

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

LEANDRO LUIZ DA SILVA

**APLICAÇÃO AÉREA E CONVENCIONAL DE FUNGICIDA PARA CONTROLE DE
DOENÇAS NO MILHO**

Uberlândia – MG

Junho – 2009

LEANDRO LUIZ DA SILVA

**APLICAÇÃO AÉREA E CONVENCIONAL DE FUNGICIDA PARA CONTROLE DE
DOENÇAS NO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: João Paulo A. Rodrigues da Cunha

Uberlândia – MG

Junho – 2009

LEANDRO LUIZ DA SILVA

**APLICAÇÃO AÉREA E CONVENCIONAL DE FUNGICIDA PARA CONTROLE DE
DOENÇAS NO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Eng^a. M. Juliana Araújo S. Martins.

Membro da Banca

Eng^a. Agr^a. Mariana R. Bueno

Membro da Banca

Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha

Orientador

AGRADECIMENTOS

Sou grato em primeiro lugar a esse grande DEUS, que vem nos guarnecendo, nos amparando perante as dificuldades. Agradeço por conceder a mim saúde, sabedoria, paciência, enfim, por tudo que me ofertaste, para assim poder concluir esta importante etapa de minha vida.

Aos meus familiares, em especial meus queridos pais Luiz e Maria, expresso aqui meu sentimento de gratidão por todo apoio e consideração, que com absoluta certeza foram essenciais para a conclusão não apenas desta etapa, mas sim de um trabalho que estes vem realizando e já dura 23 anos. Também agradeço as minhas irmãs Simone e Cynara e ao meu sobrinho Danilo por todo apoio, carinho.

A minha querida Renata e ao meu filho Matheus, agradeço presença de vocês em minha vida, saiba que por vocês tenho um carinho e um amor incondicional.

Agradeço ao Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha, que além de ser um excelente profissional que a universidade tem a honra de ter como professor é também um exemplo de pessoa.

Aos meus amigos, em especial os de longa data e os da 38° turma, agradeço o companheirismo e a amizade de cada um de vocês, e desejo sucesso a todos nós.

RESUMO

A cultura do milho tem um enorme potencial produtivo, no entanto este não é expresso em sua totalidade em virtude de uma série de fatores como, por exemplo, os relacionados à tecnologia de aplicação de fungicida e também as diversas doenças foliares que assolam a cultura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da tecnologia de aplicação empregada para a aplicação de fungicida no controle de doenças do milho e na deposição da calda sobre a cultura. Realizou-se a semeadura do híbrido AG7010, avaliando-se após aplicação do fungicida (piraclostrobina + epoxiconazol), a deposição de calda no dossel da cultura, a severidade de doenças, a massa de mil grãos e a produtividade. Para análise de deposição de gotas, o ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, no esquema de parcelas subdivididas, em que as posições superior, média e inferior do dossel da cultura constituíram as parcelas, e as formas de aplicação (aérea com 15 e 30 L ha⁻¹ e terrestre com 100 L ha⁻¹ empregando ponta de jato plano defletor indução de ar e ponta de jato plano defletor duplo) as subparcelas. Para a análise de severidade de doenças, massa de mil grãos e produtividade, o ensaio foi conduzido com quatro repetições e sete tratamentos (aérea com 15 e 30 L ha⁻¹, terrestre com 100 e 150 L ha⁻¹, empregando ponta de jato plano defletor com indução de ar e ponta de jato plano defletor duplo, e um tratamento adicional que não recebeu fungicida). O estudo da deposição foi realizado com o emprego de papéis hidrossensíveis. Concluiu-se que os tratamentos terrestres apresentaram maior deposição de calda no dossel da cultura do milho em relação aos tratamentos aéreos, contudo todos os tratamentos proporcionaram a deposição mínima suficiente para o sucesso de uma aplicação de fungicida. A cobertura do alvo na parte inferior da cultura do milho foi menor do que na parte superior em todos os tratamentos. A aplicação de fungicida, independente da forma de pulverização, reduziu a severidade de Mancha Branca e Mancha de Cercospora. As aplicações aéreas e terrestres não se diferenciaram quanto à severidade das doenças. Na análise de produtividade, o tratamento aéreo (30 L ha⁻¹) foi o que proporcionou maior produtividade, diferindo estatisticamente da testemunha e da aplicação aérea com 15 L ha⁻¹.

Palavras chave: Tecnologia de aplicação, aviação agrícola, pulverização.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays L.*) é uma das mais semeadas no mundo, sendo a mesma explorada em larga escala em todos os continentes, representando importante fator sócio-econômico, principalmente nos países de terceiro mundo. No entanto, mesmo com a evolução gradativa das quantidades produzidas e rendimentos obtidos, a produção de grãos por unidade de área não traduz o potencial genético dos materiais recomendados pela pesquisa. Certamente são vários os fatores que levam a diminuição da produtividade, como por exemplo, fatores climáticos, fertilidade do solo, pragas, doenças e também a maneira que os produtos agroquímicos atingem o alvo, ou seja, fatores relacionados à tecnologia de aplicação dos agroquímicos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2003).

No Brasil o milho vem tendo uma enorme evolução nos últimos anos. A adoção de novas tecnologias vem ajudando na obtenção de altos níveis de produção. Apesar desta melhoria, a partir da década de 90 ocorreu um aumento da frequência de doenças foliares no milho, causando perdas econômicas em diversas regiões. A partir do início do ano 2000 iniciou-se o uso intensivo de fungicidas para reduzir as perdas ocasionadas pelas doenças foliares. Atualmente, várias regiões produtoras de milho utilizam fungicidas dentro de seu pacote tecnológico. Além da introdução de novos produtos na cultura, houve um incremento significativo da tecnologia de aplicação, e uma dessas tecnologias foi a aviação agrícola, uma vez também que com o aumento dos custos de manutenção da lavoura, em destaque os insumos, é conveniente que os produtores busquem alternativas que minimizem esses custos.

Desse modo, a tecnologia de aplicação é uma ferramenta que pode ser usada para maximizar a produtividade quando utilizada de maneira correta. Nesse contexto, tem-se a aplicação aérea que é uma realidade em boa parte das regiões produtoras de grãos no Brasil. O resultado esperado de um bom produto está ligado à qualidade de sua aplicação. A aplicação aérea permite cobrir extensas áreas em pouco tempo, possibilitando aplicações em épocas corretas (BOLLER; FORCELINE, 2007).

O êxito dos tratamentos fitossanitários depende em grande parte da identificação, da quantidade e da localização do alvo a ser atingido. O tamanho, o formato, a natureza da superfície e outras características do alvo influem no impacto e na retenção das gotas pulverizadas. De acordo com as características do alvo e das condições ambientais, devem-se selecionar os defensivos e os equipamentos mais eficazes para atingi-lo, buscando sempre o menor desperdício possível de agrotóxico e o maior efeito biológico (BOLLER; FORCELINE, 2007).

