 1,5 m de comprimento com três pontas de pulverização instaladas a cada 0,5 m. O líquido pulverizado foi uma solução de água e marcador Azul Brilhante FCF (maltodextrina e corante artificial: azul brilhante FCF 11,00%) – Duas Rodas®, na concentração de 0,3% (m v). A pulverização foi realizada com pontas tipo jato plano comum modelo AXI 11002, com espectro de gotas finas produzidas à pressão de trabalho de 414 kPa. A barra de pulverização posicionou-se a altura de 0,50 m do piso do túnel.

As velocidades do vento simuladas pelo ventilador axial foram de 1 e 2 m s^{-1} e foram controladas pela rotação do eixo da tomada de força de um trator Jonh Deere 7515, sendo 700 RPM para a velocidade de 1 m s^{-1} e 1.400 RPM para 2 m s^{-1}. A aferição de cada velocidade do vento se deu por anemômetro de ventoinha modelo MDA 11 da marca Minipa colocado a cinco metros da barra de pulverização na direção do final do túnel.

Considerando a possibilidade de que a ventilação pudesse provocar queda de temperatura do ar e isto pudesse interferir nas características da

pulverização, instalou-se ao longo do teto do túnel 9 refletores com lâmpadas alógenas de 400 W cada, na direção descendente, as quais foram ligadas uma a uma e acionadas de forma independente para possibilitar o controle da temperatura e umidade relativa dentro do túnel, os quais foram medidas pela instalação de termo-higrômetro digital modelo MT-241, com precisão básica de +/- 2º C, no centro da secção quadrada do túnel a cinco metros de distância da barra de pulverização, em local próximo ao local onde foi instalado o anemômetro.

Sobre a base do túnel, iniciando abaixo da barra de pulverização até a distância de 5 m, foi colocado uma camada de 0,05 m de uma mistura de 25% em volume de areia de construção civil do tipo média e 75% de solo argiloso local para simular as aplicações em solo sem palha (Figura 1). A mistura de solo foi classificada por meio de análise granulométrica (Argila = 42%; Silte = 19%; Areia 39%) como Solo Tipo 03 (solos com teor de argila maior que 35%) Classe Textural Simplificada: Argilosa. Utilizou-se areia na mistura com o objetivo de facilitar a percolação do líquido pulverizado durante o ensaio, evitando sua saturação.

Figura 1: Distribuição da camada de solo no piso do túnel de vento.

Para as simulações de solo com palha foi acrescentada sobre a superfície do solo uma camada de matéria orgânica de grama cortada e seca em ambiente na quantidade de 1,0 kg m^{-2} para que toda a superfície do solo fosse

coberta (Figura 2). Sobre a palha seca foi colocada uma tela de arame galvanizado com malha de 50 mm para que o vento não arrastasse a palha durante as avaliações.

As temperaturas ambientes foram avaliadas por um termômetro digital modelo HT-208, com precisão básica de +/- 2ºC e as temperaturas da superfície do solo com e sem palha foram aferidas por um termômetro digital RAITEK® MT-4, com mira infravermelha e precisão básica de +/- 2ºC.

Figura 2: Camada de palha sobre o solo no piso do túnel de vento.

A instalação dos coletores para coleta da deriva nas diferentes velocidades de vento foram realizadas em três locais, sendo 5, 10 e 15 m de distância horizontal da barra de pulverização. Esta coleta ocorreu por meio da instalação de fios de nylon de 0,002 m de diâmetro com 0,385 m de comprimento e área de 0,242531 m^2, instalados horizontalmente a cada 0,2 m a partir do piso do túnel até a altura de 1,0 m.

As quantidades de marcador depositadas nos coletores foram submetidas aos valores de absorbância determinados em espectrofotômetro, calibrado no comprimento de ondas 630 nm, através da água de lavagem dos fios. A água utilizada para lavagem foi água destilada, na quantidade de 0,25 m^3 colocada juntamente com cada um dos fios dentro de um tubo de PVC de 0,6 m de

comprimento. Os tubos foram agitados com 15 movimentos verticais e 15 movimentos horizontais e posteriormente o líquido de cada tubo foi acondicionado em potes com tampas identificadas (Figura 3) e colocados em caixa térmicas opacas, para manutenção da temperatura e proteção contra a foto e termodegradação (Figura 4) para posteriormente realizar a leitura no espectrofotômetro.

