



EFEITO FISIOLÓGICO DE ESTROBILURINA F 500[®] NO CRESCIMENTO E RENDIMENTO DO FEIJOEIRO

Physiological effects of strobilurins F 500[®] in the growth and yield of bean

**Luiz Alberto Kozlowski^a, Diego Fabrício Morais Simões^b,
Camila Duffeck de Souza^b, Marcelo Trento^b**

^a Engenheiro Agrônomo, Professor adjunto III, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: luiz.kozlowski@pucpr.br

^b Alunos de graduação do curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: diegofsimoes@hotmail.com; camilasouza_agro@yahoo.com.br; m-trento@hotmail.com

Resumo

O objetivo do trabalho foi o de avaliar os efeitos fisiológicos da estrobilurina F 500[®] no crescimento e rendimento do feijoeiro. O trabalho experimental de campo foi conduzido na Fazenda Experimental Gralha Azul (FEGA) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), no ano agrícola de 2006. O experimento foi implantado em uma área sob plantio direto, utilizando-se um delineamento experimental de blocos ao acaso com oito tratamentos de quatro repetições. Os tratamentos testados foram: testemunha absoluta, testemunha relativa (Mertin // Mertin), Nativo // Mertin, Nativo, Amistar // Mertin, Amistar, Comet // Mertin e Comet, com as aplicações realizadas em duas épocas, V4 e R7. Foram determinados o teor de clorofila e nitrogênio total nas folhas do feijoeiro, incidência e severidade de antracnose nas folhas e vagens do feijão, o rendimento de grãos e seus componentes, a curva de crescimento do feijoeiro e a área foliar das plantas de feijão. Não houve efeito dos diferentes tratamentos no teor total de clorofila e nitrogênio nas folhas do feijoeiro. O Comet foi o que apresentou as menores incidências e severidade de antracnose nas folhas e também a menor severidade de antracnose nas vagens. Comet foi o tratamento que apresentou o melhor rendimento de grãos, sendo que, quando realizada duas aplicações evidencia-se o efeito fisiológico do produto, apresentando também melhores resultados para n^o de vagens/planta. As melhores taxas de crescimento absoluto (0,32 g.dia⁻¹) foram obtidas para Comet, que também apresentou o menor período de tempo (35 DAE) para atingir a maior taxa de aumento da área foliar.

Palavras-chave: Feijão. Área foliar. Acúmulo de biomassa. Doenças. Controle químico.

Abstract

The objective was to evaluate the physiological effects of strobilurins F 500® in the growth and yield of bean. The experimental work was conducted in the field of Experimental Farm Gralha Azul / PUCPR in crop year 2006. The experiment was located in an area under no tillage, using an experimental design of randomized blocks with eight treatments with four replications. The treatments were: absolute control, relative control (Mertin / Mertin), Nativo // Mertin, Nativo, Amistar // Mertin, Amistar, Comet // Mertin e Comet, with applications made in two seasons, V4 and R7. Were determined the chlorophyll content and total nitrogen in leaves of bean, incidence and severity of anthracnose on leaves and pods of beans, grain yield and its components, the curve of growth of bean and leaf area of beans. There was not effect of different treatments in the total content of chlorophyll and nitrogen in leaves of bean. The Comet was the one who had the lowest incidence and severity of anthracnose on leaves and the lowest severity of anthracnose in the pods. Comet was the treatment that presented the highest grain yields, and, when performed two applications show the physiological effect of the product, also for the best results of nº pods/plant. The best absolute growth rates (0.32 g.dia⁻¹) were obtained for Comet, which also showed a smaller period of time (35 DAE) to reach the highest rate of increase of leaf area.

Keywords: Beans. Leaf area. Accumulation of biomass. Disease. Chemical control.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande expressão econômica para o Brasil, sendo uma das leguminosas mais consumidas no país, que é o maior produtor mundial. É cultivado em todas as unidades da federação, sendo o quarto produto em área plantada e o sexto em valor da produção agrícola do país (ZIMMERMANN et al., 1988).

Dentre os fatores responsáveis por baixar a produtividade do feijoeiro estão as doenças fúngicas que afetam a parte aérea da planta, das quais a antracnose causada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. merece especial destaque, tanto pela frequência com que é constatada como pela magnitude dos danos que ocasiona.

