

Resposta de híbridos de milho ao uso de piraclostrobina na ausência de doenças*

Corn hybrids responses to pyraclostrobin use in disease absences

Pedro Vitor Schumacher^{1**}, Marieli Rossato¹, Antônio Paulino da Costa Netto¹, Ana Claudia Alves D'Abadia¹, Edesio Filho dos Reis¹

RESUMO: Objetivando-se avaliar o efeito da aplicação de piraclostrobina em diferentes épocas e combinações de aplicação em dois híbridos simples de milho cultivados na safra de verão, realizou-se um experimento no município de Jataí, Goiás. Adotou-se o delineamento de blocos ao acaso no esquema fatorial 2 x 9 (híbridos x aplicações de piraclostrobina), com 4 repetições. As aplicações foram realizadas em diferentes combinações de fungicidas: presença ou ausência de piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 g i.a.100 kg semente⁻¹) no tratamento de sementes (V0) combinado com a aplicação de piraclostrobina (150 g i.a.ha⁻¹) antes ou após a adubação de cobertura (V4 ou V6) combinado ou não com a aplicação de piraclostrobina + ciproconazole (137,25 g i.a.ha⁻¹) em pré-pendoamento (VT) e uma testemunha (sem uso de piraclostrobina). Foram avaliados: atividade da enzima redutase do nitrato, índice de clorofila, altura de plantas, altura de inserção de espiga, diâmetro de colmo, porcentagem de folhas senescentes, severidade de *Puccinia polysora* Underw, massa de mil grãos, densidade e produtividade de grãos. Submeteram-se os dados ao teste F para verificação de significância; e para comparação de médias utilizou-se o teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. Para a maioria dos caracteres avaliados observou-se diferença entre híbridos. Não foi observado efeito das aplicações de piraclostrobina e interação entre os fatores em questão. Conclui-se que não há efeito benéfico ou deletério da aplicação de piraclostrobina em diferentes épocas e combinações de aplicação sobre os dois híbridos simples de milho cultivados na safra de verão.

PALAVRAS-CHAVE: efeito fisiológico; estrobilurina; redutase do nitrato; produtividade; *Zeamays* L.

ABSTRACT: An experiment was conducted in Jataí, Goiás, Brazil, aiming to evaluate the effects of the application of pyraclostrobin at different times and with different application combinations in two simple hybrids of corn grown in the summer season. A randomized block design was adopted in a factorial 2 x 9 (hybrid x pyraclostrobin applications) design, with 4 replications. The applications were performed in different combinations: presence or absence of pyraclostrobin + thiophanate methyl + fipronil (100 g a.i.100 kg seed⁻¹) in seed treatment (V0) combined with pyraclostrobin (150 g a.i.ha⁻¹) application before or after topdressing (V4 or V6) combined or not with pyraclostrobin + cyproconazole (137.25 g a.i.ha⁻¹) application in pre-bolting (VT) and a control (without use of pyraclostrobin). The following evaluations were performed: activity of the nitrate reductase enzyme, chlorophyll index, plant height, corn cob insertion height, stem diameter, percentage of senescent leaves, severity of *Puccinia polysora* Underw, thousand grain weight, grains density, and grains yield. An F test was performed to analyze the significance, and for a means comparison, a Tukey test was used, both at 5% probability. Differences among hybrids were observed for most of the evaluated traits. There were no effects of the applications of pyraclostrobin and no interaction between the factors in question. It can, therefore, be concluded that there are not beneficial or deleterious effects of the application of pyraclostrobin at different times and with different application combinations in two simple hybrids of corn grown in the summer season.

KEYWORDS: physiological effect; strobilurin; nitrate reductase; productivity; *Zeamays* L.

¹Universidade Federal de Goiás (UFG) – Jataí (GO), Brasil.

*Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí.

**Autor correspondente: pedro_schumacher@hotmail.com

Recebido em: 15/05/2015. Aceito em: 05/10/2016

INTRODUÇÃO

A partir da última década, os danos causados por doenças na cultura do milho vêm se intensificando devido a diversos fatores. Entre esses fatores, a ampliação das épocas de cultivo e a utilização de novas técnicas de cultivo (plantio antecipado sob irrigação, plantio de primeira e segunda safra), que proporcionam uma continuidade temporal da cultura no campo (KIMATI *et al.*, 2005). Além disso, o monocultivo, que incrementa a densidade de inóculo, o desenvolvimento de híbridos mais produtivos, porém mais suscetíveis às doenças, e o ambiente favorável ao desenvolvimento de doenças contribuem para o aumento dos prejuízos causados por doenças na cultura do milho. Dessa forma, o manejo das doenças se torna um fator determinante na obtenção de altos rendimentos de grãos (FANCELLI, 2013).

Devido à crescente ocorrência de doenças na cultura do milho, tem-se verificado um aumento acentuado na utilização de fungicidas em lavouras comerciais (COSTA *et al.*, 2012a). Conforme relataram VILELA *et al.* (2012), a utilização dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol no pré-plantio do milho reduz a incidência de doenças, porém, não propicia o incremento de produtividade da cultura.