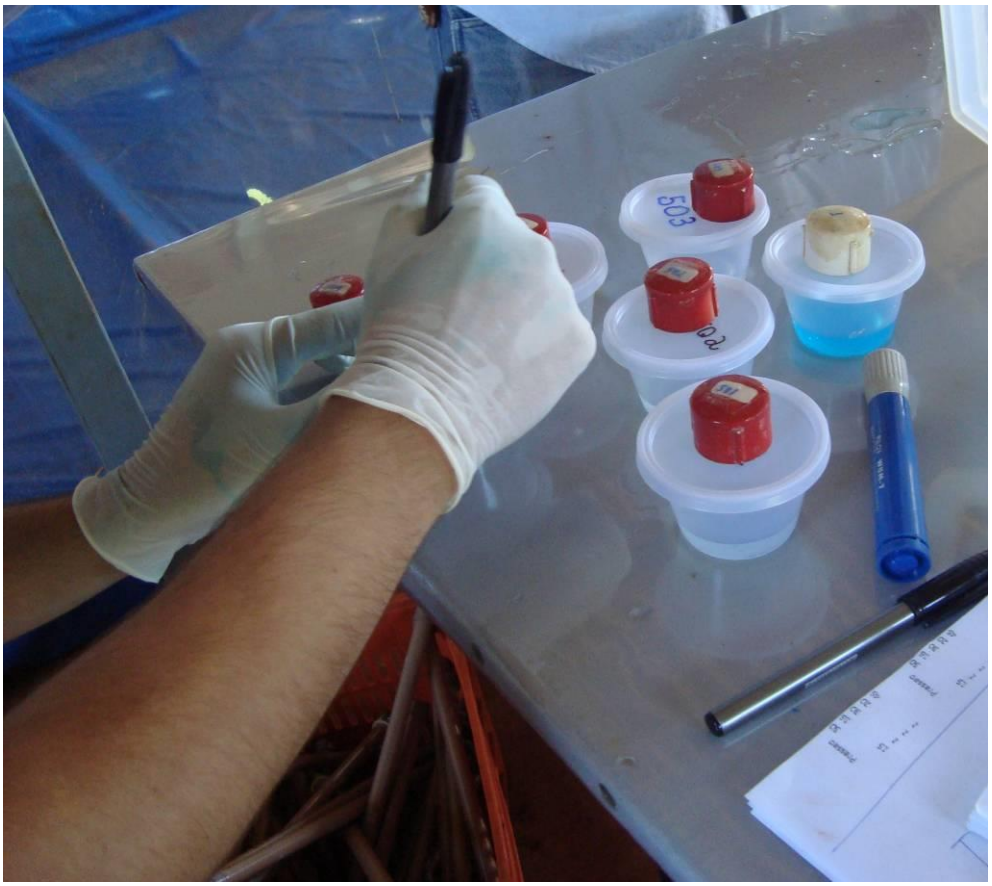

Figura 3: Identificação das amostras do líquido de lavagem dos fios.

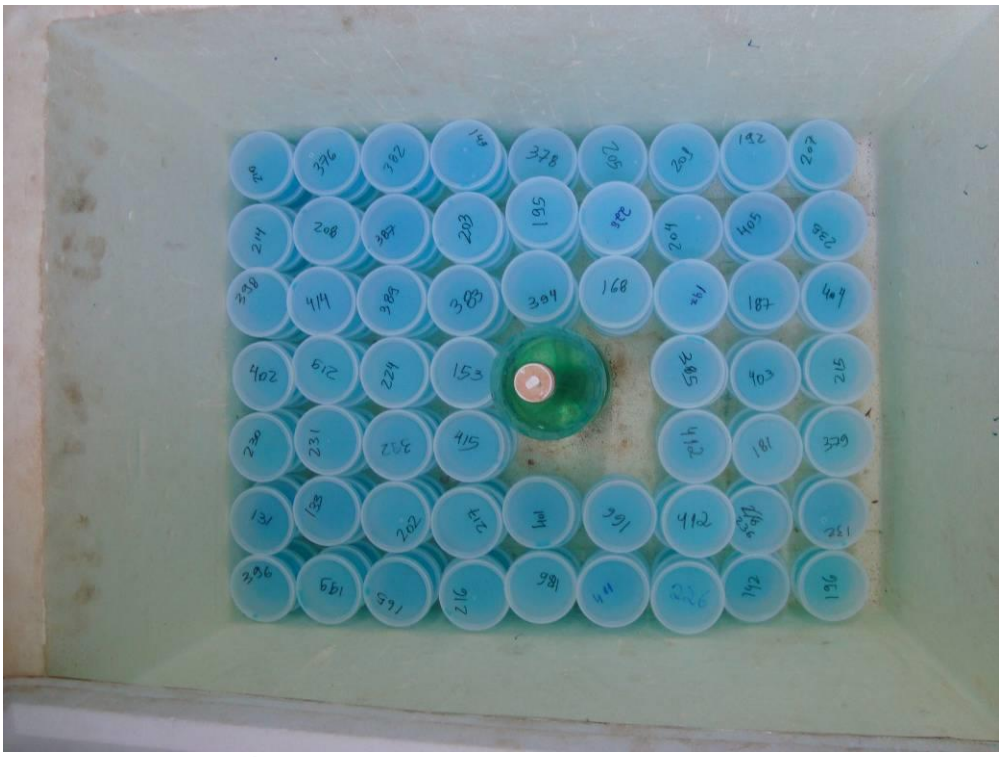

Figura 4: Caixa térmica opaca com as amostras.

As amostras da calda aplicada também foram submetidas aos valores de absorbância determinados em espectrofotômetro FEMTO 600 S na faixa espectral de 630 nm, tal como a água de lavagem dos fios de nylon (Figura 5).

Figura 5: Espectrofotômetro utilizado para a determinação da absorbância.

Para a obtenção da quantidade de corante foi determinada a absorbância de quatorze valores de diluição conhecida da calda aplicada (Figura 6), estabelecendo-se uma equação (Figura 7) para conversão dos valores de absorbância para concentração em mg L^{-1} do corante em cada amostra (y = 0,946x + 0,0224; R^2 = 0,9964). Os valores em volume por área (µL cm^{-2}) de corante da massa total pulverizada obtido em cada amostra foram utilizados nas comparações para se estabelecer a deriva coletada em função do tratamento, permitindo a obtenção da quantidade de calda coletada segundo a distância para cada altura e distância nas duas velocidades de vento simulada no momento da pulverização.

Figura 6: Diluição conhecida da calda aplicada.

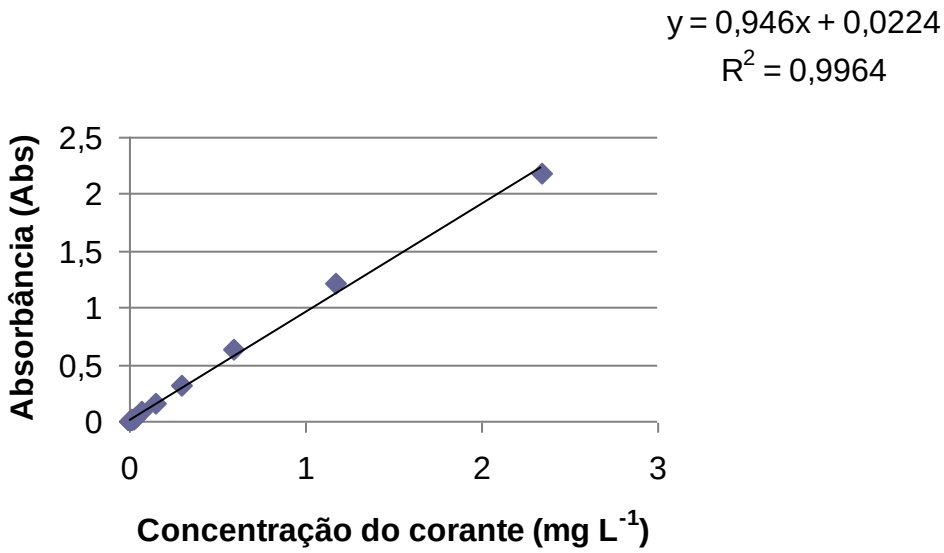

Figura 7: Curva de calibração para concentrações conhecidas do corante e equação de regressão da reta.

