

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**RICARDO GOUVEIA PEREIRA**

**PONTAS E VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE QUÍMICO DE  
DOENÇAS NA CULTURA DO MILHO**

**Uberlândia – MG  
Abril – 2009**

**RICARDO GOUVEIA PEREIRA**

**PONTAS E VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE QUÍMICO DE  
DOENÇAS NA CULTURA DO 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  
Abril – 2009**

**RICARDO GOUVEIA PEREIRA**

**PONTAS E VOLUMES DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE QUÍMICO DE  
DOENÇAS NA CULTURA DO MILHO**

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

Aprovado pela Banca Examinadora em 30 de abril de 2009

Eng. Agr. Lélío Augusto de Souza  
Membro da Banca

Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Mariana Rodrigues Bueno  
Membro da Banca

---

Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha  
Orientador

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar comigo em todos os meus passos, por me guiar e me dar a oportunidade de concluir mais uma etapa de minha vida.

Aos meus pais Márcio Humberto e Maria Lúcia, pelo amor e ensinamentos durante toda minha caminhada, e meu irmão Renato pela amizade e companheirismo, que juntamente com toda minha família, sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado em todos os momentos, com carinho, dedicação e incentivo, contribuindo assim com meu crescimento pessoal e profissional.

À Universidade Federal de Uberlândia, em especial o Instituto de Ciências Agrárias, pelo apoio e oportunidade para a realização do curso.

A todos os professores e funcionários do curso de Agronomia pelo ótimo convívio e ensinamentos.

Aos amigos e colegas da 39ª Turma de Agronomia pela convivência ao longo destes anos.

Ao PET Agronomia, que contribuiu para meu aprimoramento e a todos os petianos, que com sua amizade, me proporcionaram a alegria de tê-los ao meu lado no decorrer desses anos de trabalho.

Ao tutor do PET Agronomia e meu orientador Prof. Dr. João Paulo A. Rodrigues da Cunha, pelo apoio e orientações que contribuíram para minha formação profissional, e, sobretudo pela amizade e paciência em todos esses anos.

Ao Clube Amigos da Terra de Uberlândia pela disponibilidade de materiais e recursos financeiros necessários para a realização desta pesquisa.

A todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a conclusão do meu curso, e que embora não citados aqui, não deixam de merecer meu agradecimento.

## RESUMO

A aplicação de fungicida na cultura do milho vem se tornando freqüente no campo. Nesse processo, a escolha e o uso adequado das pontas de pulverização são essenciais para seu sucesso. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes pontas (jato plano duplo, jato plano duplo com indução de ar, jato plano defletor e jato cônico vazio) combinadas com diferentes volumes de calda fungicida (70, 100 e 130 L ha<sup>-1</sup>) no controle de doenças na cultura do milho. Foram avaliadas a deposição de gotas no dossel da cultura em diferentes posições, a massa de 1000 grãos e a produtividade. Utilizou-se o híbrido precoce Maximus®, tratado com o fungicida Piraclostrobina+Epoxiconazole, na dose de 0,75 L ha<sup>-1</sup>, na fase R1, com 20% de pendoamento. Para a aplicação do fungicida, utilizou-se um pulverizador hidráulico autopropelido com 23 m de barra, com capacidade de tanque de 2000L, dotado de controlador eletrônico de pulverização. Para comparação, foi utilizada uma testemunha que não recebeu o defensivo. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 + 1 (quatro pontas de pulverização, três volumes de calda e a testemunha), com 4 repetições. De acordo com os resultados, pode-se concluir que o tipo da ponta de pulverização não influenciou a produtividade e massa de 1000 grãos da cultura. A utilização de pontas de jato plano defletor, nos maiores volumes de pulverização testados (100 e 130 L ha<sup>-1</sup>), proporcionou maiores valores de deposição de calda no dossel do milho. O fungicida avaliado propiciou controle das doenças, com reflexo na produtividade, que foi, em média, 16,3% superior à obtida na testemunha.

**Palavras-Chave:** tecnologia de aplicação, deposição de gotas, pontas de pulverização, volume de calda, controle doenças milho, *Zea mays*

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	6
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	8
2.1	Importância da cultura.....	8
2.2	O uso de fungicidas no milho.....	9
2.3	Tecnologia de aplicação do fungicida .....	10
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	16
5	CONCLUSÕES .....	20
	REFERÊNCIAS .....	21

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* Lineu, 1753) é uma das culturas mais cultivadas no mundo, sendo explorado em larga escala em todos os continentes, representando importante fator sócio-econômico, principalmente nos países menos desenvolvidos. 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).

Até o início da década de 90, a única forma recomendada de controle das doenças do milho era o uso de cultivares resistentes. Atualmente, a crescente ocorrência de doenças no milho é limitante ao aumento da produtividade dessa cultura. O uso contínuo de cultivares suscetíveis, o advento do sistema de plantios consecutivos e a utilização incorreta de alta tecnologia, associados à ocorrência de clima favorável ao desenvolvimento de epidemias, contribuem para o aumento da importância de doenças na cultura do milho e, conseqüentemente, do uso de fungicidas (JULIATTI; SOUZA, 2005).