A técnica de transporte do produto ao alvo está ligada ao tipo de máquina utilizada e aos efeitos ambientais (temperatura, umidade relativa e velocidade do vento), assim a escolha do maquinário e os cuidados operacionais devem ser devidamente tomados a fim de evitar contaminações e riscos ambientais, perdas de produtos, aumento dos custos e ineficácia de controle.

Na maioria das vezes, tem-se dado muita importância ao produto fitossanitário a ser usado e pouca à técnica de aplicação. Entretanto, não basta apenas conhecer e escolher os mais eficientes produtos, pois é também fundamental, dar-se conta da forma de aplicação mais adequada, para assim minimizar as perdas. E para isso, é necessário uniformidade de aplicação, época correta de aplicação e espectro de gotas adequado.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da tecnologia de aplicação empregada para a aplicação de fungicida no controle de doenças do milho e na deposição da calda sobre a cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Milho

A cultura do milho (*Zea mays*. L) foi uma das primeiras fontes de alimento utilizadas pelas civilizações do continente americano, as quais foram responsáveis, pelas primeiras domesticações e cultivo da espécie. Atualmente, o milho é uma das plantas mais utilizada para a produção de alimentos, ração para animais e produção de fibras em várias regiões do mundo (AYALA; JUAN, 2001).

De acordo com o Agriannual (2008), os números da safra 2007/2008 mostram que os principais produtores mundiais de milho são os Estados Unidos (331 milhões de toneladas), China (148 milhões de toneladas), Brasil (50 milhões de toneladas), Argentina (24 milhões de toneladas) e México (23 milhões de toneladas), que contribuem respectivamente, com 42,9%, 19,2%, 6,5%, 3,4% e 2,9% da produção mundial (771 milhões de toneladas). No âmbito nacional, a cultura de milho apresenta área cultivada de aproximadamente 14.640 milhões de hectares e produção de cerca 49.848 milhões de toneladas na safra 2007/2008, colocando-se entre os principais grãos cultivados.

Atualmente, com o incremento das áreas irrigadas e a adoção do sistema de plantio direto, muitas vezes com cultivos sucessivos do milho na mesma área, criaram-se condições ideais para o desenvolvimento de várias doenças, antes consideradas secundárias, destacando-se as doenças causadas por fungos (BRANDÃO, 2002). Desde então, com estes fatores limitando o aumento da produtividade passou a ser necessário o uso de fungicidas (JULIATTI; SOUZA, 2005).

Para aplicação dos fungicidas além de se conhecer a natureza do produto, também é necessário dominar a forma adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando as perdas e reduzindo a contaminação do ambiente (CUNHA et al., 2005). Muitas vezes, entretanto, parte do produto aplicado perde-se no

ambiente, principalmente pela má qualidade da aplicação, seja ela terrestre ou aérea, sendo este um dos maiores problemas da agricultura moderna a ser superado (SUMNER; SUMNER, 1999).

2.2 Conceitos relacionados à tecnologia de aplicação

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas constitui-se uma área de grande importância para um programa de controle de doenças de plantas, e compreende o emprego de todos os conhecimentos científicos, que proporcionem uma correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, no momento adequado e com o mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1990).

Segundo Azevedo (2003), o insucesso dos tratamentos fitossanitários muitas vezes está associado a problemas de tecnologia de aplicação e implica em prejuízos econômicos, controle insuficiente de pragas, doenças ou plantas daninhas, resistência dos mesmos e despesas adicionais com novas aplicações. A tecnologia de aplicação visa, entre outros aspectos, a aplicação segura dos defensivos agrícolas, no momento correto, para proporcionar adequada proteção aos cultivos (BOLLER; FORCELINE, 2007).

2.2.1 Alvo biológico e alvo químico

Alvo biológico é o local exato em que se deseja depositar um defensivo, para que o mesmo possa apresentar a sua máxima eficiência biológica. O alvo biológico pode ser representado por uma parte de uma planta cultivada, uma planta daninha ou sementes no solo, um inseto, um fungo ou uma bactéria. Já o alvo químico é o local onde o produto fitossanitário deve ser depositado, para poder atuar sobre o alvo biológico. Em outras palavras, por não ser possível depositar o produto fitossanitário somente sobre o alvo biológico, este é aplicado em uma superfície maior (alvo químico). Assim, o alvo é uma entidade eleita para ser atingida direta ou indiretamente pelo processo de aplicação de um defensivo (RAMOS; PIO, 2003).

2.2.2 Vazão

Representa a quantidade, em volume de calda distribuída por unidade de tempo. A vazão costuma ser expressa em litros por minuto ou litros por hora. Pode-se considerar a vazão de um só bico, de toda a barra pulverizadora ou de uma bomba instalada em uma máquina aplicadora. Alguns dos fatores que mais afetam a vazão são os tipos de pontas de pulverização, o diâmetro dos seus orifícios e a pressão exercida sobre o líquido que flui através das mesmas (BOLLER; FORCELINE, 2007).

2.2.3 Volume de calda

É a quantidade de calda aplicada por unidade de área, expressa em volume - litros por hectare ($L ha^{-1}$). O volume de pulverização depende do tipo de equipamento, da sua velocidade de deslocamento, da vazão dos bicos e da distância ou do espaçamento entre os bicos. As características do alvo biológico, as condições ambientais, o modo de ação, a formulação e o tipo de agrotóxico devem ser levados em conta na definição do volume de calda a ser aplicado por unidade de área tratada (BOLLER; FORCELINE, 2007).

Diversos autores apresentam tabelas classificando os volumes de aplicação em classes que variam desde o ultra-baixo volume até o alto volume; de modo geral para culturas anuais e aplicações terrestres, os volumes de 200 a 300 $L ha^{-1}$ são considerados altos, enquanto que volumes de 80 a 100 $L ha^{-1}$ são aceitos como baixos. Existe um consenso entre os especialistas em tecnologia de aplicação de que a denominação “volume alto” seja atribuída a aplicações com volume de calda superiores a capacidade máxima de retenção das plantas, de tal modo que haja escorrimento do excesso de líquido aplicado (MATUO, 1990).

De acordo com Monteiro (2006), as aplicações aéreas de defensivos por via líquida, realizada no Brasil, podem ser agrupadas nos quatro sistemas básicos de tecnologia de aplicação, que é representado pelo sistema de alto volume com veículo água em volumes de 20 a 40 litros por hectare, baixo volume com veículo água em volumes de 10 a 20 litros por hectare, baixo volume oleoso com veiculação oleosa em volumes de 5 a 15 litros por hectare e o ultra baixo volume com veiculação oleosa em volumes de 1 a 5 litros por hectare.

2.2.4 Diâmetro das gotas

O diâmetro de gotas é uma das características mais importante de uma pulverização e representa o tamanho das gotas expresso em micras (μm). Depende do tipo de ponta, da sua vazão, da pressão de pulverização e do seu estado de conservação. Como o tamanho das gotas produzidas em uma pulverização não é uniforme, o seu diâmetro é representado por um

número, que pode ser o diâmetro mediano volumétrico (DMV), ou o diâmetro mediano numérico (DMN). O DMV representa o diâmetro de gota que divide o volume pulverizado em duas metades, enquanto que o DMN é o diâmetro de gota que divide o número de gotas de uma pulverização em duas metades, quando estas são colocadas em ordem crescente ou decrescente de tamanho (BOLLER; FORCELINE, 2007).