Os danos provocados podem ser tanto maiores quanto mais precoce for o aparecimento na lavoura, podendo atingir 100% quando sementes infectadas são semeadas em condições de ambiente favoráveis à doença, da suscetibilidade das cultivares, das condições ambientais e patogenicidade do fungo (CHAVES, 1980; MORA-BRENES et al., 1983; SARTORATO; RAVA, 1992).

As estratégias que podem ser utilizadas para o controle dessas doenças incluem as práticas culturais, a resistência genética e o emprego de produtos químicos, onde vários estudos têm demonstrado a eficiência da aplicação de fungicidas no controle da antracnose.

Ingredientes ativos do grupo químico do trifenil hidróxido de estanho, dos triazóis e estrobilurinas têm sido indicados para o controle das doenças. Dentro do grupo das estrobilurinas, destaca-se o pyraclostrobin, como um fungicida de amplo espectro de ação que propicia o controle das principais doenças do feijoeiro.

Outra propriedade interessante dessa molécula é o seu efeito sobre a fisiologia das plantas. A longa duração da ação do pyraclostrobin, seu amplo espectro de ação e sua fungitoxicidade potente, são as principais características biológicas que permitem que o produto contribua para altos rendimentos, além disso, apresenta efeitos positivos adicionais sobre o rendimento por sua atuação sobre a fisiologia das plantas (BASF, 2002).

Isto está associado ao modo de ação do produto, o qual atua na respiração celular, na mitocôndria, no citocromo Bc1, interferindo transitoriamente no transporte de elétrons e, como consequência, ocorre uma melhor utilização do CO₂, reduzindo gastos de energia, resultando em maior

acúmulo de carboidratos (aumento da fotossíntese líquida), incremento da atividade da nitrato redutase, efeito verde devido ao maior teor de clorofila e diminuição do estresse associado à redução da síntese de etileno, permitindo assim maior duração da área foliar (OLIVEIRA, 2005).

Entre os diversos fatores e causas da baixa produtividade na cultura do feijão destacam-se as doenças foliares, exigindo assim o controle. Diversos são os produtos utilizados para o controle químico das doenças, porém alguns apresentam um diferencial, que, além da eficiência no controle do patógeno, atuam na fisiologia das plantas, fazendo com que a planta complete seu ciclo com maior eficiência, resultando em maior rendimento. Assim, o conhecimento desses efeitos na fisiologia da planta é fundamental para o estabelecimento de programas racionais de manejo de doenças e da própria cultura, explorando melhor o potencial produtivo das plantas.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar os efeitos fisiológicos da estrobilurina F 500® no crescimento e rendimento do feijoeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Fazenda Rio Grande, PR, na Fazenda Experimental Gralha Azul (FEGA) da PUCPR, na safra agrícola de 2006. A região apresenta clima do tipo Cfb e solo pertencente à unidade de mapeamento associação Latossolo Vermelho-Amarelo Álico + Cambissolo Álico, com horizonte A proeminente, textura argilosa, fase subtropical, relevo suave ondulado (OLMOS et al., 1984).

A cultivar de feijão utilizada no experimento foi IPR UIRAPURU, semeada em 03 de fevereiro de 2006, utilizando-se espaçamento de 40 cm entre as linhas, densidade de 10 plantas/metro linear e adubação de base com 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 00-20-20 e cobertura de 100 kg.ha⁻¹ de ureia, aplicada no estágio fenológico V3. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com a tecnologia recomendada para a cultura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições e os 8 tratamentos testados, doses e características técnicas dos produtos são apresentados nas Tabelas 1 e 2. As parcelas experimentais foram constituídas de 5 linhas de 6,0 metros de comprimento tendo uma área total de 12 m², com área útil de 4,8 m² (três linhas centrais - 1,2 m x 4,0 m).

TABELA 1 - Características técnicas dos produtos utilizados no experimento de campo. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Ingrediente ativo	Nome comercial	% de i.a ¹	Formulação ²
Azoxystrobin	Amistar	50	GDA
Fentin hidróxido	Mertin	40	SC
Trifloxystrobin+tebuconazole	Nativo	10+20	CE
Pyraclostrobin	Comet	25	CE

¹ ingrediente ativo.