Dentre os grupos de fungicidas utilizados no controle de doenças do milho, na safra 2000, estão os inibidores da quinona oxidase (QoI), as estrobilurinas. Esses fungicidas agem inibindo a cadeia respiratória no complexo III, levando à inibição da cadeia bioquímica de transporte de elétrons no sítio da mitocôndria e, assim, bloqueando a respiração dos fungos (BARTLETT *et al.*, 2002).

Alguns experimentos apontam que cereais tratados com piraclostrobina demonstram aumento significativo na produção, maiores do que os que são devidos somente ao seu efeito como fungicida. Portanto, o uso desse fungicida apresenta efeitos fisiológicos adicionais que influenciam de forma positiva a produtividade de alguns cereais (KÖEHLE *et al.*, 2002).

Ainda de acordo com KÖEHLE *et al.* (2002), a aplicação de piraclostrobina na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) proporciona um aumento da atividade enzimática da redutase do nitrato, no período da noite, em até três dias após a aplicação. VENANCIO *et al.* (2003), em um artigo de revisão, apontaram o efeito positivo dessa molécula sob diversos fatores, como na assimilação de carbono e nitrogênio e na regulação hormonal.

BELOW *et al.* (2009) relataram que os fungicidas do grupo da estrobilurinas atuam na planta inibindo a síntese de etileno, hormônio responsável pelo desenvolvimento de espigas. Sendo assim, a aplicação desses fungicidas entre os estádios V11 e V15 atuaria na redução dos níveis de etileno, levando à má formação de espigas e consequente perdas de produtividade de grãos.

COSTA *et al.* (2012b), avaliando a viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho,

concluíram que, em condições de baixa severidade de doenças, os cultivares tratados com fungicidas apresentam resultados de rendimento inconsistentes, ao contrário de casos nos quais a incidência de doenças é alta. Os mesmos autores ressaltaram ainda a necessidade de mais estudos para o melhor entendimento do efeito das estrobilurinas na fisiologia e seus reflexos sobre a produtividade de plantas de milho.

Com base no exposto, objetivou-se, com o trabalho, avaliar os efeitos do uso de piraclostrobina em diferentes épocas e combinações de aplicação sobre o metabolismo do nitrogênio, caracteres agrônômicos, severidade da ferrugem polissora e produtividade de grãos de dois híbridos simples de milho cultivados na safra de verão no sudoeste goiano.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Jataí, Goiás, na área da fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, localizada a 17° 55' de latitude sul, 51° 42' de longitude oeste e a 668 metros de altitude. O clima da região é classificado como Cw, mesotérmico, com duas estações (seca e chuvosa) definidas. Os dados climáticos do período de condução do ensaio se encontram nas Figuras 1 e 2.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2009), de textura argilosa com 490 g.dm⁻³ de argila, 100 g.dm⁻³ de silte e 410 g.dm⁻³ de areia. Nos anos agrícolas anteriores (2011/2012 e 2012/2013), a área foi cultivada com milho na primeira safra e mantida em pouso na segunda safra.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso no esquema fatorial 2 x 9 (híbridos x aplicações de piraclostrobina), com 4 repetições. Os híbridos utilizados foram o Dekalb 390 PRO 2® (híbrido 1) e o Pioneer 30S31 Hx® (híbrido 2). As aplicações de piraclostrobina (Tabela 1) foram realizadas em diferentes combinações: presença ou ausência de piraclostrobina + tiofanatometílico + fipronil (100 g i.a.100 kg semente⁻¹) no tratamento de sementes (V0) combinado com a aplicação de piraclostrobina (150 g i.a.ha⁻¹) antes ou após a adubação de cobertura (V4 ou V6) combinado ou não com a aplicação de piraclostrobina + ciproconazole (137,25 g i.a.ha⁻¹) em pré-plantio (VT) e uma testemunha (sem uso de piraclostrobina).

A unidade experimental constituiu-se de 5 linhas com 6 m de comprimento, espaçadas em 0,4 m entre elas. Considerou-se como área útil das parcelas as 3 linhas centrais e os 5 metros centrais de cada uma delas.

A semeadura foi realizada no dia 9 de novembro de 2013. Os híbridos utilizados foram semeados com a população estimada de 65 mil plantas.ha⁻¹. A adubação de base consistiu-se

da aplicação em sulco de plantio de 400 kg.ha⁻¹ de NPK (04-30-20). Para a adubação de cobertura, aos 30 dias após a semeadura (DAS) em V5, aplicaram-se 130 kg.ha⁻¹ de nitrogênio na forma de sulfato de amônio.

O manejo de plantas daninhas foi feito antes do plantio, com a aplicação de sal de amônio de glifosato na dosagem de 2,0 kg i.a.ha⁻¹ (4 dias antes da semeadura) e em pós-emergência, realizado aos 18 DAS (V2), utilizando-se tembotriona (100,8 g i.a.ha⁻¹) e atrazina (1,5 kg i.a.ha⁻¹). Aos 20 DAS (V3) aplicou-se metoxifenoza (45 g i.a.ha⁻¹) e gama cialotrina

(3,75 g i.a.ha⁻¹) com o objetivo de controlar a incidência de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

Para a pulverização da calda fungicida em V4, V6 e VT, empregou-se um pulverizador de pesquisa, pressurizado por CO₂, munido de 4 pontas de jato leque DG 11002 espaçadas a 0,5 m, a uma pressão de trabalho de 200 kpa, obtendo-se um volume de calda de 200 L.ha⁻¹. As condições ambientais durante as aplicações variaram entre 3 e 9 km.h⁻¹ para velocidade do vento, entre 24 e 29°C para temperatura e a umidade do ar variou entre 61 e 88%.

