

# Aplicação aérea e terrestre de fungicida para o controle de doenças do milho<sup>1</sup>

## Aerial and ground fungicide application to corn for disease control

João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha<sup>2\*</sup>, Leandro Luiz da Silva<sup>3</sup>, Walter Boller<sup>4</sup> e Jaqueline Fátima Rodrigues<sup>5</sup>

**Resumo** - O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação aérea e terrestre de fungicida no controle de doenças do milho e na deposição de calda sobre a cultura. Realizou-se a semeadura do híbrido AG7010, avaliando-se após a aplicação do fungicida (piraclostrobina + epoxiconazol), no estágio fenológico  $V_8$  a  $V_{10}$ , a deposição de calda na parte inferior, média e superior do dossel da cultura, a severidade de doenças e a produtividade. A aplicação aérea foi realizada com volumes de calda de 15 e 30 L ha<sup>-1</sup>, empregando pontas de jato plano, e a aplicação terrestre com 100 L ha<sup>-1</sup>, empregando pontas de jato plano defletor com indução de ar e pontas de jato plano defletor duplo. Como testemunha foi utilizado um tratamento sem o recebimento de fungicida. O estudo da deposição foi realizado com o emprego de papéis hidrossensíveis. Concluiu-se que os tratamentos terrestres apresentaram maior densidade de gotas no dossel da cultura do milho, mas todos os tratamentos proporcionaram a deposição mínima recomendada para aplicação de fungicida. A aplicação aérea empregando volume de calda de 30 L ha<sup>-1</sup> proporcionou produtividade semelhante aos tratamentos terrestres, mostrando ser viável tecnicamente sua utilização.

**Palavras-chave** - *Zea mays*. Milho-doenças e pragas. Plantas-efeito dos fungicidas. Pulverização.

**Abstract** - This study aimed to evaluate the effect of the aerial and ground application of fungicide in the control of corn diseases and in the spray deposition on the canopy. The hybrid AG7010 was sown and the spray deposition on the bottom, middle and upper canopy of the crop, disease severity and yield were evaluated after the application of the fungicide (pyraclostrobin + epoxiconazol), at the  $V_8$ - $V_{10}$  stage. The aerial application was accomplished with spray volumes of 15 and 30 L ha<sup>-1</sup>, using flat-fan spray nozzles, and the ground one with 100 L ha<sup>-1</sup>, using turbo twin flat-fan and air induction turbo flat-fan spray nozzles. An additional treatment that received no fungicide was also evaluated. The study of the deposition was achieved using water sensitive papers. It was concluded that that the conventional treatments presented larger droplet density in the corn canopy; however all of the treatments provided the minimum deposition recommended for fungicide application. The aerial application using spray volume of 30 L ha<sup>-1</sup> provided similar yield to the conventional treatments, showing to be technically feasible to use.

**Key words** - *Zea mays*. Maize-diseases and insects. Plants-fungicide effects. Spray.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 12/11/2009; aprovado em 18/07/2010

Pesquisa desenvolvida pelo Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia com financiamento parcial da FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Agrárias/UFU, Campus Umuarama, Uberlândia-MG, Brasil, 38.400-902, jpcunha@iciag.ufu.br

<sup>3</sup>Instituto de Ciências Agrárias/UFU, Campus Umuarama, Uberlândia-MG, Brasil, leandroluizagro@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/UPF, Passo Fundo-RS, Brasil, boller@upf.br

<sup>5</sup>Centro de Ciências Agrárias, UFG, Jataí-GO, Brasil, jakerodrigues\_mg@yahoo.com.br

## Introdução

A cultura do milho (*Zea mays L.*) apresenta grande importância econômica no mundo. No entanto, mesmo com a evolução gradativa das quantidades produzidas e rendimentos obtidos, a produção de grãos por unidade de área ainda não traduz o potencial genético das cultivares disponíveis, levando a constantes buscas por alternativas que aumentem a produtividade (Guareschi et al., 2008; Trento et al., 2002).

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), criaram-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, e, mais recentemente, a mancha de *Cercospora* causada por *Cercospora zea-maydis* Tehon e Daniels.