As avaliações de depósito segundo a velocidade de deslocamento da barra do pulverizador foram realizadas pela instalação de um simulador de pulverização de dez metros de comprimento, com barra de pulverização dinâmica de três metros de largura. Tanto a distância entre pontas quanto a altura de pulverização do simulador possuíam valores iguais ao ensaio de barra estática com vento ambiente no túnel de vento.

As velocidades de deslocamento da barra foram as mesmas utilizadas para o vento considerado no túnel, ou seja, 1 e 2 m s^{-1}. As pontas de pulverização também foram as mesmas, de jato plano comum modelo AXI 11002 e a pressão de trabalho utilizada de 414 kPa.

O ambiente estava isento de vento, já que o laboratório foi fechado no momento da aplicação e o monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar foram realizados pelos mesmos instrumentos utilizados no túnel de vento. Foram instalados 8 refletores luminosos de 400 W cada com potenciômetros, dispostos dos dois lados do ponto de coleta do simulador (Figura 8), com o objetivo de permitir variações de temperatura do ar, da superfície do piso e da umidade relativa do local. Tal qual nas avaliações no túnel de vento, os valores de temperatura do ar, da superfície e da umidade foram medidos com os mesmos instrumentos. O piso da área de pulverização do simulador também foi preenchido com material semelhante ao utilizado no piso do túnel com e sem cobertura vegetal morta (Figuras 9 e 10).

Figura 8: Refletores luminosos dispostos em ambos os lados.

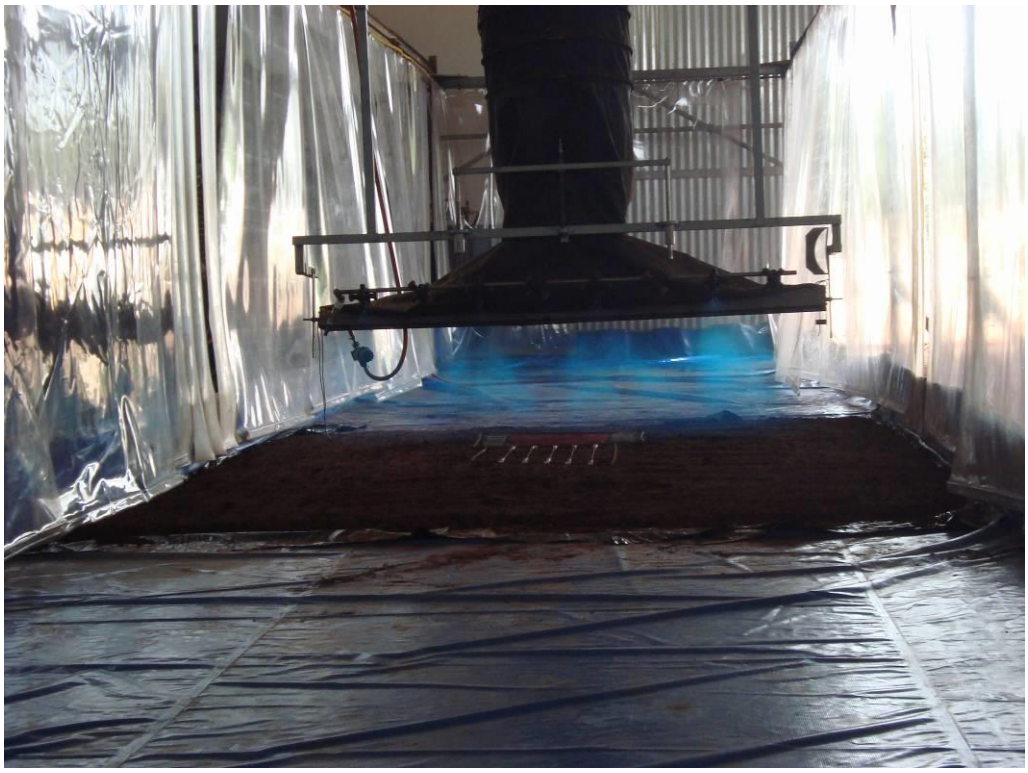

Figura 9: Superfície do simulador sem cobertura de palha.

Figura 10: Superfície do simulador com cobertura de palha.

Para coleta e determinação dos valores de depósito foram utilizados fios de nylon com a mesma técnica de diluição e determinação da equação da reta usadas para o ensaio em túnel de vento. Foram utilizados suportes de ferro galvanizado para acondicionar 5 coletores de nylon a 0,05 m sobre o solo alocados no piso do simulador em posição transversal e longitudinal (Figura 11), para verificar se a dispoção dos suportes em relação à barra de pulverização influenciaria no depósito da calda. A determinação dos valores de depósito nos coletores foram submetidas aos valores de absorbância determinados em espectrofotômetro, no comprimento de ondas 630 nm, obtidos por meio da água de lavagem dos fios. A água utilizada para lavagem foi água destilada, na quantidade de 25 cm^3 colocada juntamente com cada um dos fios dentro de um tubo de PVC de 0,6 m de comprimento. Os tubos foram agitados com 15 movimentos verticais e 15 movimentos horizontais e posteriormente o líquido de cada tubo foi acondicionado em potes com tampas, identificadas e colocados em caixa térmicas, para manutenção da temperatura e proteção contra a foto e termodegradação, realizados da mesma forma que para o ensaio anterior na deriva coletada no túnel de vento.