2.2.5 Deriva

A deriva consiste em um dos mais sérios problemas que podem ocorrer durante uma aplicação de defensivo agrícola. As gotas geradas por pulverizadores terrestres, aeronaves agrícolas dentre outros, ao deslocar-se desde a máquina até o alvo, podem ser arrastadas pelo vento ou correntes aéreas ascendentes causando perdas e alcançando locais indesejados, vindo a contaminar áreas próximas ou distantes, fora do local de aplicação (BOLLER; FORCELINE, 2007).

Segundo Monteiro (2006), no caso da aplicação aérea, quanto maior for a altura de vôo maior será a distância que a gota tem de percorrer para chegar ao alvo e maior o tempo que ela ficará sujeira aos fatores meteorológicos, conseqüentemente estando mais propícia a sofrer deriva.

De acordo com Christofolletti (1996), gotas muito finas (diâmetros menores que 100 μm) permanecem pairando no ar por muito tempo, podendo evaporar ou ser carregada pelas correntes de ar para longe do alvo biológico, constituindo as perdas por deriva e contaminando o ambiente. Quanto menor o diâmetro das gotas, maior a sua suscetibilidade à deriva. A resistência do ar à queda livre de uma gota é inversamente proporcional ao seu diâmetro, como pode ser verificado na Tabela 1.

TABELA 1. Classificação das gotas por tamanho e distância de deriva horizontal de gotas lançadas em queda livre, a 3 m de altura e com vento lateral de 5 km h^{-1} .

Diâmetro das gotas (μm)	Classificação	Distância da deriva
500	Chuva leve	2 m
200	Garoa	5 m
100	Névoa	15 m
30	Nuvem	150 m
15	Aerosol	610 m

Fonte: Velloso et al. (1984).

Órgãos normatizadores internacionais, como BCPC (Conselho Britânico de Proteção de Culturas) e ASAE (Sociedade Americana de Engenharia Agrícola) estabeleceram o limite de seis categorias de “qualidade de pulverização”, com base no tamanho das gotas (Tabela 2).

TABELA 2. Categorias de tamanho de gotas de uma pulverização segundo normas da ASAE S-572 e BCPC e potencial de risco de deriva (PRD) e respectivos tamanhos das gotas.

Categorias de qualidade da pulverização	DMV aproximado (Norma ASAE)	DMV (Norma BCPC)	PRD (Norma BCPC)
Muito fina	<150	<119	57 %
Fina	150 – 250	120 – 216	20 – 57 %
Média	250 – 350	217 – 352	5,7 – 20 %
Grossa	350 – 450	353 – 464	2,9 – 5,7 %
Muito grossa	450 – 550	>464	<2,9 %
Extremamente grossa	>550	-----	-----

Fonte: Adaptada de Continho et al. (2003) e Brown-Rytlewski e Staton (2006).

2.2.6 Interferência de condições ambientais

Um importante aspecto a considerar, em relação ao comportamento das gotas e à eficácia de uma pulverização é a interferência que as gotas sofrem das condições ambientais. Segundo Boller e Forceline (2007) a umidade relativa do ar, além de interferir no comportamento das gotas, afeta a absorção de produtos pelas plantas, pois, as plantas acionam mecanismos de defesas contra a perda de água, dificultando também a penetração de produtos aplicados por via líquida. Assim, é considerada uma faixa limite para aplicação de defensivos o valor de 55 % de umidade relativa do ar, ou seja, acima desse valor têm-se condições que facilitam a absorção do produto aplicado. Da mesma forma, a temperatura também é importante ser considerada, sendo que esta acima de 30 °C, compromete a qualidade da aplicação.

Outra condição de grande importância nas aplicações de defensivo é o vento, uma vez que interfere na movimentação e na deposição das gotas sobre o alvo biológico. O vento pode interferir de maneira positiva ou negativa em uma aplicação, sendo que ventos amenos são considerados importantes auxiliares na deposição das gotas no interior do dossel das plantas. Assim, de acordo com Boller e Forceline (2007), para aplicação de defensivos, a velocidade do vento encontra-se ideal entre a faixa de 3,2 a 6,5 km ha⁻¹. Por outro lado, a ausência de

ventos pode estar associada com a ocorrência de correntes aéreas convectivas, que podem manter as gotas mais finas de uma pulverização em suspensão, deixando-as susceptíveis a deriva.

2.2.7 Momento da aplicação

Geralmente as aplicações são realizadas tardiamente, comprometendo o seu sucesso. As doenças de modo geral têm crescimento lento na sua fase inicial e, à medida que seus ciclos secundários evoluem, progridem rapidamente em curto espaço de tempo. Segundo Boller e Forceline (2007), decisão por uma ou mais aplicações cabe ao produtor tomar juntamente com a assistência técnica, levando em consideração as condições edafoclimáticas, suscetibilidade do cultivar, período residual dos fungicidas, evolução da doença, estágio da cultura e principalmente a relação custo benefício. O aumento rápido da doença e sua relação com a eficiência do controle químico está ilustrado na Figura 1.

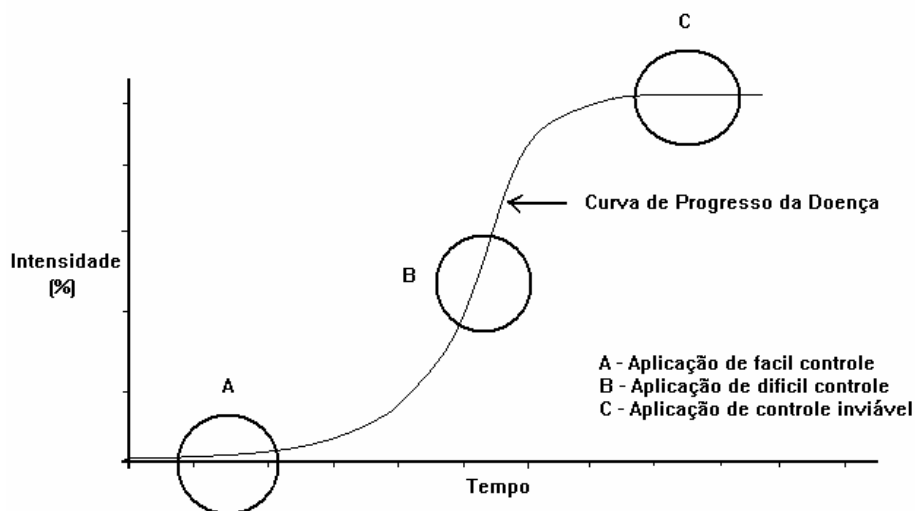


FIGURA 1. Momento de aplicação de fungicidas. Fonte: Modificado de Forcelini (2002).