² produto comercial: GDA: grânulos dispersíveis em água; SC: suspensão concentrada; CE: concentrado emulsionável.

Os tratamentos foram aplicados em duas épocas (Tabela 2), sendo a primeira no estágio fenológico V4 (3ª folha trifoliolada) e a segunda no estágio fenológico R7 (formação dos legumes), usando-se um equipamento de precisão, pressurizado com CO₂, provido de barra contendo quatro pontas de jato duplo em leque, marca Twinjet TJ 60 110.02, espaçamento entre si de 0,50 m, com volume de calda de 180 L.ha⁻¹ e pressão de aspersão de 2,0 kgf cm⁻².

TABELA 2 - Tratamentos utilizados no experimento de campo. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Tratamentos	Dose ¹ (g ou L.ha ⁻¹)	Época de aplicação	
		1 ^a	2 ^a
Testemunha absoluta	---	---	---
Testemunha relativa (Mertin)	0,5	V4 ²	R7 ²
Nativo ³ // ⁴ Mertin	0,75 // 0,5	V4	R7
Nativo	0,75	V4	R7
Amistar // Mertin	120 // 0,5	V4	R7
Amistar	120	V4	R7
Comet // Mertin	0,3 // 0,5	V4	R7
Comet	0,3	V4	R7

¹ dose do produto comercial.

² estágio fenológico V4 (3ª folha trifoliolada) e R7 (formação de vagem).

³ primeira aplicação (V4).

⁴ segunda aplicação (R7).

Determinou-se o índice relativo de clorofila nas folhas totalmente expandidas do terço superior do feijão, no dia e antes da segunda aplicação (0 DAA) e aos 7, 14 e 21 dias após a segunda aplicação dos tratamentos, utilizando-se o clorofilômetro SPAD 502 da Minolta. A partir dos valores obtidos do índice relativo de clorofila, o conteúdo total de clorofila nas folhas foi determinado indiretamente usando-se a seguinte equação, conforme proposto por Dourado Neto (2005):

$$TC = a + b * is \quad (1)$$

onde TC é o conteúdo total de clorofila nas folhas (mg.L⁻¹), a (-1.4693) e b (0.3975) são parâmetros da equação e is é o valor do índice SPAD obtido.

Foi determinado o teor de nitrogênio total nas folhas do feijoeiro aos 21 dias após a segunda aplicação dos tratamentos. Foram coletadas 16 folhas trifolioladas por parcela experimental, que foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 96 horas, sendo posteriormente feita a maceração e digestão sulfúrica do material vegetal, com determinação do nitrogênio total por titulação sulfúrica segundo a metodologia de Kjeldahl.

A avaliação da incidência (porcentagem de plantas doentes) de antracnose foi realizada aos 21 dias após a segunda aplicação dos tratamentos (21 DAAT), a partir de 10 plantas por parcela experimental, ao passo que a severidade da antracnose foi avaliada aos 21 DAAT, estimando-se a porcentagem de área foliar lesionada segundo uma escala diagramática, atribuindo-se notas de acordo com a Tabela 3 e a severidade de antracnose nas vagens conforme a Tabela 4.

TABELA 3 - Escala de notas para avaliação da severidade de antracnose em folhas do feijoeiro em função da porcentagem da área foliar lesionada

Nota	Área foliar lesionada (%)
1	0 – 0,46
2	0,47 – 0,83
3	0,84 – 1,25
4	1,26 – 3,06
5	3,07 – 7,52
6	7,53 – 14,80
7	14,81 – 18,70
8	18,71 – 19,90
9	19,91 – 24,03
10	Acima de 24,04

Fonte: Adaptado de DALLA PRIA, 1997.

TABELA 4 - Chave descritiva para avaliação da antracnose em vagens do feijoeiro

Nota	Grau de intensidade da doença
1	vagens sem lesões
2	vagens com algumas lesões, sem danos à produção e à qualidade
3	vagens com várias lesões, com danos à produção e à qualidade
4	vagens totalmente tomadas por lesões, sem formação de grãos

Fonte: SILVA, 1999.