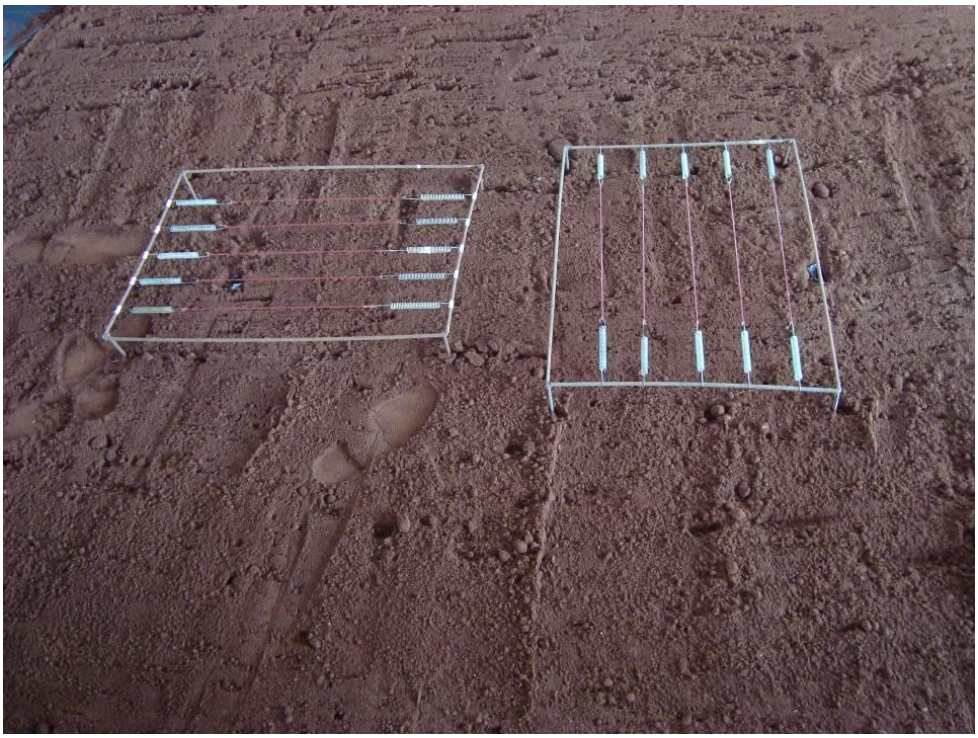

Figura 11: Fios coletores no simulador de barras.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições. Foi realizada a análise de variância e as médias da deriva e depósito foram comparadas pelo intervalo de confiança e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1 DERIVA

Os resultados obtidos para deriva coletada ao longo dos 15 m do túnel de vento estão expressos em volume por área (µL cm^{-2}) e mostram que houve diferença significativa entre a cobertura com palha e sem palha na distância de 5 m (Figura 12). Observa-se que quanto mais próximo o ponto de coleta da barra de pulverização maior a deriva coletada. Resultado semelhante obteve Gandolfo et al., (2013a) que em experimento realizado com calda de glifosate em diferentes tipos de pontas e adjuvantes, observaram também maior deriva coletada na menor distância entre o coletor e a barra de pulverização. Da mesma forma, constataram maior deriva nos pontos de coleta mais próximos ao piso do túnel, resultado semelhante ao observado neste trabalho (Figura 13). As maiores quantidades de deriva coletada nos alvos localizados nos primeiros mais próximos a barra de pulverização também foram detectadas por Cunha (2008b) e Madureira (2013).

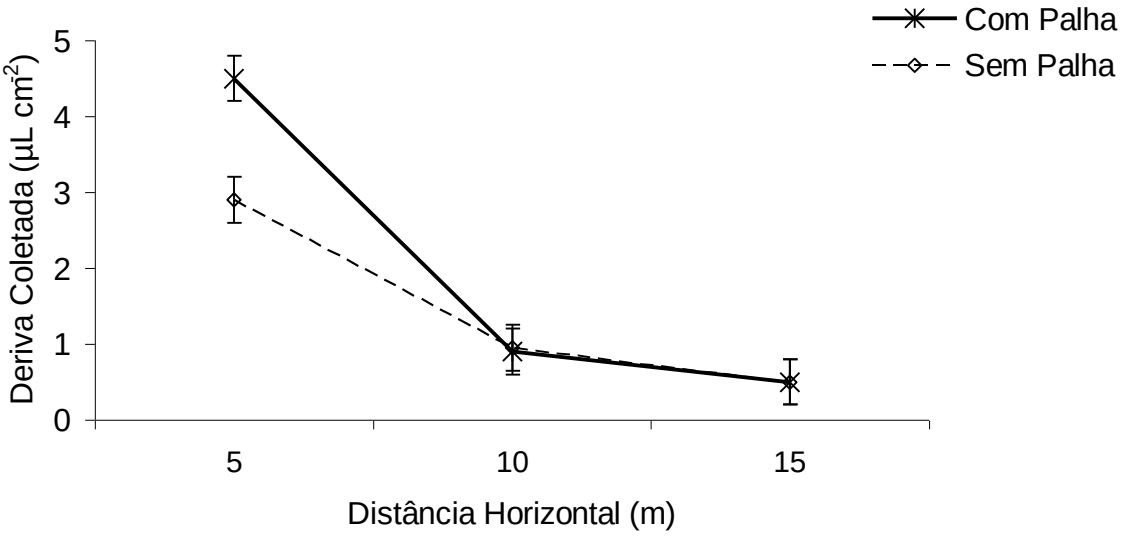

Figura 12: Deriva coletada (médias ± IC5%) com e sem palha nas três distâncias horizontais no túnel de vento.

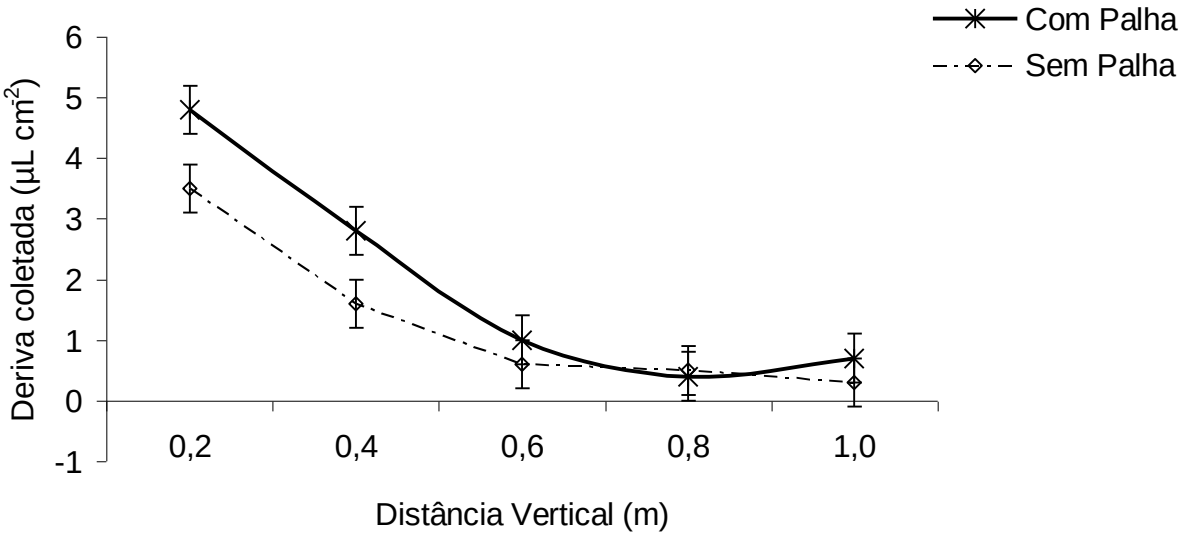

Figura 13: Deriva coletada (médias ± IC5%) com e sem palha nas cinco distâncias verticais em túnel de vento.