2.3 Aplicação de fungicidas via foliar na cultura do milho

De acordo com Juliatti et al. (2007), com o incremento das áreas irrigadas e adoção do plantio direto, muitas vezes com cultivos sucessivos do milho na mesma área, com a

utilização do plantio de verão, plantio de safrinha e plantio de inverno (irrigado), criou-se condições ideais para o desenvolvimento de várias doenças, antes consideradas secundárias, destacando-se as foliares como a mancha de *Phaeosphaeria* causada por *Phaeosphaeria (Phyllosticta, Phoma) maydis* P. Henn., as ferrugens induzidas por *Puccinia polysora* Underw e *Puccinia sorghi* Schw, a mancha de *Exserohilum* induzida por *Exserohilum turcicum* (Pass) (Leonard & Suggs) e, mais recentemente, a cercosporiose causada por *Cercospora zeaemaydis* (Tehon & Daniels) e o avanço da mancha foliar de *Stenocarpella* incitada por *Stenocarpella macrospora*.

Recentemente, foram publicados trabalhos comprovando a eficácia de misturas de fungicidas dos grupos químicos dos triazóis e estrobilurinas na redução da severidade da mancha branca, cercosporiose e ferrugem polysora (MACHADO; CASSETARI NETO, 2007).

O uso de fungicidas em híbridos de milho suscetíveis a doenças pode trazer incrementos em produtividade de até 20%, o que equivale a cerca de 3.500 kg ha⁻¹. Entretanto, o controle químico de doenças via foliar é eficiente técnica e economicamente viável apenas quando se trata de híbridos com alto potencial produtivo (JULIATTI et al., 2007).

2.3.1 Danos causados pelas doenças foliares

Os danos associados às doenças foliares são decorrentes do mau funcionamento e da destruição dos tecidos fotossintéticos, devido ao aumento do número e da área de lesões, que podem determinar a necrose de toda a folha. A necrose e a morte prematura das folhas limitam a interceptação da radiação solar e translocação de fotoassimilados ao desenvolvimento de grãos. A folha da espiga e as folhas imediatamente acima e abaixo da espiga podem representar 33 a 40% da área total da planta (PATAKY, 1992).

Uma redução de 50% da radiação incidente 15 dias antes e 15 dias depois do florescimento pode provocar uma redução de 40 a 50% no rendimento de grãos (FISCHER; PALMER, 1984). Segundo Fancelli (1998), uma destruição de 25% da área foliar do milho em sua porção terminal, próximo ao florescimento, pode reduzir 32% da produção.

2.4 Aplicação convencional

No processo de aplicação terrestre de fungicidas foliares na cultura do milho, diversos são os fatores a serem considerados, assim, além de conhecer o produto a ser aplicado,

também é necessário dominar a forma adequada de aplicação, de modo a garantir que o produto alcance o alvo de forma eficiente, minimizando as perdas e reduzindo a contaminação ambiental (CUNHA et al., 2006). A escolha e o uso adequado de pontas de pulverização são essenciais para a melhoria das condições de precisão e segurança na aplicação de defensivos (WOMAC et al., 1997).

As pontas de pulverização podem ser consideradas como os componentes mais importantes dos pulverizadores hidráulicos, por determinarem as características do jato emitido. Segundo Sidahmed (1998), as pontas têm como funções: fragmentar o líquido em pequenas gotas, distribuir as gotas em pequena área e controlar a saída do líquido por unidade de área, podendo essas pontas ser do tipo jato plano (leque duplo ou simples), cônico (cheio ou vazio) ou ainda de indução de ar. O bico consiste de várias partes, sendo a ponta de pulverização a mais importante (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Outra variável também importante na aplicação é o volume de calda, que vem apresentando uma tendência a ser reduzido, visando diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999).

A eficácia do tratamento depende não somente da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas também da uniformidade de cobertura do alvo. De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas (CUNHA et al., 2006).

As operações agrícolas devem ser racionais a fim de garantir também uma utilização econômica das máquinas. O tráfego de máquinas, dentro da área de lavoura, pode ocasionar graves problemas para a cultura, alguns deles imperceptíveis como a compactação do solo. Outro problema causado pelo trânsito de máquinas, dentro da área, é o dano mecânico às plantas, como amassamento, plantas inclinadas, plantas e panículas quebradas, podendo ocasionar sérios prejuízos ao produtor. Dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, pode ocasionar a redução do estande da lavoura, área fotossintética, número de panículas e, conseqüentemente, perdas de grãos, reduzindo significativamente a produção (SILVA, 2004).

2.5 Aplicação aérea

2.5.1 Aviação na agricultura

A aviação agrícola é uma prática agrônômica utilizada geralmente em áreas de grande extensão, para aplicação de diversos tipos de insumos através da utilização de aeronaves especializadas, devidamente equipadas com dispositivos especiais para distribuição de produtos líquidos ou sólidos, desempenhando atividades tais como combate a vetores de doenças endêmicas, combate a incêndios em florestas e canaviais, indução de chuva, adubação com adubos sólidos, semeadura e aplicação de agro-químicos (OZEKI, 2006).

De acordo com Silva (2004), nos últimos anos o risco de danos mecânicos causados às culturas pelos pulverizadores autopropelidos, com conseqüente redução de produtividade, tem sido um dos argumentos para a decisão de uso da aplicação aérea em sistemas de produção de grãos.

Segundo Ozeki (2006), os bicos de pulverização utilizados nos aviões agrícolas são similares aos dos equipamentos terrestres, porém com uma vazão alta devido a sua velocidade de operação que varia entre 120 e 205 km h⁻¹. Os bicos poderão ser do tipo hidráulico de jato cônico ou jato plano (leque) ou atomizador rotativo de tela ou de discos sobrepostos. A função destes dispositivos é pulverizar a calda de aplicação uniforme sobre o alvo, e a diferença fundamental entre esses diversos tipos é a qualidade da pulverização.

2.5.2 Sistemas de aplicação aérea

Segundo Monteiro (2006), as aplicações aéreas de defensivos agrícolas por via líquida, realizadas no Brasil e particularmente no Centro Oeste, podem ser agrupados nos quatro sistemas básicos de tecnologia de aplicação que são:

- Alto volume: com veículo água, em volumes de 20 a 40 litros por hectare.
- Baixo volume: com veículo água, em volumes de 10 a 20 litros por hectare.
- Baixo volume oleoso: com veiculação oleosa, em volumes de 5 a 15 litros por hectare.
- Ultra baixo volume: com veiculação oleosa, em volumes de 1 a 5 litros por hectare.

Assim, no sistema de alto volume (30 litros por hectare), de acordo com o roteiro de calibração de Monteiro (2006), utilizando a aeronave Ipanema em aplicação com barra de bicos hidráulicos, deve a pressão de operação ser de 30 PSI, faixa de deposição efetiva de aproximadamente 15m, altura de vôo de 3 a 5 metros, temperatura máxima de 30°C, umidade relativa mínima de 50% e densidade de gotas para fungicidas acima de 50 gotas cm⁻², e como fatores de restrição não operar com velocidade do vento inferior à 2 km h⁻¹ e superior a 10 km

h^{-1} . Já para a calibração no sistema BVO 15 litros por hectare, em aeronave Ipanema utilizando bicos hidráulicos, a pressão de operação deve ser de 30 PSI, faixa de deposição de aproximadamente 20 metros, altura de vôo de 3 a 5 metros, temperatura máxima de 32 graus, densidade de gotas para fungicidas de 50 gotas/cm² e como restrição, não operar com vento abaixo de 2 km h⁻¹ e superior a 10 km h⁻¹.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Mandaguari, localizada no município de Indianópolis-MG (latitude 18° 59' 22'' S, longitude 47° 47' 44'' e altitude de 970 m do nível do mar).