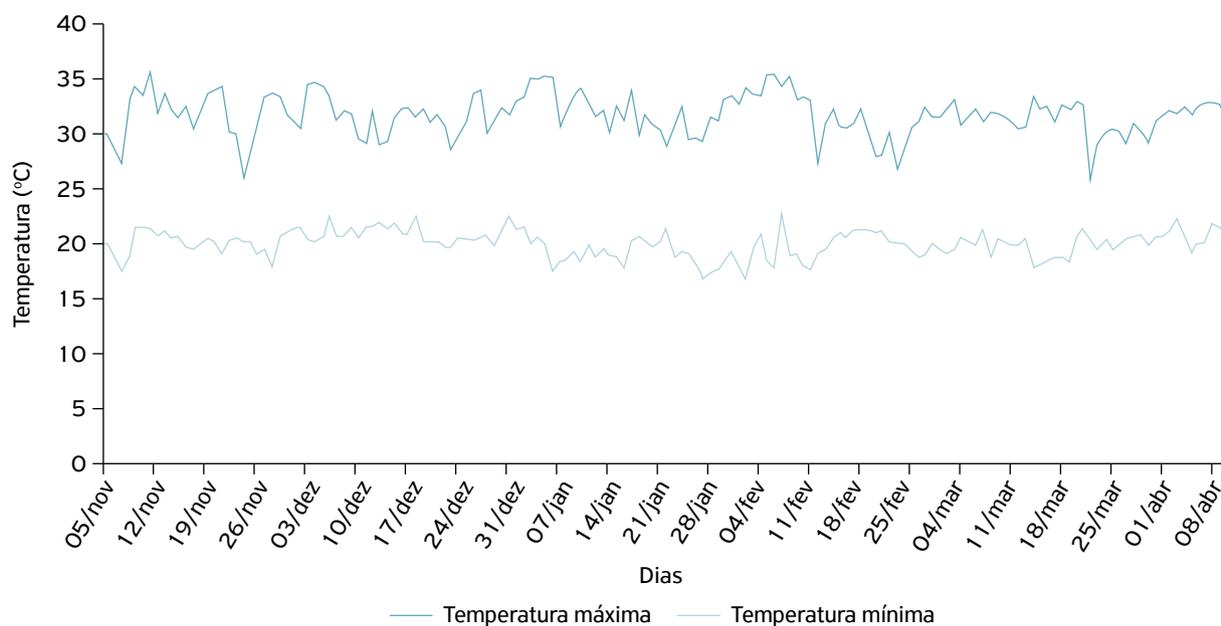


Figura 1. Temperatura máxima e mínima, a cada sete dias, durante o período de condução do experimento. Jataí, Goiás, 2013/2014.

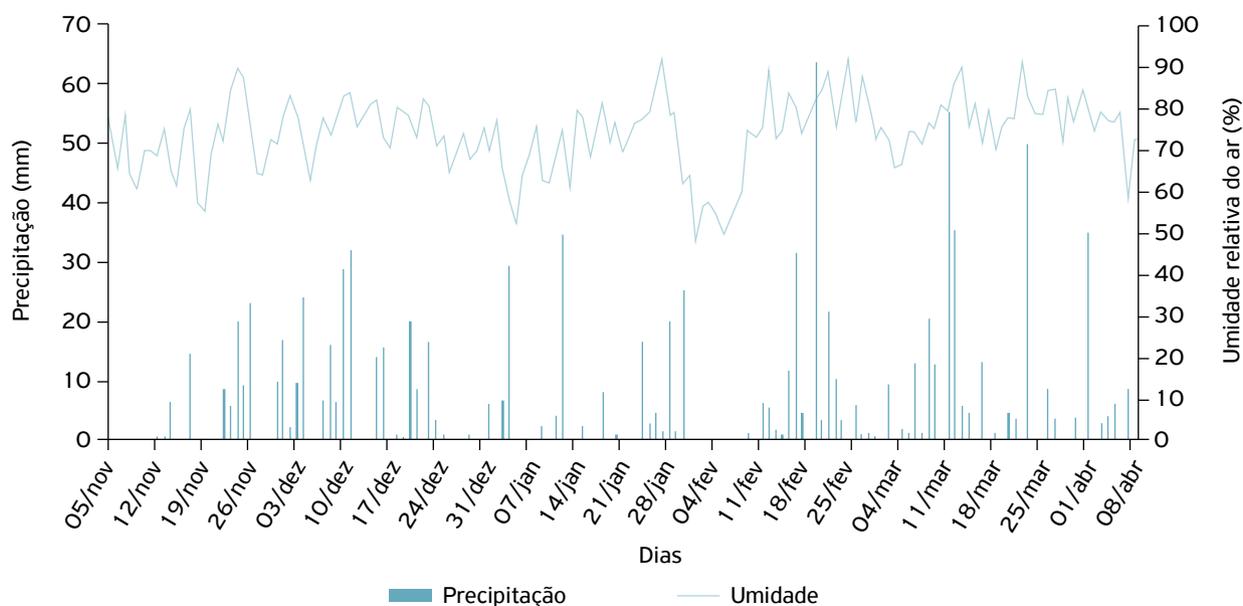


Figura 2. Precipitação pluvial e umidade relativa do ar, a cada sete dias, durante o período de condução do experimento. Jataí, Goiás, 2013/2014.