Nas distâncias verticais mais próximas ao piso do túnel de vento ocorreu maior deriva coletada, concordando com os resultados de Gandolfo et al., (2014) que observaram o mesmo fenômeno em diferentes pontas de pulverização e pressões operacionais. Tais depósitos maiores nos locais mais próximos ao solo caracterizariam uma trajetória descendente das gotas submetidas à deriva no túnel. Embora não se possa afirmar que a trajetória descendente das gotas ocorreria da mesma forma em condições de campo, deve-se admitir a possibilidade de que tal comportamento seja possível elevando os riscos de contaminação das áreas mais próximas ao local de aplicação do agroquímico.

A Figura 14 mostra diferença significativa da deriva coletada no túnel de vento nos tratamentos com e sem palha entre as diferentes velocidades de vento. O tratamento sem cobertura obteve menor deriva coletada quando comparada a cobertura com palha. Como a cobertura no túnel de vento foi colocada até os primeiros 5 metros da barra de pulverização, a rugosidade ou baixa uniformidade da superfície com palha pode ter influenciado no aumento da deriva coletada. Isto pode ter ocorrido pelo fato da palha proporcionar uma superfície com maior rugosidade criando uma barreira física ao escoamento do fluido, tornando o escoamento mais turbulento e ocasionando maior deriva. Em trabalho realizado com programas computacionais, Cunha (2008 b) observou que, se durante a trajetória da gota seu diâmetro for diminuído pelo processo de evaporação/turbulência, a distância da

deriva pode ser superior aos valores calculados, relacionando, portanto este efeito ao observado neste trabalho.

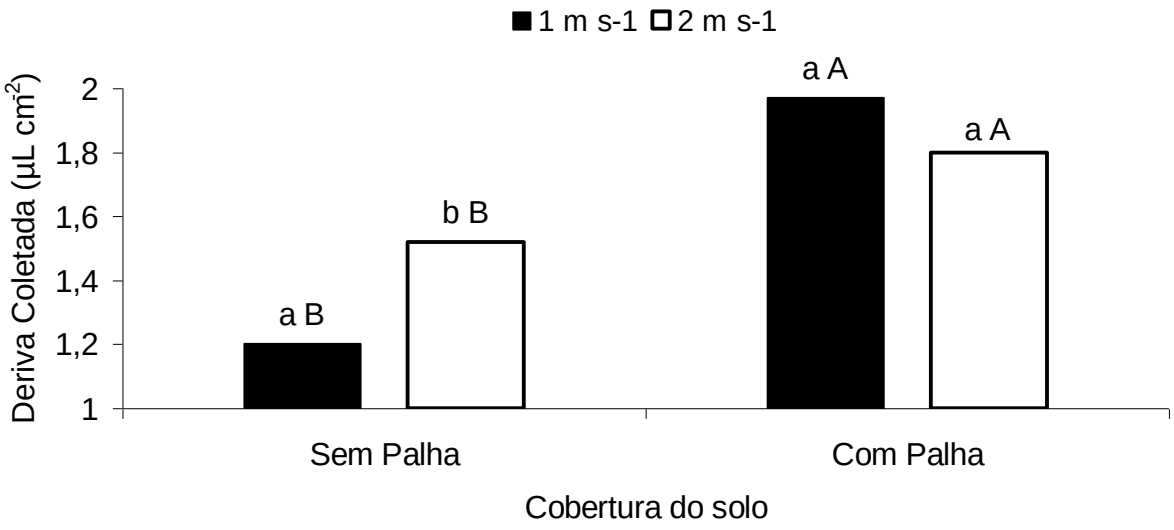

Figura 14: Deriva coletada em diferentes velocidades de vento com e sem cobertura de solo. Letras maiúsculas iguais indicam semelhança entre a deriva coletada nas coberturas do solo com e sem palha e letras minúsculas iguais indicam semelhança entre a deriva coletada nas velocidades do vento de 1 e 2 m s^{-2} pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Outro fator avaliado que pode ter proporcionado maior deriva foi a temperatura da superfície (Tabelas 1 e 2). Altas temperaturas, inversão térmica e a falta de estabilidade do ar dificultam a deposição do produto, e gotas muito pequenas podem sofrer deriva a grandes distâncias mesmo sob a ação de ventos relativamente fracos, o que é muito difícil de ser previsto devido à complexidade dos fatores ambientais envolvidos (CUNHA, 2008 b). A superfície de solo sem palha recebe calor e o absorve, diferentemente, a superfície de solo com palha reflete mais o calor, podendo apresentar maior temperatura superficial quando comparado ao solo sem cobertura. Nos processos de interação solo-atmosfera os perfis de temperatura e umidade de solos dependem, dentre outros fatores, das características físicas e das trocas de calor e vapor d'água com a atmosfera que, por sua vez, dependem do clima e da cobertura vegetal local (ALVALÁ et al., 2002).

Tabela 1: Valores médios de temperatura da superfície do solo no túnel de vento.

Velocidade do vento	Temperatura da superfície do solo (ºC)	
	Com palha	Sem palha
1 m s^{-1}	31,50 a A	28,37 a A
2 m s^{-1}	26,75 a B	24,37 a B

Letras maiúsculas iguais indicam igualdade na temperatura de superfície de solo nas duas velocidades de vento e letras minúsculas iguais indicam igualdade nas temperaturas de superfície de solo com e sem palha pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2: Valores médios de temperatura de superfície do solo no simulador.