Foram avaliados também o rendimento de grãos e os componentes do rendimento (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 1000 grãos) do feijoeiro. O rendimento de grãos foi avaliado a partir da colheita das plantas da área útil das parcelas (4,8 m²). As plantas foram trilhadas e os grãos foram pesados em balança de precisão e os dados obtidos foram corrigidos para 13% de umidade e transformados em kg.ha⁻¹. O número de vagens por planta e número de grãos por vagem foram avaliados a partir de 5 plantas coletadas ao acaso dentro da área útil da parcela, ao passo que a massa de 1.000 grãos foi avaliada a partir de três amostras de 100 grãos, obtidos da área útil das parcelas experimentais.

Foi determinada a curva de crescimento do feijoeiro, a partir da coleta de duas plantas nas linhas laterais à área útil da parcela experimental em cada um dos diferentes estádios fenológicos do feijoeiro (V2, V3, V4, R5, R6, R7, R8 e R9). Após a coleta as plantas foram desmembradas em caules e folhas, que foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, quando se determinou a massa seca das partes da planta. Os dados de biomassa obtidos nos diferentes estádios fenológicos foram ajustados a um modelo de regressão não linear, segundo um modelo sigmoidal, usando o *software* TableCurve 2D v. 5.01.

A área foliar foi obtida a partir de discos foliares de área conhecida que foram coletadas das plantas em cada um dos diferentes estádios fenológicos do feijoeiro, que foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante e pesagem em balança de precisão de 0,01 g, para determinação da biomassa seca. A área da folha (AF) foi estimada a partir das relações entre massa seca dos discos (*msd*), área total dos discos (*atd*) e a massa seca total das folhas amostradas (*mstf*) conforme a equação abaixo:

$$AF = (mstf \times atd) / msd \quad (2)$$

Posteriormente os dados de área foliar foram ajustados a um modelo de regressão não linear, usando o *software* TableCurve 2D v. 5.01 conforme a equação abaixo:

$$y = a[(x-b)/c]^2 \quad (3)$$

Onde *y* é a área foliar (cm².planta⁻¹) do feijoeiro obtido no tempo *x* (dias), *a* representa a área foliar máxima obtida, *b* o tempo (dias) em que *a* foi obtido e *c* representa o ponto de inflexão da curva.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias dos tratamentos qualitativos foram comparadas entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade e os quantitativos (teor de clorofila nas folhas) foram submetidos à análise de regressão.

RESULTADOS

Na Figura 1 são apresentados os resultados do conteúdo médio de clorofila nas folhas do feijoeiro em função da aplicação dos diferentes tratamentos. Observa-se que, independentemente do tratamento, a resposta foi linear e decrescente ao longo das épocas de avaliação, não ocorrendo

diferenças estatísticas significativas no conteúdo de clorofila entre os tratamentos dentro de uma mesma época de avaliação, conforme pode ser observado na Tabela 5, que apresenta os valores dos quadrados médios não significativos dos diferentes tratamentos. Desta forma, verifica-se que a aplicação dos tratamentos fungicidas não alterou o conteúdo de clorofila nas folhas do feijão quando comparado com a testemunha absoluta, não evidenciando assim o efeito das estrobilurinas no aumento da clorofila das folhas do feijoeiro.