Dessa forma, a partir da década de 1990 ocorreu um aumento da frequência de doenças foliares no milho, causando perdas econômicas em diversas regiões, resultando, a partir do início do ano 2000, no uso intensivo de fungicidas para reduzir perdas ocasionadas pelas doenças foliares. Carneiro et al. (2003), Pinto et al. (2004) e Pinto (2004) comprovaram em seus respectivos trabalhos a eficácia de fungicidas dos grupos químicos dos triazóis e estrobilurinas na redução da severidade de várias doenças do milho e na manutenção da produtividade frente aos fitopatógenos.

Para o sucesso da 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, 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 (Cunha et al., 2006; Cunha, 2008). De pouco adiantará produzir a gota adequada, se o produto não atingir o alvo (Carvalho, 2007).

A tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários é uma ferramenta que pode ser usada para maximizar a produtividade. Nesse contexto, tem-se a aplicação aérea que é uma realidade em boa parte das regiões produtoras de grãos no Brasil. Seu uso na cultura do milho tem crescido muito, principalmente pela impossibilidade de entrada de máquinas terrestres em fases mais adiantadas da cultura, contudo pouca informação científica existe a respeito de sua eficácia, principalmente em comparação à aplicação convencional. Dependendo do estágio de desenvolvimento da planta, a aplicação terrestre pode ocasionar a redução do estande da lavoura, área fotossintética, número de panículas e, conseqüentemente, perdas de grãos, reduzindo significativamente a produção (SILVA, 2004). No momento em que as aplicações de fungicidas proporcionam maior resposta técnica e econômica, o porte das plantas dificulta ou até impede o deslocamento das máquinas convencionais no interior das lavouras (Boller et al., 2008).

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

## Material e métodos

O trabalho 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). Realizou-se a semeadura direta do híbrido de milho AG 7010, com espaçamento entre fileiras de 0,45 m e 3,1 plantas por metro linear.

O experimento constou de cinco tratamentos e cinco repetições, sendo quatro tratamentos realizados com o controle químico em diferentes tecnologias de aplicação de fungicida e um tratamento sem aplicação de fungicida (Testemunha) (TAB. 1), perfazendo 25 parcelas experimentais.

**Tabela 1** - Descrição dos tratamentos realizados

Tratamento	Máquina para aplicação	Volume de calda	Modelo de ponta
1	Avião agrícola	30 L ha <sup>-1</sup>	Jato plano ajustável (Bicostol)
2	Avião agrícola	15 L ha <sup>-1</sup>	Jato plano ajustável (Bicostol)
3	Pulverizador terrestre	100 L ha <sup>-1</sup>	Jato plano defletor com indução de ar (TTI 11002)
4	Pulverizador terrestre	100 L ha <sup>-1</sup>	Jato plano defletor duplo (TTJ 11002)
Testemunha	---	---	---

Foi utilizado o fungicida sistêmico composto pela mistura de estrobilurina (piraclostrobina) e triazol (epoxiconazol), na dose de 137,25 g ha<sup>-1</sup> i.a. desta mistura.

Para aplicação deste fungicida, foi utilizado um pulverizador autopropelido e uma aeronave agrícola, conforme os tratamentos propostos. O pulverizador autopropelido utilizado apresenta depósito de calda de 2000 L, barra pulverizadora de 21 m e controlador eletrônico de pulverização. A altura da barra de pulverização em relação à cultura foi de 0,5 m. A aeronave, modelo Ipanema 202A, foi equipada com 64 bicos ajustáveis de jato plano (Modelo Bicostol) e operada na velocidade de 193 km h<sup>-1</sup> (120 milhas h<sup>-1</sup>), com altura de vôo em relação ao dossel da cultura de 4 m.

Na aplicação terrestre, foram avaliadas duas pontas de pulverização: jato plano defletor duplo TTJ60 11002 e jato plano defletor com indução de ar TTI 11002, sob um volume de aplicação de 100 L ha<sup>-1</sup>, velocidade de deslocamento de 15 km h<sup>-1</sup> e pressão de aproximadamente 600 kPa. Essa pressão foi automaticamente ajustada pelo controlador para adequar o volume de aplicação em função da velocidade.