Realizou-se a semeadura direta do híbrido de milho AG 7010 no dia 06 de dezembro de 2008, com espaçamento entre fileiras de 0,45 m e 3,1 plantas por metro linear. A área foi dessecada com o herbicida glifosato na dose de 1,42 kg ha⁻¹. Foi realizada adubação de pré-semeadura com 2000 kg ha⁻¹ de CaCO₃, 500 kg ha⁻¹ de gesso e 250 kg ha⁻¹ de KCl. A adubação de cobertura foi constituída de 310 kg ha⁻¹ de Uréia.

Para o controle das plantas infestantes, foi utilizado o herbicida atrazina na dose de 1,5 kg ha⁻¹ no dia 06/12/2008, e nicosulfuron 375 g ha⁻¹ quando as plantas de milho encontrava-se no estágio fenológico V4 (quatro folhas completamente desenvolvidas).

Para o controle dos insetos praga na cultura do milho, foi utilizado o inseticida espinosade, na dose de 48 g ha⁻¹ e metomil na dose 0,17 L ha⁻¹, em V4, e posteriormente, foi realizado uma segunda aplicação, de espinosade na mesma dose e de lufenurom com 15 g ha⁻¹, em V6(seis folhas completamente desenvolvidas).

O experimento constou de sete tratamentos, sendo seis tratamentos realizados com o controle químico e um tratamento onde não foi realizado controle (Testemunha) (Tabela 3).

TABELA 3. Descrição dos tratamentos realizados:

Tratamentos	Máquina para aplicação	Volume de calda	Tipo de ponta
1	Avião Ipanema	30 L ha ⁻¹	CP Nozzles
2	Avião Ipanema	15 L ha ⁻¹	CP Nozzles
3	Autopropelido	150 L ha ⁻¹	Jato plano defletor com indução de ar
4	Autopropelido	150 L ha ⁻¹	Jato plano defletor duplo
5	Autopropelido	100 L ha ⁻¹	Jato plano defletor com indução de ar
6	Autopropelido	100 L ha ⁻¹	Jato plano defletor duplo
Testemunha	---	---	---

Foi utilizado um fungicida sistêmico composto pela mistura de estrobilurina (piraclostrobina) e triazol (epoxiconazol), na dose de 137,25 g ha⁻¹ desta mistura, sendo adicionado nos tratamentos terrestres óleo mineral (Assist) 0,5% v/v.

Para aplicação deste fungicida, foi utilizado um pulverizador autopropelido e uma aeronave agrícola, conforme os tratamentos propostos. O pulverizador autopropelido utilizado (Modelo Uniport da empresa Jacto) apresentava tanque de 2000 L, 21 m de barra e controlador eletrônico de pulverização. A altura de aplicação em relação à cultura foi de 0,5 m. A aeronave, modelo Ipanema 202A, operou na velocidade de 193 km h⁻¹ (120 milhas h⁻¹) e altura de vôo em relação ao dossel da cultura de 4 m. Estava dotada de 64 bicos “CP Nozzle”, perfazendo uma barra de 11 m de extensão.

Na aplicação terrestre, avaliaram-se duas pontas de pulverização: jato plano defletor duplo TTJ60 11002 e jato plano defletor com indução de ar TTI 11002, na Tabela 4 visualizamos as características dessas pontas. O volume de aplicação empregado foi de 100 L ha⁻¹, com velocidade de deslocamento de 15 km h⁻¹, e 150 L ha⁻¹, com velocidade de deslocamento de 10 km h⁻¹. A pressão utilizada foi de aproximadamente 600 kPa. O controlador realiza automaticamente ajustes de velocidade e pressão para adequar o volume de aplicação.

Na aplicação aérea, empregou-se volume de aplicação de 15 e 30 L ha⁻¹. Para 15 L ha⁻¹, utilizou-se o furo número 2 do bico CP e, para 30 L ha⁻¹, o furo número 3. Na aplicação com 15 L ha⁻¹, foi adicionado óleo vegetal Nimbus à calda, na dose de 0,5 L ha⁻¹. A posição do bico em relação a horizontal foi selecionada visando obter gotas médias (250 a 300 µm).

TABELA 4. Tipos de pontas de pulverização utilizadas na aplicação terrestre

Ponta	Descrição	Fabricante	DMV*
TTJ60 110-02	Jato plano defletor duplo	Teejet	193 µm (600 kPa)
TTI 110-02	Jato plano defletor com indução de ar	Teejet	519 µm (600 kPa)

*Diâmetro da mediana volumétrica indicado pelo fabricante. O número entre parênteses indica a pressão de trabalho testada pelo fabricante para o DMV fornecido.

O comprimento das parcelas experimentais foi de 250 m e a largura para tratamento T1 (avião 30 L ha⁻¹), 16 m, para o T2 (avião 15 L ha⁻¹), 20 m, e para os tratamentos T3, T4, T5 e T6, largura de 10,5 m. Essas larguras foram utilizadas de acordo com a faixa de deposição da

aeronave em cada condição de aplicação e, para a aplicação terrestre, correspondeu a metade da barra do pulverizador.

Foi realizada a aplicação do fungicida no dia 30/01/2009, estando as plantas de milho no estágio fenológico V₈ a V₁₀ (entre oito e dez folhas completamente abertas). A avaliação da eficácia dos tratamentos no controle das doenças do milho foi feita mediante a comparação da severidade da doença, da massa de 1000 grãos e da produtividade entre parcelas tratadas com fungicida e parcelas não-tratadas (testemunha). Também foi conduzido um estudo de deposição da calda de fungicida pulverizada, considerando as parcelas que receberam produto.

3.1 Avaliação de deposição

O estudo de deposição foi realizado analisando-se a distribuição de fungicida sobre a cultura do milho, por meio da quantificação das gotas depositadas em papéis sensíveis a água (76 x 26 mm). Antes da pulverização, foram marcadas cinco plantas, escolhidas ao acaso em cada parcela e, em cada planta, foram colocadas três etiquetas de papel hidrossensível: uma na parte superior, uma na parte mediana e outra na parte inferior da planta, todas junto a face adaxial da folha. Posteriormente, foi feita a quantificação e a caracterização dos impactos em cada etiqueta. Para isso, as etiquetas foram digitalizadas por meio de um scanner (resolução espacial de 600 dpi não interpolados, com cores em 24 bits) e analisadas utilizando-se o programa computacional CIR 1.5 (Conteo y Tipificación de Impactos de Pulverización), específico para essa finalidade.