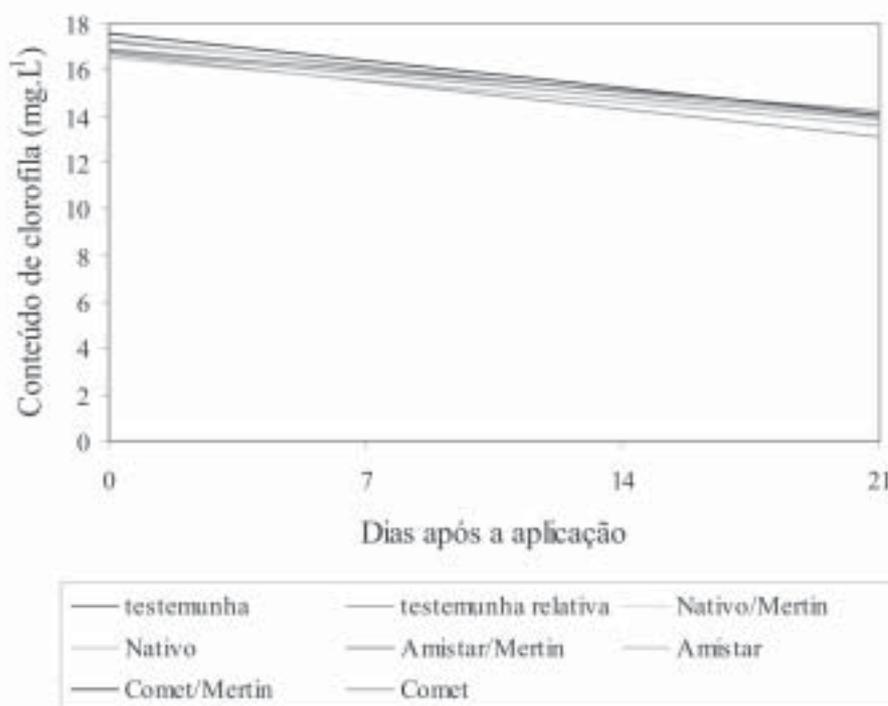


FIGURA 1 - Conteúdo médio de clorofila nas folhas do feijoeiro após a aplicação dos tratamentos. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

TABELA 5 - Resumo da análise de variância do conteúdo total de clorofila nas folhas do feijoeiro nas diferentes épocas de avaliação em função da aplicação dos diferentes tratamentos. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Fontes de variação	GL ¹	Quadrado médio			
		0 DAT ²	7 DAT	14 DAT	21 DAT
Bloco	3	0,292 ^{ns}	0,260 ^{ns}	1,034 ^{ns}	0,230 ^{ns}
Tratamentos	7	0,801 ^{ns}	0,201 ^{ns}	0,752 ^{ns}	0,493 ^{ns}
Resíduo	21	0,397	0,249	0,802	0,620
CV (%)		3,7	3,0	6,1	5,7

¹ graus de liberdade.

² dias após a aplicação dos tratamentos.

^{ns} não significativo.

Na Tabela 6 são apresentados os parâmetros estimados e ajustes obtidos pela regressão linear ($y = a + bx$) para conteúdo total de clorofila nas folhas do feijoeiro nas diferentes épocas de avaliação em função dos diferentes tratamentos. De acordo com o modelo, o parâmetro a representa o

conteúdo de clorofila antes da aplicação dos tratamentos, e o parâmetro *b* a redução diária no conteúdo de clorofila das folhas ($\text{mg.L}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) ao longo do período de avaliação e a partir da razão b/a determinou-se a perda percentual diária (PPD) no conteúdo de clorofila nas folhas. Assim, verifica-se que as menores reduções e perdas percentuais diárias foram obtidas para a aplicação sequencial de Amistar // Mertin, com $0,1297 \text{ mg.L}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e $0,76\%$, respectivamente.

TABELA 6 - Parâmetros estimados e ajustes obtidos pela regressão linear para conteúdo total de clorofila nas folhas do feijoeiro nas diferentes épocas de avaliação em função dos diferentes tratamentos aplicados. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Tratamentos	Parâmetro ¹		Coeficiente de Determinação (R ²)	PPD ² (%)
	<i>a</i>	<i>b</i>		
Testemunha absoluta	17,195	-0,1550	0,92	0,90
Testemunha relativa (Mertin)	16,691	-0,1713	0,84	1,02
Nativo //Mertin	17,332	-0,1797	0,89	1,03
Nativo	17,277	-0,1569	0,97	0,91
Amistar // Mertin	16,922	-0,1297	0,85	0,76
Amistar	16,579	-0,1401	0,91	0,84
Comet // Mertin	17,590	-0,1700	0,97	0,96
Comet	16,787	-0,1390	0,89	0,83

¹ parâmetros (*a* e *b*) obtidos após ajuste das regressões lineares do tipo $y = a + bx$.

² percentual de perda diária de clorofila, obtida da razão $(b/a)*100$.

Na Tabela 7 são apresentados os teores médios de nitrogênio total (N total) nas folhas do feijoeiro determinados aos 21DAAT. Verifica-se que a aplicação de Nativo isolado apresentou o menor teor de N total nas folhas, com $44,85 \text{ gN.kg}^{-1}$ de massa seca, apresentando uma redução de $4,0\%$ em relação à testemunha absoluta. Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si e em relação às testemunhas absoluta e relativa. Verifica-se que os teores de N total nas folhas do feijoeiro, independentemente do tratamento, encontram-se dentro dos níveis normais de suficiência nutricional da cultura (POTAFOS, 1994), devido não só à adubação, mas também pelo alto teor de matéria orgânica do solo ($8,0\%$) na área experimental, disponibilizando assim uma maior quantidade de nitrogênio, o que pode ter contribuído para mascarar o efeito fisiológico das estrobilurinas em aumentar a assimilação do nitrogênio por causa do aumento da atividade da nitrato redutase, refletindo também na não diferenciação do teor de clorofila nas folhas do feijoeiro (Figura 1).