Determinou-se a atividade da enzima redutase do nitrato de acordo com a metodologia adaptada por MEGURO; MAGALHÃES (1982). Para avaliar o efeito da piraclostrobina no tratamento de sementes, a atividade enzimática foi quantificada em 24 DAS (V3), coletando-se 3 folhas completamente expandidas de 3 plantas em cada parcela. As coletas foram realizadas em horário fixo (9 e 10 horas da manhã) para minimizar o efeito variável da irradiância ao longo do dia. Logo após, o material foi levado rapidamente ao laboratório de Bioquímica da Universidade Federal de Goiás (UFG), Regional Jataí, onde se procederam as análises. Para avaliar o efeito das aplicações de piraclostrobina em V4, V6 e VT, as coletas do material vegetal foram feitas quatro dias após a pulverização, seguindo sempre o mesmo procedimento citado. Os resultados obtidos para atividade da redutase do nitrato foram expressos em $\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1}$ matéria fresca (MF).h⁻¹.

O índice de clorofila foi obtido realizando medição da leitura correspondente ao teor de clorofila com o uso do clorofilômetro modelo Falker CFL 1030 aos 65 DAS (R1). As leituras foram feitas no terço médio da folha-índice de cada planta, aleatoriamente em cinco plantas por parcela.

Tabela 1. Descrição das combinações das aplicações de piraclostrobina de acordo com o estágio fenológico. Jataí, GO, 2013/14.

Tratamentos	Estádio fenológico	Dias após a emergência
1. Piraclostrobina + [piraclostrobina + ciproconazole]	V4 + VT	19 + 40
2. Piraclostrobina	V4	19
3. Piraclostrobina + [piraclostrobina + ciproconazole]	V6 + VT	31 + 40
4. Piraclostrobina	V6	31
5. Piraclostrobina + piraclostrobina + [piraclostrobina + ciproconazole]	V0 + V4 + VT	0 + 19 + 40
6. Piraclostrobina + piraclostrobina	V0 + V4	0 + 19
7. Piraclostrobina + piraclostrobina + [piraclostrobina + ciproconazole]	V0 + V6 + VT	0 + 31 + 40
8. Piraclostrobina + piraclostrobina	V0 + V6	0 + 31
9. Testemunha	-	-

*A diferença entre a aplicação em V4 e V6 é devida à adubação de cobertura, ou seja, fungicida aplicado antes da adubação de cobertura em V4 e após a adubação de cobertura em V6.

A severidade da ferrugem de polysora (*Puccinia polysora*) foi avaliada aos 85 DAS (R2) com auxílio da escala diagramática proposta pela AGROCERES (1996), obtendo-se as notas em porcentagem. Aos 100 DAS (R3) foram avaliados os caracteres agrônômicos altura de plantas (cm), altura da inserção da 1ª espiga (cm) e diâmetro do colmo (mm) com auxílio de fita métrica e paquímetro digital. Ainda na mesma data, quantificou-se a porcentagem de folhas senescentes em relação ao total de folhas (considerando como senescentes as folhas com 50% ou menos do limbo foliar verde).

A colheita da área útil da parcela foi realizada aos 151 DAS de forma manual. Após a colheita, determinou-se o teor de água dos grãos (%), a densidade dos grãos (kg.L⁻¹), a massa de mil grãos (g) de acordo com a metodologia proposta por BRASIL (2009) e a produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) ambos a 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos a de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura máxima e mínima, precipitação pluvial e umidade relativa do ar durante a condução do experimento foram coletados e se encontram nas Figuras 1 e 2.

Antes da instalação do experimento no ano agrícola de 2013/2014, foi retirada uma amostra representativa de solo da área para análise das propriedades químicas físicas e biológicas, obtendo-se os resultados de pH (CaCl₂): 5,3; matéria orgânica (M.O.) (g.dm⁻³): 34,2; P mehlich I (mg.dm⁻³): 1,9; Ca, Mg, H + Al, K, CTC (cmol_c.dm⁻³): 1,22; 0,68; 5,3; 0,13; 7,3; respectivamente, e saturação por bases (V%): 27,8%.

Na Tabela 2 são apresentados os dados da atividade da enzima redutase do nitrato, avaliada nos diferentes estádios de desenvolvimento, do teor de clorofila e da porcentagem de folhas senescentes de acordo com os tratamentos (híbridos e aplicações de piraclostrobina). Para a atividade da redutase em V0 e V4-V6, há médias apenas para alguns tratamentos, pois tal avaliação foi realizada antes da época de aplicação pré-determinada das combinações de aplicação de piraclostrobina.