Nesse contexto, na maioria das vezes dá-se muita importância ao produto fitossanitário a ser aplicado e pouca atenção à tecnologia de aplicação. 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-se as perdas e reduzindo a contaminação ambiental (CUNHA et al., 2005).

Dentre os componentes da pulverização, um dos mais importantes são os bicos de pulverização. Christofolletti (1999) define o bico de pulverização como o conjunto de peças colocado no final do circuito hidráulico, através do qual a calda é emitida para fora da máquina. Esse conjunto é composto de várias partes, das quais a ponta de pulverização é a mais importante, regulando a vazão, o tamanho das gotas e a forma do jato emitido.

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). Segundo Johnson e Swetnam (1996), a seleção apropriada das pontas é o principal fator determinante da quantidade aplicada por área, da uniformidade de aplicação, da cobertura obtida e do risco potencial de deriva.

Outra variável importante na aplicação é o volume de calda. Prática comum era se aplicar volumes superiores a 200 L ha<sup>-1</sup>; atualmente, entretanto, existe tendência a se reduzir o

volume de calda, visando a diminuir os custos de aplicação e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999). O uso de menor volume aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores, no entanto requer um aprimoramento da tecnologia de aplicação (CUNHA et al., 2006).

Segundo Christofletti (1999), o conhecimento das condições de trabalho e o desempenho das pontas de pulverização são fundamentais quando se busca uma aplicação adequada, eficiente e econômica.

A eficácia do tratamento depende não somente da quantidade de material depositado sobre a vegetação, mas também do momento correto de aplicação e da uniformidade de cobertura do alvo. De maneira geral, a deposição é menor nas partes mais baixas e internas do dossel das culturas. No caso de fungicidas, esta desuniformidade proporciona baixa eficácia no controle de doenças, principalmente no caso de fungicidas que requerem cobertura uniforme de toda a planta. Esse problema se acentua nas aplicações em que se utilizam pontas de jato plano que, em geral, produzem menor número de gotas por área e menor turbulência do que as pontas de jato cônico vazio.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes pontas e volumes de calda, empregados na aplicação de fungicida, no controle das doenças na cultura do milho.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância da cultura

O milho (*Zea mays* L.) está entre as culturas mais semeadas no mundo, sendo o segundo grãos em produção no planeta, e um dos principais usados na alimentação humana, como fonte de carboidrato para populações no México e alguns países africanos. No Brasil, ocupa a segunda posição em área plantada com 14,70 milhões de hectares na safra 2007/08 (CONAB, 2008). Apresenta grande importância econômica, com cerca de 58,58 milhões de toneladas produzidas no país (CONAB, 2008), e social, visto ser fonte de alimento e de sustento de rebanhos em regiões menos favorecidas. O Brasil configura como o terceiro maior produtor mundial do grão, sendo superado apenas por Estados Unidos e China.

A produção nacional de milho 1ª safra (verão) foi de 39,92 milhões de toneladas, superior à safra anterior em 9,1%. As condições climáticas favoráveis durante o ciclo da cultura, aliadas à maior utilização de tecnologias, sementes selecionadas, melhor nível de adubação, número e qualidade de aplicações melhores, entre outros fatores, levaram a esse quadro positivo. Com o clima favorável e os tratos culturais mais efetivos e diante das boas perspectivas de rentabilidade, a produtividade média nesta safra foi de 4.134 kg ha<sup>-1</sup>, superando a anterior em 7,3% (279 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2008).

A produção nacional de milho 2ª safra (safrinha) foi de 18,67 milhões de toneladas, superior à safra passada em 26,3% (3,89 milhões de toneladas). Este aumento é justificado pelo crescimento de 10,8% (491,4 mil hectares) na área plantada, motivado pelos bons preços da commodity no mercado e de 14,1% (455,0 kg ha<sup>-1</sup>) na produtividade em função das boas condições climáticas. O Mato Grosso, maior produtor de milho 2ª safra, colheu 7,14 milhões de toneladas, 38,25% da produção nacional e 40,7% (2,06 milhões de toneladas) a mais que na temporada passada. O referido incremento é fruto do aumento de 17,1% (243,2 mil hectares) na área e de 20,1% (719 kg ha<sup>-1</sup>) na produtividade (CONAB, 2008).

Dentre os fatores que prejudicam a expressão de um melhor potencial produtivo estão o mau manejo do solo, problemas na semeadura e nutrição das culturas, competição com plantas invasoras e ataques de pragas e doenças. O último fator citado, no entanto, é um dos mais importantes, pois influem negativamente na produção por provocarem perda de área fotossintética nas plantas cultivadas, comprometendo a produtividade.

## 2.2 O uso de fungicidas no milho

A partir da década de 90, algumas doenças fúngicas foliares, pelo aumento da frequência e da severidade com que vêm ocorrendo, têm causado sensível redução qualitativa e quantitativa na produção de milho. Essas doenças são: a mancha foliar provocada por *Phaeosphaeria maydis*, as ferrugens provocadas por *Puccinia sorghi*, *Puccinia polysora* e *Phyzopella zea* e a queima de turcicum (*Exserohilum turcicum*) (PINTO, 2004).