Na aplicação aérea, empregou-se volume de aplicação de 15 e 30 L ha<sup>-1</sup> (valores mais comumente empregados neste tipo de aplicação), ajustando-se o dosador do bico e a pressão do líquido em 300 kPa. Na aplicação com 15 L ha<sup>-1</sup>, foi adicionado óleo vegetal Nimbus à calda, na dose de 0,5 L ha<sup>-1</sup>. A posição do defletor e do bico em relação à horizontal foi selecionada visando obter gotas médias (250 a 300 µm), de acordo com o fabricante.

As condições ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram monitoradas e apresentaram condições favoráveis às aplicações do fungicida: temperatura inferior a 30 °C, umidade relativa superior a 55% e velocidade do vento entre 4 e 6 km h<sup>-1</sup>.

O comprimento de todas as parcelas experimentais foi de 250 m e a largura útil para o tratamento T1 (avião 30 L ha<sup>-1</sup>), 16 m, para o T2 (avião 15 L ha<sup>-1</sup>), 20 m, e para os tratamentos T3, T4 e T5, 10,5 m. Essas larguras foram utilizadas de acordo com a faixa de deposição da aeronave em cada condição de aplicação (ASAE, 2004) e, para a aplicação terrestre, correspondeu à metade da barra do pulverizador. Nos tratamentos aéreos, para cada parcela o avião realizou três passadas para garantir a sobreposição adequada. Manteve-se uma distância de 10 m entre parcelas para evitar problemas de deriva.

A aplicação do fungicida foi realizada com as plantas de milho no estágio fenológico V<sub>8</sub> a V<sub>10</sub> (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 de doenças e da produtividade entre parcelas tratadas com fungicida e parcelas não-tratadas (testemunha). Também foi conduzido um estudo de deposição de gotas, considerando as parcelas que receberam produto.

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 hidrossensíveis (76 x 26 mm), seguindo a recomendação de Halley et al. (2008).

Antes da pulverização, foram marcadas cinco plantas, escolhidas ao acaso em cada parcela e, em cada planta, foram colocados três papéis hidrossensíveis: um na parte superior, um na parte mediana e outro na parte inferior da planta, todos junto à face adaxial da folha, buscando mantê-los na horizontal. Posteriormente, foi feita a quantificação e a caracterização dos impactos em cada papel. Para isso, os papéis foram digitalizados por meio de um scanner (resolução espacial de 600 dpi não interpolados, com cores em 24 bits) e analisados 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 diâmetro da mediana volumétrica (DMV) e a porcentagem de área coberta.

A coleta das folhas para análise de severidade de doenças foi realizada quando a cultura se encontrava no estágio fenológico R6 (maturidade fisiológica). Foram realizadas cinco repetições por parcela, sendo cada repetição composta por três folhas de três plantas de milho. Coletaram-se as folhas que correspondiam à primeira folha acima da espiga principal, à folha da espiga e à folha imediatamente abaixo da espiga. Posteriormente, foi realizada a análise visual da porcentagem de área foliar afetada por doenças de ocorrência natural na área, de acordo com escala diagramática de doenças para a cultura do milho.

Ao final do ciclo da cultura, realizou-se o processo de colheita para determinação da produtividade. Manualmente colheram-se as espigas das plantas presentes em 2 linhas com 5 m de comprimento (4,5 m<sup>2</sup> de área), em cada parcela. 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.).

Para fins de análise estatística, o estudo de deposição de gotas foi realizado 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<sup>-1</sup> com ponta de jato plano defletor com indução de ar e jato plano defletor

duplo e aplicação aérea a 15 e 30 L ha<sup>-1</sup>) na subparcela. Considerou-se, para análise de severidade de doenças e produtividade, o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições e cinco tratamentos, acrescentando-se aos quatro anteriores a testemunha. Os dados de deposição, severidade e produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste T (LSD), a 0,05 de probabilidade. Foram aplicados os testes de Lilliefors e Bartlett para verificar a normalidade dos erros e a homogeneidade das variâncias.

## Resultados e discussão

Na Tabela 2, pode-se verificar o diâmetro da mediana volumétrica das gotas nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação do fungicida. Observa-se que ocorreu diferença significativa entre as formas de aplicação, mas não houve diferença entre as posições.