TABELA 7 - Teores médios de nitrogênio total nas folhas do feijoeiro determinados 21 dias após a segunda aplicação dos fungicidas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Tratamentos	Dose ¹ (g ou L.ha ⁻¹)	Teor de nitrogênio (g.kg ⁻¹ de massa seca)
Testemunha absoluta	—	46,68 ab ²
Testemunha relativa (Mertin)	0,5	45,21 ab
Nativo // Mertin	0,75 // 0,5	48,51 a
Nativo	0,75	44,85 b
Amistar // Mertin	120 // 0,5	45,76 ab
Amistar	120	45,60 ab
Comet // Mertin	0,3 // 0,5	47,17 ab
Comet	0,3	45,79 ab
C.V. (%)		5,1
F		1,03*
d.m.s.(5%)		3,47

¹ dose do produto comercial.

² médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

* significativo a 5%.

Na Tabela 8 são apresentados os dados de incidência e severidade de antracnose nas folhas do feijoeiro, onde se observa que a maior porcentagem de plantas doentes ocorreu para a aplicação sequencial de Nativo // Mertin, com 61,8% de incidência de antracnose. As menores incidências de plantas com antracnose nas folhas, com 27,2% e 29,9%, foram observadas para Amistar e Comet, respectivamente. Com relação à severidade de antracnose nas folhas, os tratamentos Amistar e Comet // Mertin foram os que apresentaram as menores notas de severidade, com 0,57 e 0,38, respectivamente, representando menos de 0,5% da área foliar lesionada.

Em uma análise geral do efeito dos tratamentos no controle da antracnose nas folhas do feijão, comparativamente se verifica que entre as estrobilurinas aplicadas sozinhas ou em sequencial com o Mertin, os melhores resultados foram obtidos para o Comet.

TABELA 8 - Incidência e severidade de antracnose nas folhas do feijoeiro determinados 21 dias após a segunda aplicação dos fungicidas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Tratamentos	Dose ¹ (g ou L.ha ⁻¹)	Incidência (%)	Severidade (notas)
Testemunha absoluta	—	38,2 bcd ²	0,84 bc
Testemunha relativa (Mertin)	0,5	55,1 abc	1,5 ab
Nativo // Mertin	0,75 // 0,5	61,8 a	1,8 a
Nativo	0,75	44,1 abcd	1,2 abc
Amistar // Mertin	120 // 0,5	60,5 ab	2,0 a
Amistar	120	27,2 d	0,57 c
Comet // Mertin	0,3 // 0,5	31,9 cd	0,38 c
Comet	0,3	29,9 d	0,76 bc
C.V. (%)		36,7	53,4
F		3,04**	3,93**
d.m.s.(5%)		23,6	0,89

¹ dose do produto comercial.

² médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

** significativo a 1%.

TABELA 9 - Severidade de antracnose nas vagens do feijoeiro determinados 21 dias após a segunda aplicação dos fungicidas. FEGA/PUC, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Tratamentos	Dose ¹ (g ou L.ha ⁻¹)	Severidade (notas)
Testemunha absoluta	—	1,2
Testemunha relativa (Mertin)	0,5	1,0
Nativo // Mertin	0,75 // 0,5	1,7
Nativo	0,75	1,6
Amistar // Mertin	120 // 0,5	1,8
Amistar	120	1,1
Comet // Mertin	0,3 // 0,5	0,6
Comet	0,3	0,6
C.V. (%)		52,3
F		1,28 ^{ns}
d.m.s.(5%)		1,4

¹ dose do produto comercial.

^{ns} não significativo.