Vários fatores podem contribuir para o aumento na incidência de doenças na cultura do milho: o aumento da área cultivada; o aumento do número de cultivares comerciais com diferentes níveis de resistência às doenças; o manejo inadequado de água em plantios sob pivô ou na aspersão convencional, os plantios diretos de milho sobre restos culturais de milho e os plantios consecutivos de milho durante o ano todo, os quais podem contribuir para aumentos significativos de patógenos (PINTO et al., 1997).

Para o controle dessas doenças, deve ser observado não só os diferentes modos de ação dos fungicidas, nas plantas e nos fungos, mas também deve ser discutida a necessidade do conhecimento dos diferentes modos de ação bioquímicos, sua seletividade e o uso de adjuvantes para os diferentes sistemas de produção e a análise econômica de viabilidade de uso. Os cuidados no preparo da calda e a tecnologia de aplicação, que abrange a escolha da ponta adequada, o ajuste do volume de calda correto, além de parâmetros operacionais como as condições ambientais favoráveis e o momento correto de aplicação são também fundamentais para o sucesso das ações de campo.

De acordo com Dourado-Neto e Oliveira (2005), a aplicação dos fungicidas Piraclostrobina + Epoxiconazole aumenta o teor de clorofila na planta de milho, provocando o chamado “efeito verde”, independente do nível de nitrogênio utilizado. Os mesmos autores relataram em trabalho realizado em 2004/05, que a utilização de piraclostrobina aumentou a atividade da enzima nitrato-redutase na cultura do milho, reduziu a produção de etileno, o que minimiza a senescência, aumenta ainda a duração da área foliar (“stay green”), com uma conseqüente maior interceptação da radiação solar e melhor aproveitamento fotossintético para o enchimento de grãos. Estes efeitos têm demonstrado melhores resultados em ambientes com mais estresse, contribuindo para o aumento do teor de matéria seca e produtividade dos grãos.

Segundo Oliveira (2005), a utilização de piraclostrobina, também promove alterações fisiológicas que melhora o rendimento dos cereais. O fungicida do grupo das estrobilurinas

atua no metabolismo da planta, ativando a enzima nitrato-redutase, responsável pela produção de  $\text{NO}_2$  (nitrito) a partir de  $\text{NO}_3$  (nitrato), gerando, dessa forma, maior assimilação e aproveitamento de nitrogênio (N).

### 2.3 Tecnologia de aplicação do fungicida

A Tecnologia de aplicação constitui-se em área de grande importância para programas de controle de doenças de plantas (AZEVEDO, 2003). Nos atuais conceitos de aplicação de defensivos, são quatro os pontos a serem considerados como fundamentais, para obter pleno êxito, tanto na preservação das colheitas, quanto na redução de ataques de pragas e patógenos: *timing* ou momento oportuno, cobertura, dose e segurança (MATUO, 1998; OZEKI; KUNZ, 1998; GUEDES; DORNELLES, 1998). Além disso, deve-se considerar, ainda, a influência dos fatores biológicos, meteorológicos e agrônômicos, nem sempre previsíveis (AZEVEDO, 2003).

Para uma aplicação eficiente é importante ressaltar, também, que a água de pulverização deve ser limpa. Muitas vezes, o agricultor entende que basta comprar um bom produto e não se preocupa com a maneira adequada do uso do mesmo, e as conseqüências são a má performance do produto, reclamações aos distribuidores e fabricantes e diminuição da lucratividade da lavoura (NASCIMENTO, 2007).

A recomendação tradicional para a aplicação de fungicidas sempre esteve ligada às pontas de jato cônico vazio, no entanto, em virtude de problemas com deriva, seu uso tem sido bastante restrito, principalmente em regiões de vento intenso. Por essa razão, a indústria lançou recentemente no mercado as pontas de jato cônico vazio com indução de ar. Ela tenta aliar a capacidade de penetração das gotas, promovida pelo movimento rotacional do jato e pela pressão de trabalho mais elevada, com a menor suscetibilidade à deriva (BARBER; LANDERS, 2006).

Nos últimos anos, o uso de pontas com indução de ar, que geram gotas de maior tamanho, tem sido bastante incentivado pelo potencial de redução de deriva e boa eficácia em vários tratamentos (KNEWITZ et al., 2002). Contudo, por não existir muitos estudos a respeito da utilização de pontas com indução de ar para aplicação de agrotóxicos em culturas anuais de baixo porte, é preciso avaliá-las de forma a verificar se as mesmas proporcionam

cobertura adequada do alvo, principalmente nas partes inferiores da cultura (CUNHA et al., 2008).

O uso de pontas de jato defletor e com indução de ar produzem gotas médias à grossas, as quais reduzem o risco de deriva. Essas gotas de maior diâmetro que as do jato cônico, são geradas devido à especial construção técnica dessas pontas. As gotas são produzidas num sistema chamado de câmara de expansão, onde a pressão da água é reduzida. Dessa maneira, as pontas com indução de ar incluindo o sistema de vácuo Venturi, que permite que o ar seja sugado para dentro do fluxo de água. A água e o ar são misturados na câmara especial. As gotas produzidas são significativamente maiores devido ao aumento do orifício de saída e devido a diminuição de pressão entre a câmara de expansão e o orifício de saída. As gotas preenchidas com as bolhas de ar se transformam em gotas menores, ao entrarem em contato com a superfície foliar (GAJTKOWSKY et al., 2006).