Observa-se que, de acordo com o teste F (Tabela 2), não houve interação significativa entre os fatores analisados. Para os fatores híbridos e aplicações, verificou-se diferença significativa somente para a variável teor de clorofila. No teste F, constata-se diferença significativa para as aplicações no índice de clorofila, no entanto, tal diferença não é observada no teste de Tukey. Isso ocorre pois o teste F analisa todos os possíveis contrastes entre médias, já o teste de Tukey analisa apenas contrastes entre duas médias (BANZATTO; KRONKA, 2006).

Com relação à atividade da enzima redutase do nitrato, a ausência de efeito, tanto das aplicações de piraclostrobina quanto entre os híbridos, pode ser devido à alta disponibilidade de nitrato (presente na adubação de plantio e de cobertura), pois a atividade da enzima é regulada positivamente pela disponibilidade do nutriente em questão (LEA; AZEVEDO, 2007). Assim, devido à quantidade de nitrato no meio ser adequada, a atividade da enzima foi maximizada. No estádio V4, OLIVEIRA *et al.* (2013) obtiveram valores semelhantes ao da testemunha (V4-V6) do presente trabalho em condição de alto nível de nitrogênio.

Na cultura do trigo, KÖEHLE *et al.* (2002) observaram um aumento na atividade enzimática durante a noite num período de até três dias após a aplicação de piraclostrobina. Os autores relataram ainda que o efeito da piraclostrobina é mais proeminente quando a demanda por nitrogênio é máxima. Na cultura do milho, a máxima demanda ocorre em V12 e V18 (CRUZ *et al.*, 2008), fora do período de aplicação de piraclostrobina no presente estudo.

Os resultados do presente estudo estão em desacordo com os resultados encontrados por FAGAN *et al.* (2010) que, na cultura da soja, ao comparar o efeito de piraclostrobina aplicada no estádio de florescimento da cultura, observaram um aumento significativo na atividade da enzima redutase do nitrato ao comparar tal aplicação com a testemunha. É possível que a discrepância entre os resultados se deva à diferença entre o metabolismo do milho (C4) e da soja (C3), pois é possível observar aumento na atividade da enzima também na cultura do trigo (C3), relatado por KÖEHLE *et al.* (2002).

Segundo ARGENTA *et al.* (2003), o índice de clorofila medido indiretamente pelo uso do clorofilometro é um método eficiente de monitoramento do nível de nitrogênio na planta de milho, sendo possível obter uma correlação entre o teor de clorofila e o teor de nitrogênio foliar.

O resultado do teor de clorofila apresentado na Tabela 2 confirma o resultado da atividade da enzima redutase do nitrato, visto que tal enzima catalisa o primeiro passo da assimilação de nitrogênio em plantas superiores reduzindo nitrato a nitrito (YANEVA *et al.*, 2000). Sendo assim, não houve diferença entre tratamentos para a atividade da enzima redutase do nitrato e, conseqüentemente, também não ocorreu diferença no teor de clorofila, que se correlaciona com o teor de nitrogênio foliar.

A perda de clorofila é um aspecto característico da senescência foliar (TAIZ; ZEIGER, 2013). Segundo GROSSMANN; RETZLAFF (1997), a exposição de discos foliares de trigo a piraclostrobina durante 48 horas levou a uma redução da perda de clorofila de acordo com o aumento da concentração de piraclostrobina. No entanto, no presente estudo não houve efeito da aplicação de piraclostrobina sobre a porcentagem de folhas senescentes, indicando que para os dois híbridos em questão na safra de verão, a piraclostrobina aplicada em diferentes combinações de épocas não afeta a senescência foliar.

O híbrido 1 apresentou maior índice de clorofila (Tabela 2) em relação ao híbrido 2. Devido a isso, o híbrido 1 pode

apresentar uma maior eficiência fotossintética, pois a clorofila apresenta ligação direta com a absorção e a transferência de energia luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os dados referentes à estatura de plantas, altura de inserção da espiga, diâmetro de colmo e severidade de ferrugem de polissora se encontram na Tabela 3. De acordo com o teste F, não houve interação significativa em relação aos fatores analisados, nota-se que todos os caracteres presentes na Tabela 3 foram influenciados apenas pelo fator híbrido.

Quanto à altura de plantas, altura de inserção da espiga e diâmetro de colmo, a superioridade do híbrido 2 pode estar relacionada ao maior porte deste em relação ao híbrido 1, sendo, portanto, uma diferença genética entre os híbridos, explicada segundo MADDONNI *et al.* (2001) por fatores intrínsecos ao genótipo de cada híbrido.

Redução da altura de plantas e da inserção de espiga são desejáveis para produtores, pois permite o cultivo de milho em

Tabela 2. Valores médios referentes à atividade da enzima redutase do nitrato nos diferentes estádios de desenvolvimento, ao índice de clorofila e à porcentagem de folhas senescentes para híbridos e aplicações de piraclostrobina. Jataí, Goiás, 2013/2014.