Velocidade da barra	Temperatura da superfície do solo (ºC)	
	Com palha	Sem palha
1 m s^{-1}	31,87 a A	29,38 a A
2 m s^{-1}	30,62 a B	29,00 a B

Letras maiúsculas iguais indicam igualdade na temperatura de superfície de solo nas duas velocidades de vento e letras minúsculas iguais indicam igualdade nas temperaturas de superfície de solo com e sem palha pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Uma vez que a cobertura sobre o solo filtra os feixes de luz de ondas longas refletindo o calor evitando que o mesmo atue sobre a superfície do solo, promove maiores valores de temperatura de superfície sobre solos cobertos quando comparado a solos nus (ADEGAS et al., 2013), podendo ocasionar maior evaporação das gotas finas numa pulverização aumentando a deriva. Considerando a maior temperatura de superfície constatada no ensaio e mostrada na Figura 15, pode-se atribuir também a maior deriva sobre solos cobertos devido a maior reflexão de calor. Também foi observado que no túnel de vento com a maior velocidade se obteve a menor temperatura de superfície do solo. Isto ocorreu devido a maior capacidade de retirada de calor do solo quando a velocidade do vento aumenta, reduzindo o gradiente de temperatura em superfície e em altitude, elevando a estabilidade atmosférica conforme proposto por Tubelis (1980). Este resultado pode ter influenciado a maior deriva em solo com palha. A cobertura vegetal morta pode modificar o regime térmico diário do solo, principalmente pela capacidade de refletir a radiação solar, impedindo que esta chegue diretamente ao solo para aquecê-lo. (STRECK et al., 1994).

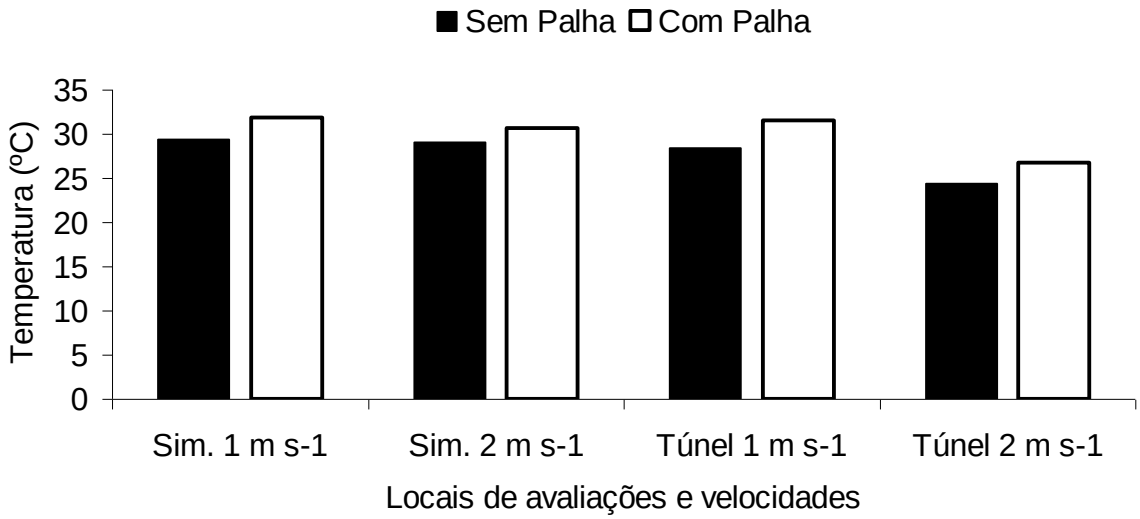

Figura 15: Temperatura da superfície do solo no túnel de vento e no simulador.

3.2.2 DEPÓSITO

Nas aplicações com o simulador foi observada diferença significativa de depósito coletado entre os tratamentos com e sem palha (Figura 16). No tratamento com palha, na velocidade da barra de 1 m s^{-1} houve maior depósito. Esse resultado contraria o observado por Zaidan et al., (2012), onde avaliaram o depósito em diferentes locais da planta e concluíram que a velocidade de deslocamento do pulverizador não interfere na eficiência da aplicação.

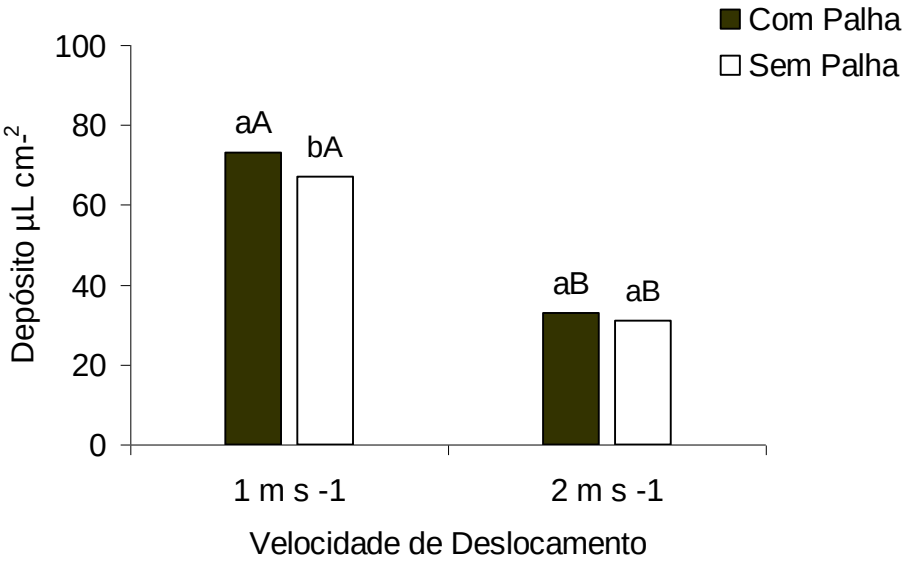

Figura 16: Depósito coletado sobre solo com e sem palha em duas velocidades de deslocamento.
Letras minúsculas iguais indicam semelhança de depósito com e sem palha na superfície do solo e letras maiúsculas iguais indicam semelhança de depósito nas duas velocidades de deslocamento pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A análise sobre o depósito obtido nos fios de nylon dispostos na longitudinal e na transversal mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Também Justino et al., (2006) não observaram diferença significativa na produção da soja quando avaliaram o sentido de deslocamento da barra do pulverizador em relação a linha da cultura. Embora não haja uma relação segura entre as avaliações do autor citado e deste trabalho, já que são distintas na forma e no objetivo, pode-se considerar que a exposição completa dos fios ou das plantas à calda pulverizada sem nenhuma barreira física impedindo que as gotas atinjam o

alvo, não afeta o depósito de calda independentemente de sua disposição em relação à direção de deslocamento da barra (Tabela 3).