Dentre os fatores importantes para o sucesso das aplicações, destaca-se a relação alvo/defensivo. Utilizar gotas grandes com o objetivo de reduzir risco de perdas (deriva, evaporação, etc), pode ser prejudicial para eficiência do tratamento, em função destas gotas proporcionarem menor cobertura dos alvos de aplicação quando comparadas às das gotas mais finas (ROMAN et al., 2004). Nas décadas passadas, pouca atenção se dava à uniformidade de distribuição durante as aplicações de produtos fitossanitários, pois o que interessava era molhar bem a cultura, o que se conseguia mediante um volume de calda bastante alto (CARRERO, 1996).

Nas aplicações cujos alvos são plantas devem-se considerar aspectos importantes, tais como: estágio de desenvolvimento, cerosidade, pilosidade, rugosidade e arquitetura da planta. Tais fatores são de grande importância para definir a retenção de gotas e a eficiência de penetração de defensivos nas plantas.

Vale lembrar que o volume de calda é um dos parâmetros fundamentais para o sucesso da aplicação. A definição do volume de calda depende do tipo de alvo a ser atingido, da cobertura necessária, da forma de ação do defensivo e da técnica de aplicação, dentre outros fatores. O volume de calda influencia também na eficiência operacional da aplicação, pois o tempo gasto nas atividades de reabastecimento altera significativamente a capacidade operacional dos pulverizadores, em número de hectares tratados por hora. Um parâmetro importante para o resultado de uma aplicação é a densidade de gotas por  $\text{cm}^2$ , onde a maior ou menor densidade de gotas está diretamente ligada à forma de ação do defensivo (sistêmico, contato, etc.) (NASCIMENTO, 2007).

Na maioria das vezes aumentar o volume de pulverização pode não proporcionar o controle eficiente, devido à limitada capacidade de retenção das folhas, além das gotas grandes tornarem o sistema mais propício a ocorrência de efeito guarda-chuva.

Atualmente, entretanto, existe uma tendência em reduzir o volume de calda, visando reduzir os custos e aumentar a eficiência da pulverização (SILVA, 1999). Essa redução de volume de aplicação requer, no entanto, um aprimoramento da tecnologia de aplicação empregada no campo.

Os trabalhos pioneiros com volume reduzido foram desenvolvidos para a aplicação de herbicidas. Depois de constatada sua eficiência, estuda-se a possibilidade de utilizá-lo também para a aplicação de outros produtos. A dificuldade está associada, principalmente, ao uso de pontas de pulverização de jato plano, já que, até então, a pesquisa recomendava pontas de jato cônico vazio para a aplicação de fungicidas, que permitiam uma melhor penetração do jato pulverizado na cultura e, com isso, melhor controle de doenças no dossel das plantas (MÁRQUEZ, 1997).

Azevedo (2003) relata que, na maioria das vezes, as pulverizações de fungicidas requerem melhor cobertura do alvo biológico do que os demais produtos fitossanitários. A cobertura requerida, em combinação com o diâmetro das gotas aplicado e a superfície exposta do alvo, determina diferentes volumes de pulverização (DELGADO, 1999).

Estudos de redução de volumes nas aplicações têm sido desenvolvidos com a finalidade de diminuir custos nos tratamentos químicos. No entanto, aplicações de fungicidas com volumes de calda inferiores a 200 L ha<sup>-1</sup> podem comprometer a eficiência desses produtos no controle de doenças em cereais de inverno (SAUER, 1999).

A qualidade da cobertura do alvo está condicionada ao diâmetro de gotas. As de menor diâmetro proporcionam maior penetração entre as folhas das culturas (CHRISTOFOLETTI, 1992; SANTOS, 1992; OZEKI; KUNZ, 1998), entretanto, ao se reduzir o diâmetro das gotas para aumentar a cobertura do alvo, com o mesmo volume de aplicação, maior é a interferência do vento, causando deriva, e da temperatura e umidade do ar, causando perdas por evaporação (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Segundo Salyani (1999), a redução do orifício de saída das pontas, para se obter menor volume de pulverização, aumenta o risco de deriva, em virtude da diminuição do tamanho das gotas geradas. O problema se agrava quando se leva em conta que pontas de jato cônico, por trabalharem submetidas a pressões mais elevadas do que as pontas de jato plano, tendem a produzir menor diâmetro de gotas e, com isso, maior possibilidade de contaminação ambiental. Nesse caso, uma maneira simples de reduzir a deriva se dá por meio do aumento

do diâmetro das gotas e da redução da proporção de gotas menores que 100  $\mu\text{m}$ , pelo uso de pontas de jato plano (JENSEN et al., 2001). De forma geral, gotas menores são biologicamente mais eficazes, porém pouco seguras ambientalmente.

Nas aplicações de líquidos, em pulverização, o diâmetro das gotas determina o nível de cobertura e também estabelece o seu comportamento quanto a distância de deslocamento, deriva, penetração entre a folhagem, perda por evaporação e, conseqüentemente, a percentagem de calda, do volume total aplicado, que permanece sobre o alvo. Para fungicidas sistêmicos, são indicadas densidades de gotas de 30 a 40 gotas  $\text{cm}^{-2}$ , com DMV de 201 a 400  $\mu\text{m}$  (OZEKI; KUNZ, 1994).