Determinou-se o número de gotas por centímetro quadrado, o volume da mediana volumétrica e a percentagem de área coberta. Nas aplicações terrestres com volume de aplicação de 150 L ha⁻¹, as etiquetas não puderam ser digitalizadas com devido contraste em virtude da umidade, e desta forma, não procedeu-se esta análise.

3.2 Severidade de doenças

A coleta das folhas para análise de severidade de doenças foi realizada no dia 15 de abril de 2009, quando a cultura se encontrava no estágio fenológico R6 (maturidade fisiológica). Foram realizadas quatro repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por três folhas de três plantas de milho. Coletaram-se as folhas que correspondiam a primeira folha acima da espiga principal, a folha da espiga e a folha imediatamente abaixo da

espiga. Posteriormente, foi realizada a análise visual da porcentagem de área foliar afetada por doenças de acordo com orientações do Professor Dr. responsável pelo departamento de fitopatologia da Universidade Federal de Uberlândia.

3.3 Produtividade

Ao final do ciclo da cultura, realizou-se o processo de colheita para determinação da produtividade e massa de mil grãos. Manualmente colheram-se as espigas das plantas presentes em 2 linhas com 5 m de comprimento (4,5 m² de área). Uma vez colhidas, as mesmas foram passadas por um debulhador elétrico. As amostras foram devidamente identificadas e pesadas. A massa dos grãos foi corrigida para o conteúdo de água de 13% (b.u.).

3.4 Massa de mil grãos

A análise da massa de mil (1.000) grãos de milho foi determinada no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia. Após a determinação da produtividade, procedeu-se a contagem de oito amostras de 100 grãos e a determinação de sua massa de acordo com os métodos estabelecidos pela RAS (Regras de Análise de Sementes). Essa também foi corrigida para o conteúdo de água de 13% base úmida (b.u.).

3.5 Análise estatística

A análise de deposição de gotas foi realizada em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida, com cinco repetições, com a posição na planta (superior, médio e inferior) na parcela e os quatro tratamentos de aplicação (aplicação terrestre a 100 L ha⁻¹ com ponta de jato plano defletor com indução de ar e jato plano defletor duplo e aplicação aérea a 15 e 30 L ha⁻¹) na subparcela.

Considerou-se para análise de severidade de doenças, massa de mil grãos e produtividade o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e sete tratamentos (aérea com 15 e 30 L ha⁻¹, terrestre com 100 e 150 L ha⁻¹, empregando ponta de jato plano defletor indução de ar e ponta de jato plano defletor duplo e testemunha, onde não foi realizado controle).

Os dados de deposição, severidade, massa de 1000 grãos e produtividade foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste T (LSD), a 5% de probabilidade de erro.

3.6 Condições climáticas

Durante as aplicações do fungicida, foram monitoradas as condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento. A temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento foram favoráveis durante as aplicações do fungicida: temperatura inferior a 30°C, umidade relativa superior a 52% e velocidade do vento entre 4 e 6 km h⁻¹.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da deposição de calda no dossel da cultura

Na Tabela 5, apresentam-se as médias das densidades de gotas depositadas nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação do fungicida. Pode ser observado que não houve diferença estatística entre a densidade de gotas nos terços superior, mediano e inferior da cultura. No entanto, houve diferença entre as formas de aplicação. Observa-se que o tratamento terrestre com a ponta defletora jato plano duplo proporcionou maior densidade de gotas, enquanto que as menores ocorreram em ambos os tratamentos aéreos. Contudo, todos os tratamentos proporcionaram a densidade mínima necessária para o sucesso de um tratamento fungicida, que se situa próxima a 50 gotas cm^{-2} .

Em trabalho realizado por Schroder (2007), analisando a pulverização de fungicida na cultura da soja via aplicação aérea e terrestre, observou-se que a densidade de gotas foi maior no tratamento terrestre que no aéreo, o que confirma os resultados encontrados neste trabalho.

TABELA 5. Densidade de gotas depositadas (gotas cm^{-2}) nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação de fungicida em diferentes formas de pulverização.

Método de aplicação	Densidade de gotas (Gotas cm^{-2})			
	Posição superior	Posição média	Posição inferior	Média
Aérea (30 L ha^{-1})	112	112	122	115c
Aérea (15 L ha^{-1})	107	91	69	89c
Terrestre (100 L ha^{-1} , ponta defletora com indução de ar)	334	267	313	305b
Terrestre (100 L ha^{-1} , ponta defletora de jato plano duplo)	704	642	483	610a
Média	314A	278A	247A	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste T (LSD).

Na Tabela 6, têm-se as médias de cobertura das gotas, em porcentagem, nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação do fungicida.

Houve diferença significativa entre as formas de aplicação realizadas e entre as posições superior, mediana e inferior do dossel.

Analisando os resultados obtidos, observa-se que o tratamento terrestre com a ponta de jato plano duplo foi o que proporcionou maior cobertura de gotas depositadas. Os tratamentos aéreos com 15 L ha⁻¹ e 30 L ha⁻¹ apresentaram menor porcentagem de cobertura.

Em trabalho realizado por Zhu et al. (2004), estudando a penetração da pulverização proporcionada por diferentes pontas na cultura do amendoim, os autores concluíram que as pontas de jato plano duplo promoveram maior cobertura do alvo quando comparado a outras pontas.

TABELA 6. Cobertura de gotas depositadas (%) nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação de fungicida em diferentes formas de pulverização.

Método de aplicação	Cobertura de gotas depositadas (%)			
	Posição superior	Posição média	Posição inferior	Média
Aérea (30 L ha ⁻¹)	4,40	3,18	2,46	3,35c
Aérea (15 L ha ⁻¹)	2,12	1,30	1,02	1,48c
Terrestre (100 L ha ⁻¹ , ponta defletora com indução de ar)	12,98	7,56	5,22	8,59b
Terrestre (100 L ha ⁻¹ , ponta defletora de jato plano duplo)	18,04	16,12	9,34	14,50a
Média	9,39A	7,04AB	4,51B	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste T (LSD).

Em relação à cobertura de gotas nos diferentes terços da planta de milho, foi identificado que na posição superior do dossel da cultura do milho ocorreu maior porcentagem de cobertura, e no terço inferior, menor cobertura de gotas, o que já era esperado, uma vez que o terço superior encontra-se mais próximo à barra de aplicação da máquina. Deve-se levar em consideração também que o efeito guarda-chuva proporcionado pelas folhas dos terços médio e superior pode interferir na distribuição da calda de fungicida no terço inferior. Estes resultados também estão de acordo com os encontrados por Schroder (2007), que identificou uma maior porcentagem de cobertura de gotas no topo das plantas de soja em relação ao terço inferior dessas plantas na aplicação terrestre.

Na Tabela 7, pode-se verificar o diâmetro da mediana volumétrica (μm) das gotas nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação de fungicida.

Observa-se que ocorreu diferença significativa entre as formas de aplicação, mas não houve diferença entre as posições.