Para severidade de antracnose nas vagens do feijão, verifica-se na Tabela 9 que não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, porém em termos de valores absolutos e do grau de intensidade da doença, conforme Tabela 4, observa-se que as menores notas de severidade (0,6) foram para Comet aplicado isolado ou em sequencial com Mertin, sendo 50% menor em relação à testemunha absoluta, o que representa vagens praticamente sem lesões quando comparado à testemunha absoluta que apresentou vagens com lesões.

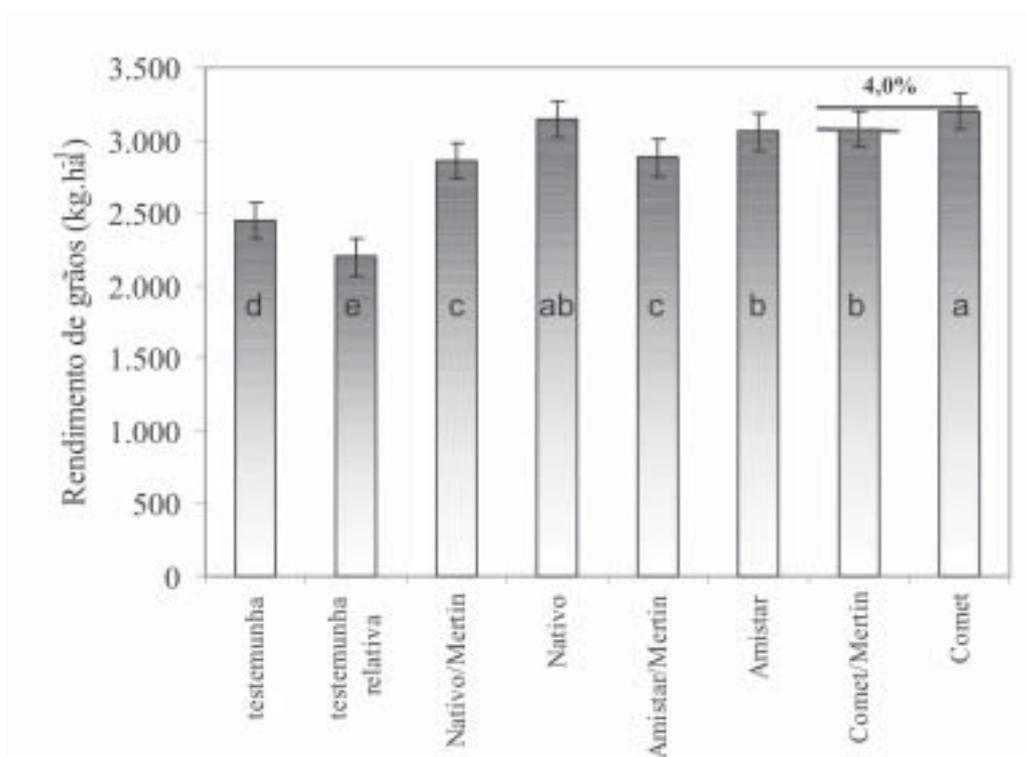


FIGURA 2 - Rendimento de grãos obtidos em função dos diferentes tratamentos utilizados no experimento de campo. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Para rendimento de grãos, verifica-se na Figura 2 que o melhor resultado foi para duas aplicações de Comet, com 3.203 kg.ha⁻¹, apresentando um rendimento 23,5% superior à testemunha absoluta e apresentando 4,0% a mais no rendimento de grãos quando comparado à aplicação sequencial de Comet (uma aplicação) e Mertin. Na Figura 3, consta a produtividade relativa dos diferentes tratamentos, sendo considerada como a produtividade 100% a obtida para o Comet isolado em duas aplicações, assim, verifica-se que a diferença de rendimento obtida entre a testemunha absoluta e o Comet // Mertin representa o efeito do fungicida (A), ao passo que a diferença obtida para duas aplicações de Comet em relação a uma aplicação de Comet e sequencial de Mertin representa o efeito fisiológico (B) da estrobilurina.