Tratamentos	Redutase do nitrato ($\mu\text{mol NO}_2^- \cdot \text{g}^{-1} \text{MF} \cdot \text{h}^{-1}$)			Índice de clorofila	Folhas senescentes (%)
	VO	V4-V6	VT		
Híbridos (H)					
Híbrido 1	0,405 ^a	0,692 ^a	1,067 ^a	55,630 ^a	46,350 ^a
Híbrido 2	0,423 ^a	0,737 ^a	1,146 ^a	53,390 ^b	45,750 ^a
DMS ⁽²⁾	0,180	0,193	0,210	1,310	2,180
Aplicações (A)					
Aplic. 1	-	-	1,155 ^a	54,760 ^a	46,040 ^a
Aplic. 2	-	0,665 ^a	1,054 ^a	52,460 ^a	45,810 ^a
Aplic. 3	-	-	1,174 ^a	54,970 ^a	45,770 ^a
Aplic. 4	-	0,679 ^a	1,020 ^a	55,910 ^a	47,500 ^a
Aplic. 5	0,412 ^a	-	1,035 ^a	52,020 ^a	46,630 ^a
Aplic. 6	-	0,607 ^a	1,089 ^a	54,570 ^a	47,740 ^a
Aplic. 7	-	-	1,169 ^a	56,460 ^a	44,190 ^a
Aplic. 8	-	0,615 ^a	1,087 ^a	54,160 ^a	44,770 ^a
Testemunha	0,416 ^a	1,007 ^a	1,176 ^a	55,310 ^a	46,000 ^a
DMS	0,180	0,440	0,726	4,490	7,460
CV (%)	38,80	35,20	34,30	5,00	10,00
Teste F					
H	0,05 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,59 ^{ns}	11,73*	0,30 ^{ns}
A	0,00 ^{ns}	2,61 ^{ns}	0,16 ^{ns}	2,24*	0,50 ^{ns}
H x A	0,39 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,45 ^{ns}	0,85 ^{ns}

MF: matéria fresca; ^{a,b}médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste Tukey; DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação; *significativo a 5%; ^{ns}não significativo pelo teste F.

maiores densidades e aumenta a eficiência da colheita mecanizada. Ainda, a redução dessas duas características associada ao aumento no diâmetro de colmo reduz problemas relacionados ao quebramento e acamamento de plantas antes do ponto de colheita (VILELA *et al.*, 2012; SANGOI *et al.*, 2002).

As características estatura de plantas, altura de inserção de espiga e diâmetro de colmo não foram influenciadas pela aplicação de piraclostrobina, corroborando os resultados encontrados por MARAFON; SIMONETTI (2012) e VILELA *et al.* (2012).

Para a severidade de ferrugem de polissora, observa-se que, independente da aplicação de fungicida, não houve variação mesmo com relação ao tratamento que não recebeu piraclostrobina em nenhum estágio. Tal resultado corrobora o encontrado por DUARTE *et al.* (2009) que, analisando o efeito de diferentes estrobilurinas aos 79 e 105 DAS sobre o controle de ferrugem comum (*Puccinia sorghu* Schw), não observaram

Tabela 3. Valores médios referentes à altura das plantas, altura da inserção de espiga, diâmetro de colmo e severidade de ferrugem de polysora para híbridos e aplicações de piraclostrobina. Jataí, Goiás, 2013/2014.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Altura da inserção de espiga (cm)	Diâmetro de colmo (mm)	Severidade ferrugem de polysora (%)
Híbridos (H)				
Híbrido 1	237,48 ^b	136,05 ^b	22,62 ^b	22,38 ^a
Híbrido 2	246,83 ^a	145,94 ^a	23,41 ^a	20,30 ^b
DMS	2,96	2,67	0,73	1,81
Aplicações (A)				
Aplic. 1	240,37 ^a	140,57 ^a	23,06 ^a	24,37 ^a
Aplic. 2	241,35 ^a	141,60 ^a	22,73 ^a	20,75 ^a
Aplic. 3	245,07 ^a	142,27 ^a	23,13 ^a	21,00 ^a
Aplic. 4	244,80 ^a	143,32 ^a	22,92 ^a	20,41 ^a
Aplic. 5	242,30 ^a	140,72 ^a	23,05 ^a	21,00 ^a
Aplic. 6	241,20 ^a	138,87 ^a	22,76 ^a	22,25 ^a
Aplic. 7	245,35 ^a	144,05 ^a	23,00 ^a	20,25 ^a
Aplic. 8	237,15 ^a	135,40 ^a	22,88 ^a	22,00 ^a
Testemunha	241,87 ^a	142,12 ^a	23,60 ^a	20,06 ^a
DMS	10,13	9,14	2,51	6,20
CV (%)	2,50	4,00	6,70	17,90
Teste F				
H	40,16*	55,22*	4,62*	5,30*
A	1,42 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,00 ^{ns}
H x A	1,00 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,77 ^{ns}

^{a,b}Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste Tukey; DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação; *significativo a 5%; ^{ns}não significativo pelo teste F; H: altura da planta; A: altura de inserção de espiga.

efeito dos fungicidas em relação à testemunha (não recebeu aplicação de fungicida).

A diferença da severidade da ferrugem entre os híbridos se deve à diferença de suscetibilidade que cada híbrido apresenta. Portanto, o híbrido 2, nas condições do presente experimento, apresenta maior grau de tolerância à ferrugem de polissora do que o híbrido 1.