Nota-se que no tratamento terrestre com ponta de jato plano defletor com indução de ar ocorreu o maior valor de DMV, fato este que já era previsível, uma vez que a ponta defletora de jato plano duplo tem a função de produzir gotas de maior tamanho. No restante dos tratamentos, não houve diferença significava.

De acordo com Souza e Palladini (2005), em trabalho de desenvolvimento de tecnologia de aplicação de agrotóxicos para vitivinicultura utilizando ponta defletora com indução de ar, estas formam bolhas de ar no interior das gotas, caracterizando diâmetro de gota bem superior às pontas convencionais. Dentre as vantagens deste tipo de ponta, cabe citar a diminuição da deriva (gotas que não atingem o alvo) e a menor influência do vento e do calor.

TABELA 7. Diâmetro da mediana volumétrica (μm) nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação de fungicida em diferentes formas de pulverização.

Método de aplicação	Diâmetro da mediana volumétrica (μm)			
	Posição superior	Posição média	Posição inferior	Média
Aérea (30 L ha ⁻¹)	175	151	144	157b
Aérea (15 L ha ⁻¹)	109	95	122	109b
Terrestre (100 L ha ⁻¹ , ponta defletora com indução de ar)	233	306	245	261a
Terrestre (100 L ha ⁻¹ , ponta defletora de jato plano duplo)	172	162	106	147b
Média	172A	179A	154A	

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste T (LSD).

Comparando-se os valores apresentados com a Tabela 4, percebe-se grande diferença de valores principalmente quanto à ponta de indução de ar. Isso se deve ao fato de que o fabricante da ponta mede as gotas no ar com equipamento laser, enquanto neste trabalho as gotas foram medidas em função da mancha provocada pelo impacto no papel hidrossensível. Assim, gotas com ar em seu interior diminuem muito seu tamanho após o impacto contra o alvo.

4.2 Análise da severidade de doenças

A análise de severidade de doenças na cultura do milho foi realizada tendo em vista as porcentagens de mancha branca e de mancha de cercospora encontradas nos diferentes tratamentos.

Verifica-se na Tabela 8, diferença significativa apenas entre a testemunha e os demais tratamentos onde foi realizado aplicação de fungicida. Na testemunha ocorreu maior severidade de doenças, tanto de mancha branca quanto de mancha de cercospora, e nos demais tratamentos, menor severidade, não diferindo entre si significativamente.

TABELA 8. Severidade de doenças foliares (%) avaliada no dossel da cultura do milho, após a aplicação de fungicida em diferentes formas de pulverização.

Método de aplicação	Severidade de doenças foliares (%)	
	Mancha branca	Mancha de Cercospora
Aérea (30 L ha ⁻¹)	3,06b	0,28b
Aérea (15 L ha ⁻¹)	0,56b	0,97b
Terrestre (150 L ha ⁻¹ , ponta defletora com indução de ar)	0,97b	0,97b
Terrestre (150 L ha ⁻¹ , ponta defletora de jato plano duplo)	1,25b	0,0b
Terrestre (100 L ha ⁻¹ , ponta defletora com indução de ar)	0,55b	0,42b
Terrestre (100 L ha ⁻¹ , ponta defletora de jato plano duplo)	2,64b	1,11b
Testemunha	13,74a	3,19a

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste T (LSD).

Pinto et al. (2004) analisando aplicação de fungicida no dossel da cultura do milho, concluiu que os resultados foram positivos no campo para controle da cercosporiose causada por *Cercospora zea-maydis*.

Em estudos realizados na cultura do milho por Boller et al. (2007), visando ao controle de manchas foliares com aplicação de fungicidas, os autores concluíram que é necessária uma densidade de gotas mínima de 50 gotas cm², o que explica o fato de não ter ocorrido diferença significativa entre os tratamentos onde foram aplicados fungicidas. Todos os tratamentos atenderam essa recomendação para o controle de manchas foliares.

4.3 Análise da massa de mil grãos e produtividade

Na Tabela 9, têm-se os valores correspondentes a massa de mil grãos (g) e a produtividade (kg ha^{-1}) do milho após a aplicação de fungicida em diferentes formas de pulverização. Na análise da massa de mil grãos, verifica-se que todos os tratamentos, com exceção do terrestre com 100 L ha^{-1} e ponta defletora de jato plano duplo, difeririam da testemunha.

O resultado encontrado no trabalho com a aplicação de fungicida era esperado, uma vez que aplicação de fungicida propicia a planta de milho melhores condições fisiológicas para a translocação de fotoassimilados em direção à espiga para o enchimento dos grãos, aumentando assim a massa dos mesmos.

Os valores aqui disponíveis não confirmam os resultados encontrados por Lucas et al. (2007), onde este concluiu que a aplicação de fungicidas não aumentou em níveis significativos a massa de mil grãos, já que o tratamento testemunha não diferiu estatisticamente dos melhores resultados para os tratamentos com fungicidas. Contudo, de acordo com Duarte (2007), as estrobilurinas favorecem o caráter “staygreen”, o qual é responsável pela permanência da atividade fotossintética da folha por um maior período de tempo, podendo chegar até o enchimento dos grãos, favorecendo o aumento da massa dos grãos.

Na análise de produtividade, verifica-se que o tratamento aéreo (30 L ha^{-1}), foi o que obteve maior produtividade, diferindo estatisticamente da testemunha e da aplicação aérea com 15 L ha^{-1} . O tratamento que não recebeu nenhuma dose de fungicida, testemunha, foi onde encontrou-se menor produtividade.

Entre os tratamentos que receberam fungicida não houve uma diferenciação muito clara. Provavelmente, como todos os tratamentos proporcionaram boa deposição, houve controle satisfatório das doenças, não resultando em grandes diferenciações na variável produtividade. Destaca-se também que a severidade de doenças foi baixa na área, corroborando com o resultado encontrado.

TABELA 9. Massa de mil grãos (g) e produtividade (kg ha⁻¹) do milho, após a aplicação de fungicida em diferentes formas de pulverização.

Método de aplicação	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Aérea (30 L ha ⁻¹)	362,23ab	7283,24a
Aérea (15 L ha ⁻¹)	379,58a	6284,35b
Terrestre (150 L ha ⁻¹ , ponta defletora com indução de ar)	367,27ab	6632,16ab
Terrestre (150 L ha ⁻¹ , ponta defletora de jato plano duplo)	358,14ab	6754,82ab
Terrestre (100 L ha ⁻¹ , ponta defletora com indução de ar)	381,22a	6438,69ab
Terrestre (100 L ha ⁻¹ , ponta defletora de jato plano duplo)	350,88bc	6962,49ab
Testemunha	327,52c	6220,39b

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo Teste T (LSD).