Produtos sistêmicos são eficazes em condições de menor cobertura do alvo biológico quando comparados com produtos com modo de ação de contato, sendo assim esses produtos quando direcionados ao solo ou às folhas podem ser aplicados com menor densidade de gotas, permitindo o uso de gotas maiores. Isso facilita adotar técnicas para redução de deriva, melhorando a segurança da aplicação e aumentando a eficiência operacional das mesmas. Se usadas de maneira correta gotas grandes geralmente oferecem boa deposição (quantidade/volume de defensivo no alvo), apesar de não proporcionarem melhores condições de cobertura (ROMAN et al., 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido em campo, durante o ano agrícola de 2005/2006, no período das águas (outubro a abril), em área experimental do Clube Amigos da Terra de Uberlândia (Fazenda Mandaguari Agropecuária), localizada no município de Indianópolis, MG, à altitude de 970 m, com declividade suave. A região apresenta temperatura média de 25°C, precipitação em torno de 1200 mm ano<sup>-1</sup> e umidade relativa do ar média entre 50 e 60% (inverno) e entre 80 e 90% (verão).

Utilizou-se o híbrido de milho Maximus®, da Syngenta Seeds, em semeadura direta no espaçamento entre fileiras de 0,45 m, com cerca de 3 plantas m<sup>-1</sup> e estande final de 68800 plantas ha<sup>-1</sup>. Na dessecação da área utilizou-se 5,0 L ha<sup>-1</sup> de glifosato combinado com 0,5 L ha<sup>-1</sup> de óleo vegetal. A adubação foi realizada utilizando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, em pré-semeadura, 300 kg ha<sup>-1</sup> de MAP na semeadura e 250 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura, na forma de uréia, aos 35 dias após a emergência (DAE). Realizou-se o tratamento de sementes com a dose de 2 L do ingrediente ativo carbofuran para 100 kg de sementes. O controle de plantas infestantes e de insetos foi realizado usando-se agrotóxicos, indicados para a cultura, aplicado nas doses recomendadas pelos fabricantes. As parcelas foram constituídas de vinte e quatro linhas de 100 metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre linhas.

O ensaio, visando avaliar o controle de doenças da parte aérea do milho, foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema bifatorial (4 x 3) + 1: quatro pontas de pulverização (jato cônico vazio, jato plano defletor, jato plano leque duplo e jato plano leque duplo antideriva com indução de ar), três volumes de calda (70, 100 e 130 L ha<sup>-1</sup>) e um tratamento adicional que não recebeu fungicida, totalizando 13 tratamentos.

Foi utilizado o fungicida Piraclostrobina+Epoxiconazole, na dose de 0,75 L ha<sup>-1</sup>, em época pré-determinada de acordo com o ciclo vegetativo da cultura (Fase R1, com 20% de pendoamento). Trata-se de um fungicida protetor e de ação sistêmica (epoxiconazole), formulação concentrado emulsionável, na concentração 133 g de Piraclostrobina + 50 g de Epoxiconazol por litro. A recomendação do fabricante para volume de calda na aplicação do fungicida é de 300 L ha<sup>-1</sup>.

Para a aplicação, utilizou-se um pulverizador hidráulico autopropelido com 23 m de barra, com capacidade de tanque de 2000 L, dotado de controlador eletrônico de pulverização. A altura da barra em relação à cultura e o espaçamento entre bicos foram de 0,5 m. Cada

tratamento correspondeu à metade da barra do pulverizador. Durante as aplicações, monitoraram-se temperatura, umidade relativa e velocidade do vento.

Utilizaram-se pontas de pulverização hidráulicas: TT 110-02 (jato plano defletor), MAG 02 (jato cônico vazio), AD/D 110-02 (jato plano duplo) e AD-IA/D 100-02 (jato plano duplo com indução de ar). As características de cada ponta utilizada no experimento estão discriminadas na Tabela 1. A velocidade de deslocamento do pulverizador, na pressão de trabalho de 422 Kpa (60 lbs pol<sup>-2</sup>), foi de 8, 10 e 12 km h<sup>-1</sup>, respectivamente para os volumes de pulverização de 130, 100 e 70 L ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1:** Características das pontas utilizadas no experimento.

<b>Ponta</b>	<b>Classe de gotas*</b>	<b>Deriva</b>
TT 11002	Fina - Média	Média - Baixa
MAG 02	Muita fina - Fina	Alta - Média
AD/D 11002	Fina - Média	Média - Baixa
AD-IA/D 11002	Grossa – Muito grossa	Muito baixa

\*Informações fornecidas pelo catálogo dos fabricantes.

A colheita foi feita manualmente com debulha mecânica de duas linhas centrais de milho, com 5 metros de comprimento. A avaliação da eficácia do fungicida no controle das doenças foi feita mediante a análise da produtividade e da massa de 1000 grãos. Para a estimativa dessas duas variáveis, o teor de água dos grãos foi corrigido para 13% (base úmida).