No tratamento terrestre com ponta de jato plano defletor com indução de ar ocorreu o maior valor de DMV, uma vez que esta ponta tem como característica a produção de gotas com ar em seu interior, em geral maiores do que em outros modelos de pontas de mesma vazão. 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 da alta temperatura. O restante dos tratamentos proporcionou resultados semelhantes, sendo que as gotas geradas foram de menor tamanho em relação à ponta de indução de ar, estando portanto mais sujeitas à deriva.

Na Tabela 3, apresentam-se as médias das densidades de gotas depositadas no dossel da cultura do milho. Observa-se que houve diferença entre as formas de aplicação. O tratamento terrestre com a ponta defletora de jato plano duplo proporcionou maior densidade de gotas, enquanto que as menores densidades 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

**Tabela 2** - Diâmetro da mediana volumétrica ( $\mu\text{m}$ ) da pulverização nas partes superior, média e inferior do dossel da cultura do milho, após a aplicação de fungicida em diferentes formas

Método de aplicação	Diâmetro da mediana volumétrica ( $\mu\text{m}$ )			
	Posição superior	Posição média	Posição inferior	Média
T1	175	151	144	157b
T2	109	95	122	109b
T3	233	306	245	361a
T4	172	162	106	147b
Média	197A	203A	179A	

Valor de F (Posição x Método de aplicação): 1,26<sup>ns</sup>

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 0,05 de probabilidade pelo Teste T (LSD); <sup>ns</sup> não significativo; T1 - Aéreo (30 L ha<sup>-1</sup>); T2 - Aéreo (15 L ha<sup>-1</sup>); T3 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora com indução de ar); T4 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora de jato plano duplo)

**Tabela 3** - 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 em diferentes formas de pulverização

Método de aplicação	Densidade de gotas (Gotas cm <sup>-2</sup> )			
	Posição superior	Posição média	Posição inferior	Média
T1	112	112	122	115c
T2	107	91	69	89c
T3	334	267	313	305b
T4	704	642	483	610a
Média	314A	278A	247A	

Valor de F (Posição x Método de aplicação): 0,75<sup>ns</sup>

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 0,05 de probabilidade pelo Teste T (LSD); <sup>ns</sup> não significativo; T1 - Aéreo (30 L ha<sup>-1</sup>); T2 - Aéreo (15 L ha<sup>-1</sup>); T3 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora com indução de ar); T4 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora de jato plano duplo)

a 50 gotas cm<sup>-2</sup> (Matthews, 2000). À medida que o volume de calda é reduzido, deve-se dar maior atenção à densidade de gotas, uma vez que esta não é limitante quando se utiliza altos volumes (Boller et al., 2007).

O volume de calda empregado na aplicação terrestre foi bem superior ao da aplicação aérea, o que ajuda a explicar a diferença de densidade de gotas. Contudo, é importante analisar essa informação levando-se em conta também que há diferença de concentração da calda. Assim, a apreciação da informação de densidade de gotas isoladamente pode levar a uma falsa conclusão de grande superioridade dos tratamentos terrestres, principalmente quando da utilização de fungicidas sistêmicos (que apresentam algum tipo de mobilidade na planta). Para produtos de contato, em geral, maior densidade de gotas leva a maior eficácia de controle.

Schroder (2007), analisando a pulverização de fungicida na cultura da soja via aplicação aérea e terrestre, também observou que a densidade de gotas foi maior no tratamento terrestre que no aéreo, o que confirma os resultados encontrados neste trabalho, contudo a produtividade obtida com a aplicação aérea foi superior, provavelmente em função da redução do amassamento da cultura.

Na Tabela 4, têm-se as médias de cobertura das gotas, em porcentagem, nas partes superior, média e inferior do dossel. Houve diferença significativa entre as formas de aplicação realizadas e entre as posições superior 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<sup>-1</sup> e 30 L ha<sup>-1</sup> apresentaram menor porcentagem de cobertura. O valor de cobertura é consequência da densidade de gotas, porém é uma informação mais completa, pois leva em conta também o diâmetro das gotas.