5 CONCLUSÕES

- Os tratamentos terrestres apresentaram maior deposição de calda no dossel da cultura do milho, contudo todos os tratamentos proporcionaram a deposição mínima suficiente para o sucesso de uma aplicação de fungicida.
- A cobertura do alvo na parte inferior da cultura do milho foi menor do que na parte superior em todos os tratamentos.
- A aplicação de fungicida, independente da forma de pulverização, reduziu a severidade de Mancha Branca (*Phaeosphaeria maydis*) e Mancha de Cercospora (*Cercospora zea-maydis*).
- O tratamento aéreo (30 L ha⁻¹) foi o que proporcionou maior produtividade, diferindo estatisticamente da testemunha e da aplicação aérea com 15 L ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. FNP Consultoria e Comércio. São Paulo, 2008. 392 p.

AYALA, O.; JUAN, J. **Genética e melhoramento do milho tropical**: propostas para aumentar a produtividade. Feira de Santana: Ed. Nacional, 2001. 124 p.

AZEVEDO, L. A.S. **Fungicidas protetores**: fundamentos para o uso racional. São Paulo; Ed. Agronômica Ceres, 2003. 324 p.

BOLLER, W.; FORCELINE, C. A. **Tecnologia de aplicação de fungicida**. Passo Fundo, 2007. 253 p. Disponível em: <<http://www.capebe.com.br/informativo.php?id=61>>. Acesso em: 30 agosto 2008.

BRANDÃO, A.M. **Manejo da cercosporiose (*Cercospora zea-maydis* Tehon & Daniels) e da ferrugem comum do milho (*Puccinia sorghi* Scw.) pelo uso da resistência genética, fungicida e épocas de aplicação**. 2002. 169f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

BROWN-RYTLEWSKI; D.; STATON, M. **Fungicide application technology for soybean rust** – 2006. Michigan State University – Field Crop Advisory Alert. Disponível em <http://www.ipm.msu.edu/cat06fieldpdfsbr_apttechnology.pdf> Acesso em: 29 de outubro de 2008.

CHRISTOFOLETTI, J. C. Considerações sobre tecnologia de aplicação. In: GUEDES, J C. (Ed.) **Tecnologia e segurança na aplicação de produtos fitossanitários**: curso de atualização. Santa Maria: Departamento de defesa fitossanitária/ Sociedade de Agronomia, 1996. p.8-12.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Teejet, 1999. 15p.

COUTINHO, P. O.; CORDEIRO, C. A. M.; MOTTA, F. Princípios gerais da tecnologia de aplicação. In: DUPONT DO BRASIL. (Ed.). **Tecnologia de Aplicação de Defensivos**. São Paulo: DuPont Tecnologias Integradas, 2003. p. 4-6.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M.; VIEIRA, R.F. Avaliação de pontas de pulverização hidráulicas na aplicação de fungicida em feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1069-1074, 2005.

CUNHA, J.P.A.R. ; REIS, E.F.; SANTOS, R.O. Controle químico da ferrugem asiática da soja em função de ponta de pulverização e volume de calda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, 1360-1366, 2006.

DUARTE, R.. **Controle da mancha branca, estenocarpela e ferrugem comum, efeito verde e produtividade do milho**. 2007. 39f. Monografia – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

FANCELLI, L.A. **Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho** (*Zea mays* L.). 1998. 172f. (Tese de Doutorado). Piracicaba. Universidade de São Paulo.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Milho**: Estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. 208p.

FISCHER, K.S.; PALMER, F.E. Tropical maize. In: GOLDSWORTHY, P.R.; FISHER, N.M. (ed.). **The physiology of tropical field crops**. New York: Wiley, 1984. p.231-248.

FORCELLINI, C. A.; LOPES, A. L.; BORTOLIN, D.; WEBBER, R. Resposta de cultivares de soja ao controle químico de doenças foliares em diferentes épocas de aplicação. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30, 2002. **Anais...** Cruz Alta/RS: Embrapa, 2002.

JULIATTI, F.C.; SOUZA, R.M. Efeito de épocas de plantio na severidade de doenças foliares e produtividade de híbridos de milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.21, n.1, p.103-112, 2005

JULIATTI, F. C.; BRANDÃO, A. M.; SANTOS, J. A.; LUZ, W. C. Fungicidas na parte aérea da cultura do milho: Evolução de doenças fúngicas, perdas, resposta de híbridos e melhoria da qualidade da produção. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.39, n.1, p 115, 2007.

LUCAS, B. V. **Avaliação de fungicidas na parte aérea na redução dos grãos ardidos e incidência de fungos**. 2007. 36f. Monografia – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

MACHADO, A. Q.; CASSETARI NETO, D. **Cultura do milho – Mais produtividade**. Milho – Caderno Técnico Cultivar. Pelotas, n. 100, p 5-7, 2007 (circular encartada na edição de Setembro 2007 da revista Cultivar).

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

MONTEIRO, M. V. **Compêndio de Aviação Agrícola**. Sorocaba: Editora Cidade, 2006. 295 p.

OZEKI, Y. **Manual de aplicação aérea**. São Paulo: Ed. Do autor, 2006. 45p.

PATAKY, J.K. Relationships between yield of sweet corn and northern leaf blight caused by *Exserohilum turcicum*. **Phytopathology**, Saint Poul, v. 82, p.370-375, 1992.

PINTO, N. F. J.; ANGELIS, B.; HABE, M. H. Avaliação da eficiência de fungicida no controle da cercosporiose (*Cercospora zeaе-mays*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas. v.3, n.1, p.139-145, 2004

RAMOS, H. H.; PIO, L. C. **Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z.; SANTIAGO, T. (Ed.). O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários. Viçosa: UFV, 2003.133-200p.

SCHRODER, E. P. A aplicação de defensivos com avião agrícola e pulverizador terrestre na cultura da soja. **Cultivar**, Pelotas, v. 35, n. 113, p. 28-31. 2007.

SIDAHMED, M.M. Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.41, n.3, p. 531-536, 1998.

SILVA, O.C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M.G.; PRIA, M.D.; SILVA, O.C. (ed.). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p.127-137.

SILVA, M. P. L. Avaliação comparativa dos danos mecânicos às plantas por dois sistemas de aplicação de agrotóxicos líquidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, **Anais...** São Pedro: SBEA, Cd-Room, 2004. 33p.

SOUZA, R. T.; PALLADINI, L. A. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos para vitivinicultura**. Versão Eletrônica 2005. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaNorteParana/tecnologia.htm>. Acesso em: 05 de maio de 2009.

SUMNER, P.E.; SUMNER, S.A. **Comparison of new drift reduction nozzles**. St. Joseph: ASAE, 1999 (ASAE Paper n. 99). 116p.

VELLOSO, J. A. R. de O; GASSEND, D. N.; JACOLEN, L. A.. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizadores de barra**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1984. 52 p.

WOMAC, A.R.; GOODWIN, J.C.; HART, W.E. **Comprehensive evaluation of droplet spectra from drift reduction nozzles**. St. Joseph: ASAE, 1997. 47p. (ASAE Paper n.97-1069).

ZHU, H.; DORNER, J. W.; ROWLAND, D. L.; DERKSEN, R. C.; OZKAN, H. E. Spray penetration into peanut canopies with hydraulic nozzle tips. **Biosystems Engineering**, Londres. v. 87, n. 3, p. 275-283, 2004.