Para complementar as avaliações em campo, visando à compreensão dos resultados, foi realizada a avaliação da densidade de gotas depositadas em cada tratamento que recebeu fungicida. Essa análise foi feita a partir da contagem manual, com auxílio de uma lupa de aumento (10x), das impressões das gotas (gotas cm<sup>-2</sup>) em etiquetas de papel hidrossensível (26 x 76 mm), dispostas ao longo da faixa de aplicação. Antes da pulverização, foram colocadas três etiquetas de papel hidrossensível: uma na parte superior, uma na parte média e outra na parte inferior da planta, junto à face adaxial da folha.

Os dados de deposição, em cada posição da planta, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Os dados de massa de 1.000 grãos e produtividade foram submetidos à análise de variância, e as médias das parcelas tratadas com fungicidas foram comparadas com a testemunha utilizando-se o teste de Dunnett, a 5% de significância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento foram favoráveis, durante a aplicação do fungicida: temperatura inferior a 28°C, umidade relativa superior a 60% e velocidade do vento entre 1 e 3 m s<sup>-1</sup>.

Na Tabela 2, apresentam-se as médias da densidade de gotas depositadas nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação do fungicida. A interação entre ponta e volume de aplicação foi significativa nas três posições, indicando a dependência entre os dois fatores.

**Tabela 2.** Densidade de gotas depositadas (gotas cm<sup>-2</sup>) nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação de fungicida com diferentes pontas de pulverização, em três volumes de aplicação

Pontas	Volume de pulverização (L ha <sup>-1</sup> )			Média
	70	100	130	
<b>Posição Superior</b>				
Cone vazio	b87B	a209A	b187A	161
Defletor	a143B	a179B	a265A	196
Leque duplo com indução de ar	c17A	c18A	d17A	17
Leque duplo	b81A	b84A	c121A	96
<b>Média</b>	<b>82</b>	<b>123</b>	<b>148</b>	
<b>Posição Média</b>				
Cone vazio	b48C	ab99B	b145A	97
Defletor	a83C	a121B	a228A	144
Leque duplo com indução de ar	c5A	c12A	c26A	14
Leque duplo	b39C	b77B	b155A	90
<b>Média</b>	<b>44</b>	<b>77</b>	<b>139</b>	
<b>Posição Inferior</b>				
Cone vazio	ab11B	b25A	b33A	23
Defletor	ab11C	b25B	a56A	30
Leque duplo com indução de ar	b1A	c3A	c8A	4
Leque duplo	a18B	a45A	c14B	26
<b>Média</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	

\* Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação aos volumes de pulverização, notou-se que seu incremento, proporcionou maior deposição de gotas em quase todos os tratamentos. De maneira geral, os maiores valores de deposição foram encontrados com a ponta de jato plano defletor, trabalhando com volume de pulverização de 130 L ha<sup>-1</sup>. A ponta com indução de ar mostrou-se inadequada para aplicação do fungicida, em virtude dos baixos valores de densidade de gotas encontrados. Antuniassi et al. (2004) e Cunha et al. (2006), avaliando a deposição promovida por diferentes pontas na cultura da soja, também constataram maior cobertura da parte inferior do dossel quando se empregaram pontas com tamanho de gota menor. A ponta de jato cônico vazio também foi eficiente na deposição de gotas, no entanto, deve-se chamar atenção para o risco potencial de deriva ocasionado pelas gotas pequenas geradas por essa ponta.

Em geral, espera-se que o incremento do volume de aplicação propicie aumento do volume de calda retido até certo ponto, a partir do qual a superfície não mais retém o líquido, passando a ocorrer o escorrimento, o que não é desejável. Em trabalho realizado por Derksen e Sanderson (1996), avaliando a influência do volume de calda (47 a 1870 L ha<sup>-1</sup>) na deposição foliar de agrotóxicos, verificou-se também melhor cobertura e menores variações de deposição ao longo do dossel com o uso de maiores volumes de aplicação.

Observando-se os valores de deposição nas três partes do dossel, principalmente com a ponta de jato plano defletor no maior volume de pulverização, percebe-se que eles se encontram acima da densidade mínima recomendada para o controle de doenças utilizando fungicidas. Isso pode explicar o controle das doenças obtido nas aplicações de Piraclostrobina+Epoxiconazole, em campo. Vários autores citam o intervalo de 30 a 40 gotas cm<sup>-2</sup> como a faixa mínima de cobertura do alvo para obtenção de bom controle de doenças com fungicidas sistêmicos (BARTHELEMY et al., 1990; MÁRQUEZ, 1997; AZEVEDO, 2001).

Na análise de variância para produtividade e massa de 1000 grãos, observou-se que não há diferença significativa entre as pontas e entre os volumes. A interação entre os dois fatores também não foi significativa. Os valores de produtividade e de massa de 1000 grãos de milho são mostrados na Tabela 3 e 4. Somente houve diferença entre as parcelas tratadas e a testemunha. Desta forma, procedeu-se ao desdobramento desta interação, utilizando-se o teste de Dunnett (Tabela 5).

Todos os tratamentos que receberam fungicida superaram a testemunha em produtividade, indicando controle de doenças. As diferenças induzidas pelos efeitos das pontas e volumes de calda nos níveis de controle foram insuficientes para afetar a massa dos grãos e o rendimento da cultura.