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. Nessas pontas, o tamanho de cada um dos dois orifícios elípticos de saída é menor do que orifício de uma ponta padrão de mesma vazão nominal, o que leva a uma maior pulverização do jato.

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 ao ponto de lançamento da gota. 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 maior porcentagem de cobertura de gotas no topo das plantas de soja em relação ao terço inferior dessas plantas na aplicação terrestre e aérea.

Derksen e Sanderson (1996) avaliaram a influência do volume de calda na deposição foliar de agroquímicos e verificaram que, com o uso de altos volumes, obtêm-se melhor cobertura e menores variações de deposição ao longo do dossel. Os autores argumentam que altos volumes permitem uma redistribuição de produto por meio do escorrimento da parte superior para a parte inferior, o que causa maior deposição nas partes inferiores e, com isso, maior uniformidade de deposição. No entanto, essas aplicações apresentam maiores riscos de contaminação do solo, em virtude da possibilidade da não-retenção de produto nas folhas.

**Tabela 4** - 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
T1	4,40	3,18	2,46	3,35c
T2	2,12	1,30	1,02	1,48c
T3	12,98	7,56	5,22	8,59b
T4	18,04	16,12	9,34	14,50a
Média	9,39A	7,04AB	4,51B	

Valor de F (Posição x Método de aplicação): 1,28<sup>ns</sup>

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas, nas linhas, e minúsculas, nas colunas, diferem significativamente entre si, a 0,05 de probabilidade pelo Teste T (LSD); <sup>ns</sup> não significativo; T1 - Aéreo (30 L ha<sup>-1</sup>); T2 - Aéreo (15 L ha<sup>-1</sup>); T3 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora com indução de ar); T4 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora de jato plano duplo)

A análise de severidade de doenças na cultura do milho foi realizada tendo em vista as porcentagens de mancha de *Phaeosphaeria* e de mancha de *Cercospora* encontradas naturalmente nos diferentes tratamentos. Verifica-se na Tabela 5, 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 de *Phaeosphaeria* quanto de mancha de *Cercospora*, e nos demais tratamentos, menor severidade, não diferindo entre si significativamente.

**Tabela 5** - 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 de <i>Phaeosphaeria</i>	Mancha de <i>Cercospora</i>
T1	3,06b	0,28b
T2	0,56b	0,97b
T3	0,55b	0,42b
T4	2,64b	1,11b
Testemunha	13,74a	3,19a
Valor de F	2,89*	2,92*

Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente entre si, a 0,05 de probabilidade pelo Teste T (LSD); \* significativo a 0,05; T1 - Aéreo (30 L ha<sup>-1</sup>); T2 - Aéreo (15 L ha<sup>-1</sup>); T3 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora com indução de ar); T4 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora de jato plano duplo)

A obtenção de coberturas ideais para aplicação do fungicida ajuda a explicar o fato de não ter ocorrido diferença significativa entre os tratamentos onde o mesmo foi aplicado, já que todos os tratamentos atenderam a recomendação mínima para o controle de manchas foliares. Essa recomendação depende do alvo e do produto aplicado. Fungicidas sistêmicos são eficazes em condições de menor cobertura em comparação aos de ação de contato, contudo deve-se levar em conta que, mesmo denominados sistêmicos, costumam apresentar apenas movimento translaminar em várias culturas, reforçando a importância da tecnologia de aplicação (Boller et al., 2007).

Na análise de produtividade (TAB. 6), verifica-se que o tratamento aéreo (30 L ha<sup>-1</sup>), foi o que obteve maior produtividade, diferindo estatisticamente da testemunha e da aplicação aérea com 15 L ha<sup>-1</sup>. 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 não foi elevada na área, corroborando com o resultado encontrado.