A baixa incidência de ferrugem de polissora está relacionada também a fatores climáticos. Segundo DUDIENAS *et al.* (2013), temperaturas acima de 29°C afetam a infecção da planta pelo patógeno e, além disso, há necessidade de molhamento das folhas para que a infecção seja eficiente. No presente estudo, verificaram-se temperaturas elevadas (acima de 29°C) e, ainda, na segunda quinzena do mês de janeiro e na primeira do mês de fevereiro houve uma baixa precipitação e umidade relativa do ar (Figs. 1 e 2). Portanto, o desenvolvimento da doença foi desfavorecido pelos fatores ambientais.

As características massa de mil grãos e densidade de grãos foram influenciadas apenas pelo fator híbrido; já a produtividade de grãos não apresentou diferença entre híbridos (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios referentes a massa de mil grãos, densidade de grãos e produtividade para híbridos e aplicações de piraclostrobina. Jataí, Goiás, 2013/2014.

Tratamentos	Massa de mil grãos (g)	Densidade de grãos (kg.L ⁻¹)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
Híbridos (H)			
Híbrido 1	314,38 ^b	0,711 ^a	7.369,41
Híbrido 2	360,67 ^a	0,653 ^b	7.937,50 ^a
DMS	12,28	0,01	597,49
Aplicações (A)			
Aplic. 1	328,39 ^a	0,673 ^a	7.861,64 ^a
Aplic. 2	333,56 ^a	0,678 ^a	7.134,02 ^a
Aplic. 3	351,12 ^a	0,685 ^a	7.817,30 ^a
Aplic. 4	333,62 ^a	0,686 ^a	7.443,74 ^a
Aplic. 5	333,24 ^a	0,694 ^a	8.010,07 ^a
Aplic. 6	326,36 ^a	0,675 ^a	7.463,47 ^a
Aplic. 7	349,74 ^a	0,674 ^a	8.142,33 ^a
Aplic. 8	338,49 ^a	0,683 ^a	7.268,13 ^a
Testemunha	343,21 ^a	0,694 ^a	7.740,40 ^a
DMS	42,040	0,030	2047,340
CV (%)	7,60	3,30	16,30
Teste F			
H	57,22*	119,06*	3,57 ^{ns}
A	0,93 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,60 ^{ns}
H x A	1,33 ^{ns}	1,74 ^{ns}	0,44 ^{ns}

^{a,b}Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste Tukey; DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação; *significativo a 5%; ^{ns}não significativo pelo teste F.

Com relação ao fator aplicação, nenhum dos tratamentos com piraclostrobina diferenciou estatisticamente da testemunha. A interação entre os fatores também não foi significativa.

A massa de mil grãos é considerada um dos componentes associados à produção de grãos de milho (BALBINOT JR. *et al.*, 2005). A ausência de efeito das aplicações de piraclostrobina sobre a massa de mil grãos corrobora o observado por VILELA *et al.* (2012) para a cultura do milho, no entanto, na cultura da soja, FAGAN *et al.* (2010) observaram um aumento significativo desse componente com a aplicação de piraclostrobina.

Segundo DUARTE *et al.* (2005), a densidade de grãos apresenta relação direta com a massa dos grãos. No presente trabalho não foi observado efeito da aplicação de piraclostrobina sobre a densidade de grãos e nem sobre a massa de mil grãos.

O resultado do efeito da piraclostrobina sobre a produtividade, neste estudo, corrobora o observado por VILELA *et al.* (2012), que não identificaram efeito da aplicação de piraclostrobina em comparação com a testemunha (sem aplicação de fungicida) sobre a produtividade de seis diferentes híbridos de milho. Portanto, o uso de piraclostrobina em condições de baixa severidade de doenças não é indicado para os dois híbridos em questão, visto que não houve diferença de produtividade entre os tratamentos que receberam aplicação de piraclostrobina e a testemunha.

PAUL *et al.* (2011) relataram elevada ocorrência de resultados negativos de rendimento, ou seja, menores produtividades em área tratadas com fungicida em relação às áreas não tratadas, no entanto, tal resultado não foi evidenciado no presente trabalho.

KOZŁOWSKI *et al.* (2009) relataram um efeito positivo da aplicação de piraclostrobina sobre o rendimento de grãos de feijoeiro. Segundo os autores, a aplicação do fungicida produz um aumento no número de vagens por planta e na taxa de crescimento absoluto. Na cultura da soja, FAGAN *et al.* (2010) relataram um aumento da produtividade e da massa de mil grãos nos tratamentos em que se aplicou piraclostrobina, em relação à testemunha.

CONCLUSÃO

Nas condições do presente experimento não há efeitos benéficos ou deletérios do uso de piraclostrobina (estrobilurina) aplicada em diferentes épocas e combinações de aplicação sobre os dois híbridos simples de milho cultivados na safra de verão.

Em condições de baixa severidade de doenças não há necessidade da aplicação de piraclostrobina para os dois híbridos em questão.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa durante o mestrado. À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo auxílio durante o desenvolvimento do experimento.

REFERÊNCIAS

AGROCERES. *Guia de sanidade*. São Paulo: Sementes Agroceres, 1996. 72p.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; FOSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L.L. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.1, p.109-119, 2003.