Tabela 3: Depósito coletado em função da disposições dos fios no simulador.

Disposição dos fios	Depósito coletado (µL cm^{-2})			
	1 $m.s^{-1}$		2 $m.s^{-1}$	
	Com Palha	Sem Palha	Com Palha	Sem Palha
Longitudinal	72 a A	66 a A	67 a B	64 a B
Transversal	71 a A	68 a A	72 a B	70 a B

Letras minúsculas iguais indicam semelhança nos depósitos na disposição longitudinal e transversal e letras maiúsculas iguais indicam igualdade nos depósitos nas duas velocidades pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3.3 CONCLUSÕES

O aumento da velocidade do vento em túnel tem efeito mais pronunciado sobre a deriva em solo sem cobertura morta quando comparado com solo coberto.

O aumento da velocidade da barra de pulverização afeta os depósitos sobre coletores artificiais.

Os depósitos coletados são afetados pela presença de palha na superfície do solo.

A disposição longitudinal ou transversal dos coletores artificiais em relação a barra de pulverização não produz diferenças nos depósitos coletados.

4 REFERÊNCIAS

ABI SAAD, O. J. G. **Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no município de Londrina/PR**. 1996. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agrônoma) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

ANA. Agência Nacional de Águas. 2010. **Conservação de água e solo**. http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/ANAConservacao_agua_solo_Felix_Domingues.pdf. Acesso 03/05/2013.

ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P**. ASPECTOS DA BIOLOGIA E MANEJO DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DIRETO**. In: Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO NORDESTE, 2., 2013, Campina Grande. Desafios, avanços e soluções no manejo de plantas daninhas: palestras. Brasília, DF: Embrapa: SBCPD, 2013, 2014. Acesso 10/02/2014. http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/978135/1/Aspectosdabiologiaemanejodeplantasdaninhasemplantiodireto.pdf

ALVARENGA, C. B.; CUNHA, J. P. A. R. **Aspectos qualitativos da avaliação de pulverizadores hidráulicos de barra na região de Uberlândia, Minas Gerais**. Eng. Agríc. [online]. 2010, vol.30, n.3, pp. 555-562. ISSN 0100-6916.

ALVALÁ, R. C. S.; GIELOW, R.; ROCHA, H. R.; FREITAS, H. C.; LOPES, J. M.; MANZI, A. O.; VON RANDOW, C.; DIAS, M. A. F. S.; CABRAL, O. M. R.; WATERLOO, M. J. Intradiurnal and seasonal variability of soil temperature, heat flux, soil moisture content, and thermal properties under forest and pasture. In Rondônia**. Journal of Geophysical Research - Atmospheres**, v.107, p.10-20, 2002.

ANDEF. Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de Tecnologia de Aplicação.** Campinas, 2004. Disponível em: http://www.andefedu.com.br/uploads/img/manuais/arquivo/ANDEF_MANUAL_TECNOLOGIA_DE_APLICACAO_web.pdf. Acesso 21/05/2013.

ANTUNIASSI, U. R.;Tecnologia de aplicação para controle da ferrugem da soja. In: **WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA**, 1., 2005, Uberlândia. Coletânia... Uberlândia: EDUFU, 2005. p. 193-219.

ANTUNIASSI, U. R.; BAIO, F. H. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo. p. 174-175. 2008

ANTUNIASSI, U. R. **Tecnologia de aplicação: Conceitos básicos, inovações e tendências**. IN Publicações Chapadão: Soja e Milho 2011/2012. 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2012. cap 16, p 113-139.

ANTUNIASSI, U. R. **Em busca do sucesso na Tecnologia de Aplicação. IN Publicações Chapadão: Algodão. 2011/2012.** 5 ed. Chapadão do Sul: Fundação Chapadão. 2012. cap 15, p 89-98.

AZEVEDO, F. R.; FREIRE, F. C. O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas** - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 47 p. In: Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 102. ISSN 1677-1915.

BALAN, M. G.; ABI SAAB, O. J. G.; SILVA, C. G.; 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.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo. Manole. 1990, 307 p.

BIRCHFIELD, N. B. **Pesticide spray drift and ecological risk assessmente in the U. S. EPA: a comparison between current default spray drift deposition levels and AgDRIFT prediction in screening-level risk assessment. International Advances in Pesticide Application**. AAB. Wellesbourne. U.K. Vol I. 2004. p125-31

BOSCHINI, L.; CONTIERO, R. L.; MACEDO JÚNIOR, K. E.; GUIMARÃES, V. F. Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja. **Acta Sci. Agron. Maringá**, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.

BORTOLUZZI, E. C.; ELTZ, F. L. F. **Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, n. 2, p. 449-457, 2000.

BRAZ, A. J. B. P.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVEIRA, P.M.; KLIEMANN, H.J.; COBUCCI, T.; BRAZ, G.B.P. **Emergência de plantas daninhas em lavouras de feijão e de trigo após o cultivo de espécies de cobertura de solo.** Planta Daninha, v. 24, n. 4, p. 621-628, 2006.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. **Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 33, n. 1, fev. 2009.

CARVALHO, F. K. **Influência de adjuvantes de calda no depósito e deriva em aplicações aéreas e terrestres**. 2013. 61 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013.

CARVALHO, A. C. B.; RIBEIRO, C. B. M.; ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; SOBRINHO, F. S. **Erosão Potencial Laminar Hídrica em um Latossolo Vermelho Amarelo sob Três Formas de Cultivo**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 1, p. 193-206, 2014. ISSN: 1984-2295.

CHAIM, A. **Processos de aplicação de produtos fitossanitários e contaminação ambiental**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1989. 24p. (EMBRAPA. CNPDA. Circular Técnica, 3).

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Diadema: Spray Systems do Brasil, 1997. 14p.