**Tabela 6** - Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) do milho, após a aplicação de fungicida em diferentes formas de pulverização

Método de aplicação	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
T1	7283,24a
T2	6284,35b
T3	6438,69ab
T4	6962,49ab
Testemunha	6220,39b
Valor de F	2,68*

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem significativamente entre si, a 0,05 de probabilidade pelo Teste T (LSD); \* significativo a 0,05; T1 - Aéreo (30 L ha<sup>-1</sup>); T2 - Aéreo (15 L ha<sup>-1</sup>); T3 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora com indução de ar); T4 - Terrestre (100 L ha<sup>-1</sup>, ponta defletora de jato plano duplo)

Desta forma, a aplicação aérea com 30 L ha<sup>-1</sup> mostrou-se factível em comparação a aplicação terrestre. Constitui-se numa importante ferramenta que o agricultor pode utilizar quando necessária. Estudos de custo, urgência de aplicação e disponibilidade de máquinas e mão-de-obra deverão contribuir com a tomada de decisão final.

A aplicação de fungicida propicia à 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. 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.

## Conclusões

1. Os tratamentos terrestres apresentaram maior densidade de gotas no dossel da cultura do milho, mas todos os tratamentos proporcionaram a deposição mínima recomendada para aplicação de fungicida;
2. A aplicação de fungicida, independente da forma de pulverização, reduziu a severidade da mancha de *Phaeosphaeria* e da mancha de *Cercospora*;
3. A aplicação aérea de fungicida empregando volume de calda de 30 L ha<sup>-1</sup> proporcionou produtividade

semelhante aos tratamentos terrestres, superando a testemunha, mostrando ser viável tecnicamente sua utilização.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pelo suporte financeiro que permitiu o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, e ao Clube Amigos da Terra de Uberlândia, pelo auxílio na condução dos ensaios de campo.

## Referências

- AMERICANSOCIETYOFAGRICULTURALENGINEERING (ASAE). **Calibration and distribution pattern testing of agricultural aerial application equipment**. St. Joseph: ASAE, 2004. 5 p. (ASAE Standard: ASAE S 386.2).
- BOLLER, W.; FORCELINI, C. A.; HOFFMANN, L. L. Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte I. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 15, p. 243-276, 2007.
- BOLLER, W. *et al.* Tecnologia de aplicação de fungicidas - parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 16, p. 85-132, 2008.
- CARNEIRO, L. C.; BRIGNONI, A.; PEDRIEL, F. C. Efeito de fungicidas no controle da cercosporiose do milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 306, 2003. Suplemento.
- CARVALHO, W. P. de A. Situação atual e perspectivas da aviação agrícola no Brasil e eficácia no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**, v. 33, p. 107-109, 2007. Suplemento.
- CUNHA, J. P. A. R. Pesticide drift simulation under different application methods. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 04, p. 487-493, 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**, v. 35, n. 05, 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**, v. 36, n. 05, p. 1360-1366, 2006.
- DERKSEN, R. C.; SANDERSON, J. P. Volume, speed and distribution technique effects on poinsettia foliar deposit. **Transactions of the ASAE**, v. 39, n. 01, p. 5-9, 1996.
- GUARESCHI, R. F. *et al.* Produção de massa de milho silagem em função do arranjo populacional e adubação. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 03, p. 468-475, 2008.
- Halley, S. *et al.* Fungicide deposition measurement by spray volume, drop size and sprayer system in cereal grains. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 24, n. 01, p. 15-21, 2008.
- JULIATTI, F. C. *et al.* Fungicidas na parte aérea da cultura do milho: evolução de doenças fúngicas, perdas, resposta de híbridos e melhoria da qualidade da produção. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 15, p. 277-334, 2007.
- MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 3. ed. London: Blackwell, 2000. 432 p.
- PINTO, N. F. J. Controle químico de doenças foliares em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 03, n. 01, p. 134-138, 2004.
- PINTO, N. F. J.; ANGELIS, B.; HABE, M. H. Avaliação da eficiência de fungicidas no controle da cercosporiose (*Cercospora zaeae-maydis*) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 03, n. 01, p. 139-145, 2004.
- SCHRODER, E. P. Pulverizadores. **Cultivar Máquinas**, v. 07, n. 64, p. 20-22, 2007.
- 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, 33., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: SBEA, 2004. 1 CD-ROM.
- TRENTO, S. M.; IRGANG, H. H.; REIS, E. M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 06, p. 609-613, 2002.
- ZHU, H. *et al.* Spray penetration into peanut canopies with hydraulic nozzle tips. **Biosystems Engineering**, v. 87, n. 03, p. 275-283, 2004.