BALBINOT JR., A.A.; BACKES, R.L.; ALVES, A.C.; OGLIARI, J.B.; FONSECA, J.A. Contribuição de componentes de rendimento na produtividade de grãos em variedades de polinização aberta de milho. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.11, n.2, p.161-166, 2005.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.

BARTLETT, D.W.; CLOUGH, J.M.; DODWIN, J.R.; HALL, A.A.; HAMER, M.; PARR-DOBZANSKI, B. The strobilurin fungicides. *Pest Management Science*, v.58, n.7, p.649-662, 2002.

BELOW, F.E.; DUNCAN, K.A.; URIBELARREA, M.; RUYLE, T.B. Occurrence and proposed cause of hollow husk in maize. *Agronomy Journal*, v.101, p.237-242, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

COSTA, R.V.; COTA, L.V.; SILVA, D.D.; LANZA, F.E.; FIGUEIREDO, J.E.F. Eficiência de fungicidas para o controle de mancha branca do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.11, n.3, p.291-301, 2012a.

COSTA, R.V.; COTA, L.V.; SILVA, D.D.; MEIRELLES, W.F.; LANZA, F.E. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. *Tropical Plant Pathology*, v.37, n.4, p.246-254, 2012b.

CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. *A cultura do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517p.

DUARTE, A.P.; MASON, S.C.; JACKSON, D.S.; KIEHL, J.C. Grain quality of Brazilian maize genotype as influenced by nitrogen level. *Crop Science*, v.45, n.5, p.1958-1964, 2005.

- DUARTE, R.P.; JULIATTI, F.C.; FREITAS, P.T. Eficácia de diferentes fungicidas na cultura do milho. *Bioscience Journal*, v.25, n.4, p.101-111, 2009.
- DUDIENAS, C.; FANTIN, G.M.; DUARTE, A.P.; TICELLI, M.; BÁRBARO, I.M.; FREITAS, R.S.; LEÃO, P.C.L.; CAZENTINI FILHO, G.; BOLONHEZI, D.; PÂNTANO, A.P. Severidade de ferrugem polissora em cultivares de milho e seu efeito na produtividade. *Summa Phytopathologica*, v.39, n.1, p.16-23, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 2009. 412p.
- FAGAN, E.B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase, e produtividade de grãos de soja. *Bragantia*, v.69, n.4, p.771-777, 2010.
- FANCELI, A.L. *Milho: estratégias de manejo*. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2013. 180p.
- GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal Strobilurin Kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). *Pesticide Science*, v.50, n.1, p.11-20, 1997.
- KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 4.ed. São Paulo: Ceres, 2005. 663p.
- KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. In: DEHNE, H.W.; GISI, U.; KUCK, K.H.; RUSSELL, P.E.; LYR, H. (Ed.). *Modern fungicides and antifungal compounds III*. Andover: AgroConcept GmbH Bonn, 2002. p.61-74.
- KOZŁOWSKI, L.A.; SIMÕES, D.F.M.; SOUZA, C.D.; TRENTO, M. Efeito fisiológico de estrobilurina F 500® no crescimento e rendimento do feijoeiro. *Ciências Agrárias e Ambientais*, v.7, n.1, p.41-54, 2009.
- LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Nitrogen use efficiency 2. Amino acid metabolism. *Annals of Applied Biology*, v.151, p.269-275, 2007.
- MADDONNI, G.A.; OTEGUI, M.E.; CIRILO, A.G. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. *Field Crops Research*, v.71, n.3, p.183-193, 2001.
- MARAFON, C.A.; SIMONETTI, A.P.M.M. Avaliação de parâmetros produtivos e severidade de ferrugem na cultura do milho. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.1, n.1, p.221-238, 2012.
- MEGURO, N.E.; MAGALHÃES, A.C. Atividade da redutase de nitrato em cultivares de café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.17, n.12, p.156-159, 1982.
- OLIVEIRA, L.R.; MIRANDA, G.V.; LIMA, R.O.; FRITSCHÉ-NETO, R.; GALVÃO, J.C.C. Eficiência na absorção e utilização de nitrogênio e atividade enzimática em genótipos de milho. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, n.3, p.614-621, 2013.
- PAUL, P.A.; MADDEN, L.V.; BRADLEY, C.A.; ROBERTSON, A.; MUNKVOLD, G.; SHANER, G.; WISE, K.; MALVICK, D.; ALLEN, T.W.; GRYBAUSKAS, A.; VINCELLI, P.; ESKER, P. Meta-analysis of yield response of hybrid fieldcorn to foliar fungicides in the U.S. corn belt. *Phytopathology*, v.101, p.1122-1132, 2011.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; GRACIETTI, M.A.; BIANCHET, P. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.1, n.2, p.60-66, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.
- VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. *Publication UEPG*, v.9, n.3, p.59-68, 2003.
- VILELA, R.G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F.H.; GITTI, D.D.; FERREIRA, J.P.; Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. *Bioscience Journal*, v.28, n.1, p.25-33, 2012.
- YANEVA, I.A.; BAYDANOVA, V.D.; VUNKOVA-RADEVA, R.V. Nitrate reductase activation state in leaves of molybdenum-deficient winter wheat. *Journal of Plant Physiology*, v.157, n.5, p.495-501, 2000.