CHRISTOFOLETTI, J. C. **Considerações sobre a deriva nas pulverizações agrícolas e seu controle**. São Paulo: Teejet South America, 1999. 15 p. (Boletim técnico, 4).

CORREIA, F. V.; LANGENBACH, T.; CAMPOS, T. M. **Avaliação do transporte de atrazina em solos sob diferentes condições de manejo agrícola**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 34, n. 2, abr 2010.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; CORDEIRO, J. G. F.; SILVA, J. R. M. **Efeito de pontas e pressões de pulverização na deriva de glyphosate + 2,4-D em condições de campo.** Rev. Bras. Herbicidas. 2012, vol.11, n.1, p.62-70. ISSN 2236 – 1065.

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 [online]. 2007, vol.25, n.1, pp. 203-210. ISSN 0100-8358.

CUNHA, J. P. A. R. **Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes condições de pulverização**. Ciênc. agrotec. [online]. 2008a, vol.32, n.5, pp. 1616-1621. ISSN 1413-7054.

CUNHA, J. P. A. R. **Simulação da deriva de agrotóxicos em diferentes métodos de aplicação.** Revista Ciência Agronômica, 2008b, v. 39, n. 4, p. 487-493. Fortaleza, CE. ISSN 1806-6690.

CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do Chlorotalonil no controle de doenças do feijoeiro.** 2003. 81 f. Tese de Doutorado – Curso de Engenharia Agrícola. Departamento de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, 2003.

FAO. **Guías sobre buenas prácticas para la aplicación terrestre de plaguicidas**. Roma, 2002. ISBN 92-5-304718-6

FEBRAPDP. **Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (2012)**. http://www.febrapdp.org.br. Acesso 22/10/2013.

FOLONI, L. L. Impacto ambiental do uso de herbicidas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**, 22, 2000, Foz do Iguaçu. Palestras. Londrina: SBCPD, 2000. p. 49-91.

GANDOLFO, M. A.; CARVALHO, F. K.; CHECHETTO, R. G.; GANDOLFO, U. D.; MORAES, E. D. **Effect of working pressure at different spray nozzles on drift quantification in wind tunnel.** Eng. Agríc. Jaboticabal , v. 34, n. 1, 2014.

GANDOLFO, M. A.; CHECHETTO, R. G.; CARVALHO, F. K.; GANDOLFO, U. D.; MORAES, E. D. **Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate**. Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza v. 44, n. 3, 2013a.

GANDOLFO, M. A.; CARVALHO, F. K.; CHECHETTO, R. G.; GANDOLFO, U. D.; MORAES, E. D. **Periodic inspection of sprayers: diagnostic to the northern of Paraná**. Eng. Agríc**.**, Jaboticabal, v.33, n.2, 2013b.

JUSTINO, A. MENON, L.; BORA, L.; GARCIA, L. C.; RAETANO, C. G. **Sentido de pulverização em culturas de soja e feijão com pulverizador de barras**. Eng. Agríc**.**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, 2006.

MADUREIRA, P. R. **Pontas e adjuvantes no potencial risco de deriva em pulverizações de produtos fitossanitários**. 2013. 68 f. Tese de Mestrado em Agronomia (Proteção de Plantas). UNESP, Botucatu, 2013.

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

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. Malden: Blackwell Science, 2000. 432p.

MONTEIRO, M. V. M. Deriva e seu controle. In: **Compêndio de Aviação Agrícola**. 1a ed. Cidade, Sorocaba, SP. p192. 2006.

MONQUERO, P.A.; MILAN, B.; SILVA, P.V.; HIRATA, A.C.S. **Intervalo de dessecação de espécies de cobertura do solo antecedendo a semeadura da soja**. Planta daninha, Viçosa, v. 28, n. 3, 2010.

MOREIRA JÚNIOR, O. **Construção e validação de um túnel de vento para ensaios de estimativa de deriva em pulverizações agrícolas**. 2009. 72 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

OLIVEIRA, G. M.; BALAN, M. G.; FONSECA, I. C. B.; ABI SAAB, O. J. G. A. **Sentidos de aplicação e pontas de pulverização no percentual de cobertura em alvos artificiais, para diferentes situações de orientação de alvo e vento**. Cienc. Rural, Santa Maria, v.42, n.4, 2012.

OLIVEIRA, R. B. **Caracterização funcional de adjuvantes em soluções aquosas.** 2011. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

PARTON, W. J.; LOGAN, J. A. **A model for diurnal variation in soil and in temperature. Agricultural Meteorology**, v.23, p.205- 216, 1981.

RODRIGUES, E. B.; ABI SAAB, O J. G.; GANDOLFO, M. A.. **Cana-de-açúcar: avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glifosato.** Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 15, n. 1, jan. 2011.

RUAS, R. A. A.; TEIXEIRA, M. M.; SILVA, A. A.; FERNANDES, H. C.; VIEIRA, R. F. **Estimativa de parâmetros técnicos da tecnologia de aplicação do glyphosate no controle de Brachiaria decumbens**. Rev. Ceres (Impr.), Viçosa, v. 58, n. 3, jun. 2011.

SCHNEIDER, J. L.; OLIVEIRA, G. M.; BALAN, R. E.; CANTERI, M. G.; ABI SAAB, O. J. G. Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar. **Ciência Rural** [On-line] 2013, 43 (Mayo-Sin mes). ISSN 0103-8478 .

SCUDELER, F.; RAETANO, C. G.; ARAÚJO, D.; BAUER, F. C. **Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais**. Bragantia, Campinas, v. 63, n. 1, 2004.

SOUZA, R. T.; CASTRO, R. D.; PALLADINI, L. A.. **Depósito de pulverização com diferentes padrões de gotas em aplicações na cultura do algodoeiro**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 27, n. spe, jan. 2007.

STRECK, N.A.; SCHNEIDER, F.M. & BURIOL, G.A. Modificações físicas causadas pelo mulching. R. Bras. Agromet., 2:131-142, 1994.

TUBELIS, A. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980.

ZAIDAN, S. E.; GADANHA JÚNIOR, C. D.; GANDOLFO, M. A.; PONTELLI,C. O.; MOSQUINI, W. W. **Performance of spray nozzles in land applications with high speed**. Eng. Agríc., Jaboticabal , v. 32, n. 6, 2012.