O estudo de volumes de calda menores que o recomendado pelo fabricante, como citado anteriormente, visou uma maior capacidade operacional do pulverizador, com igual eficiência no controle de doenças do milho, o que pode ser comprovado pela superioridade da produtividade e massa de 1000 grãos das parcelas tratadas em relação à testemunha (Tabela 5).

**Tabela 3.** Efeito do tipo de ponta de pulverização e do volume de calda, utilizados na aplicação de fungicida, na produtividade de grãos da cultura do milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Pontas de Pulverização	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )			Média
	Volume de calda ( $\text{L ha}^{-1}$ )			
	70	100	130	
Cone vazio	8976	9626	9614	9405
Jato plano defletor	9163	10064	9662	9630
Jato plano duplo com indução de ar	9067	9567	8244	8959
Jato plano duplo	9074	10005	9886	9655
<b>Média</b>	<b>9070</b>	<b>9816</b>	<b>9352</b>	

**Tabela 4.** Efeito do tipo de ponta de pulverização e do volume de calda, utilizados na aplicação de fungicida, na massa de 1000 grãos da cultura do milho (g).

Pontas de Pulverização	Massa de 1000 grãos (g)			Média
	Volume de calda ( $\text{L ha}^{-1}$ )			
	70	100	130	
Cone vazio	281,20	295,33	292,62	289,72
Jato plano defletor	290,16	293,94	299,94	294,68
Jato plano duplo com indução de ar	281,68	293,17	291,15	288,67
Jato plano duplo	290,64	293,42	292,31	292,12
<b>Média</b>	<b>285,92</b>	<b>293,97</b>	<b>294,01</b>	

A inexistência de diferença significativa na massa e no rendimento dos grãos, entre as parcelas tratadas com o fungicida, pode ser atribuída ao fato de, mesmo sendo significativas as diferenças entre a densidade de gotas depositadas com as diferentes pontas, ter-se trabalhado com um fungicida sistêmico, e em condições climáticas favoráveis durante as aplicações, conforme especificado anteriormente. Condições extremas de temperatura,

umidade e vento poderiam alterar os resultados encontrados, principalmente devido à deriva e evaporação das gotas pequenas. Cunha et al. (2006) também não encontraram diferenças significativas na produtividade da cultura da soja em função do uso de diferentes pontas e volumes de pulverização.

A aplicação do fungicida promoveu um aumento médio de produtividade de 16,3% em relação à testemunha, evidenciando que a aplicação do fungicida foi viável. Os resultados encontrados concordam com o trabalho de Juliatti et al. (2004). Os autores, estudando o controle de doenças do milho, mostraram o aumento de produtividade obtido com a redução da severidade das doenças proporcionada por alguns fungicidas.

Isso evidencia que a aplicação de fungicidas é uma ferramenta importante para o controle de doenças do milho, desde que seja observado o momento correto de aplicação, nas condições e tecnologia adequadas. Mesmo com ausência de diferença entre as pontas e entre os volumes em relação à produtividade e massa de 1000 grãos no presente trabalho, é importante optar pelas pontas que apresentem maior cobertura foliar e menor risco de deriva, para uma aplicação mais econômica e ecologicamente correta.

**Tabela 5.** Efeito comparativo da aplicação de fungicida na cultura do milho com diferentes pontas de pulverização, em diferentes volumes de calda, em relação à testemunha sem aplicação na produtividade e na massa de 1000 grãos.

<b>Pontas de pulverização</b>	<b>Volume de calda (L ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Massa de 1000 grãos (g)</b>
Cone vazio	70	8976*	281,20*
Jato plano defletor	70	9163*	290,16*
Jato plano duplo com indução de ar	70	9067*	281,68*
Jato plano duplo	70	9074*	290,64*
Cone vazio	100	9626*	295,33*
Jato plano defletor	100	10064*	293,94*
Jato plano duplo com indução de ar	100	9567*	293,17*
Jato plano duplo	100	10005*	293,42*
Cone vazio	130	9614*	292,62*
Jato plano defletor	130	9662*	299,94*
Jato plano duplo com indução de ar	130	8244*	291,15*
Jato plano duplo	130	9886*	292,31*
<b>Testemunha</b>		<b>8091</b>	<b>269,67</b>

\*Médias seguidas por um asterisco diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

## 5 CONCLUSÕES

- A utilização de pontas de jato plano defletor, nos maiores volumes de pulverização testados (100 e 130 L ha<sup>-1</sup>), proporcionou maiores valores de deposição de calda no dossel do milho. Essa diferença, no entanto, não foi suficiente para promover incremento na produtividade da cultura.
- Os tipos de ponta de pulverização estudados, bem como os volumes de calda utilizados na aplicação do fungicida testado para o controle das doenças do milho, não influenciou a massa de grãos e a produtividade da cultura.
- O fungicida avaliado propiciou controle das doenças, com reflexo na produtividade, em média, 16,3% superior à obtida na testemunha.

## REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R.; CAMARGO, T. V.; BONELLI, M. A. P. O.; ROMAGNOLE, E. W. C. Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: FEPAF, 2004. p.48-51.

AZEVEDO, L. A. S. **Proteção integrada de plantas com fungicidas**. São Paulo, 2001. 230p.

AZEVEDO, L. A. S. Qualidade da aplicação de fungicidas protetores. In: AZEVEDO, L. A. S. (Ed.). **Fungicidas protetores: fundamentos para o uso racional**. Campinas: Camopi, 2003. p.121-132.

BARBER, J. A. S.; LANDERS, A. **Taking the pressure off: advances in sprayer technology**. Disponível em: <<http://www.nysaes.cornell.edu/ent/faculty/landers/pestapp/publications/veg/Veg%20resrsac%20Onions%20Paper.doc>>. Acesso em: 25 jun. 2006.

BARTHELEMY, P.; BOISGOINTER, D.; JOUY, L.; LAJOUX, P. **Choisir les outillis de pulverisation**. Paris: Institut Technique des Céréales et des Fourrages, 1990. 160 p.

BRANDÃO, A. M. **Manejo da cercosporiose (*Cercospora zae-maydis* Tehon & Daniels) e da ferrugem comum do milho (*Puccinia sorghi* Sw.) pelo uso da resistência genética, fungicida e épocas de aplicação**. 2002. 169f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamientos fitosanitarios**. Madrid: Mundi-Prensa. 1996. 160 p.

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

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

CONAB (Cia Nacional do Abastecimento). **Avaliação da Safra Agrícola 2007/8**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo\\_safra.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf)>. Acesso em 02 set. 2008.

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, p.1360-1366, 2006.

CUNHA, J. P. A. R., MOURA, E.A.C., JÚNIOR, J. L. S., ZAGO, F. A., JULIATTI, F. C. Efeito de pontas de pulverização no controle químico da ferrugem da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p.283-291, 2008.

DELGADO, L. M. **Tecnología para la aplicación de fitosanitarios**. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1999. 26 p.

DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed and distribution technique effects on poinsettia foliar deposit. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.39, n.1, p.5-9, 1996.

DOURADO NETO, D.; OLIVEIRA, R.F. F500 em soja e milho – Efeitos fisiológicos comprovados. **Atualidades Agrícolas**, São Paulo, v.3, n.2, p.12-16, 2005.

GAJTKOWSKI, A.; MIGDALSKA-KUSTOSIK, P., BZDEGA, W. Quality evaluation of working with drift guard nozzles and air induction nozzles in maize spraying. **Journal of Plant Protection Research**, Poznań, v. 46, n. 4, p.379-386, 2006.

GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. As diversas missões em tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES, S. H. B. (Ed.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: UFSM/ Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 9-15.

JENSEN, P. K.; JORGENSEN, L. N.; KIRKNEEL, E. Biological efficacy of herbicides and fungicides applied with low-drift and twin- fluid nozzles. **Crop Protection**, London, v.20, p.57-64, 2001.

JOHNSON, M. P.; SWETNAM, L. D. **Sprayer nozzles: selection and calibration**. Lexington: University of Kentucky, 1996. 6p. Disponível em: <<http://www.uky.edu/Agriculture/Pat/pat3.pdf>>, Acesso em: 29 nov. 2008.

JULIATTI, F.C.; APPELT, C.C.N.S.; BRITO, C.H.; GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; HAMAWAKI, O.T.; MELO, B. Controle da feosféria, ferrugem comum e cercosporiose pelo uso da resistência genética, fungicidas e épocas de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.20, n.3, p.45-54, 2004.

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.

KNEWITZ, H.; WEISSER, P.; KOCH, H. Drift-reducing spray application in orchards and biological efficacy of pesticides. **Aspects of Applied Biology**, Wellesbourne, v.66, p.231-236, 2002.

MÁRQUEZ, L. Tecnología para la aplicación de defensivos agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB, 1997. CD-ROM.

MATUO, T. Fundamentos da tecnologia de aplicação de agrotóxicos. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S. H. B. (Ed.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**. Santa Maria: UFSM/ Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.95-105.

NASCIMENTO, C. **Avaliação de diferentes pontas e volumes de pulverização na aplicação de fungicida na cultura do milho.** 2007. 33f. Monografia (Trabalho de conclusão do curso) - Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

OLIVEIRA, R.F. Efeito fisiológico do F500 na planta. **Atualidades Agrícolas**, São Paulo, v.3, n.2, p. 9-11, 2005.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. **Manual de aplicação aérea.** São Paulo: Ciba Agro, 1994. 46 p.

OZEKI, Y.; KUNZ, R. P. Tecnologia de aplicação aérea - aspectos práticos. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELLES, S. H. B. (Ed.). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias.** Santa Maria: UFSM/ Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p.65-78.

PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F. T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays* L.): Controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas: Grandes Culturas.** Viçosa: UFV, 1997. cap. 17, p. 821 - 863.

PINTO, N. F. J. A. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.1, p.134-138, 2004.

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

SALYANI, M. **Optimization of sprayer output at different volume rates.** St. Joseph: ASAE. CD-ROM. 1999.

SANTOS, J.M.F. **Aviação agrícola - Manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos.** São Paulo: Rhodia Agro, 1992. 100 p.

SAUER, R. Fungizide brauchen "ziehlwasser". **DLL-Agrarmagazin**, München, v.2, n.1, p 76-77, 1999.

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

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