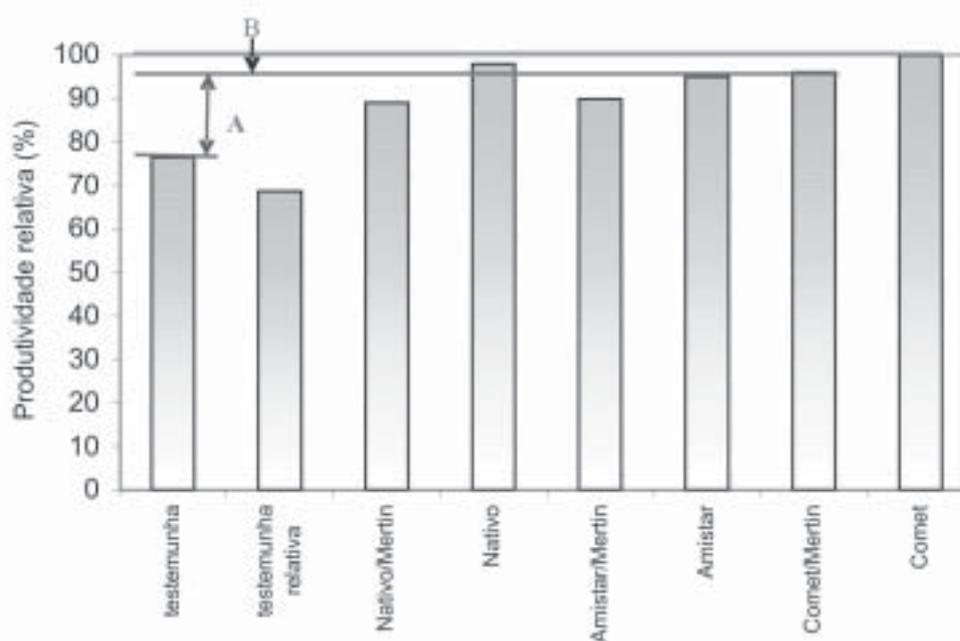


FIGURA 3 - Produtividade relativa (%) do feijoeiro em função dos diferentes tratamentos. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Dentre os componentes do rendimento avaliados, verifica-se na Tabela 10 que, para nº de vagens/planta houve diferenças significativas entre os tratamentos, com o Nativo, Amistar e Comet em aplicação seqüencial com o Mertin apresentando os melhores resultados, não havendo diferenças significativas entre eles. Para os demais componentes avaliados, nº de grãos/vagem e massa de 1.000 grãos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Quanto ao acúmulo de biomassa seca total (Figura 4), os tratamentos apresentaram uma curva sigmoideal padrão de crescimento vegetal, com um acúmulo de biomassa seca crescente até a época estimada de 84 dias após a emergência (DAE), ou seja, estágio fenológico R9 (maturidade fisiológica), quando em seguida se iniciou o processo de senescência. Verifica-se na Figura 4 que até aproximadamente aos 60 DAE o acúmulo total de biomassa seca da planta foi muito semelhante entre os diferentes tratamentos, porém após este período as diferenças se acentuaram, de modo que o maior acúmulo total de biomassa foi para Nativo // Mertin, com 37,3 g.planta⁻¹.

O ponto de inflexão para acúmulo de biomassa seca total da planta variou de acordo com o tratamento utilizado, porém apresentou em média 49 DAE, correspondendo à época na qual a taxa de crescimento absoluto (TCA) é máxima. Essa taxa é um indicativo da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação, que também variou de acordo com o tratamento, porém seu valor médio foi de 0,286 g.dia⁻¹. As maiores TCA foram observadas para Amistar // Mertin, Amistar e Comet // Mertin, todos com 0,32 g.dia⁻¹.

Pela similaridade entre as diferentes curvas de crescimento e TCA, pouco se evidencia o efeito fisiológico das estrobilurinas no crescimento do feijoeiro, talvez pelas boas condições climáticas durante o período de crescimento da cultura e boa fertilidade do solo na área do experimento, de forma que as maiores diferenças de resultados podem aparecer em situações de maior estresse (OLIVEIRA, 2005).

TABELA 10 - Componentes do rendimento obtidos em função dos diferentes tratamentos utilizados na cultura do feijão. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Tratamentos	Dose ¹ (g ou L.ha ⁻¹)	nºvagem/ planta	nºgrãos/ vagem	massa 1000 grãos
Testemunha absoluta	---	14,4 ab ³	5,4	130,1
Testemunha relativa ²	0,5	14,0 b	5,2	146,1
Nativo // Mertin	0,75 // 0,5	15,1 ab	5,1	158,2
Nativo	0,75	13,4 b	5,6	176,1
Amistar // Mertin	120 // 0,5	17,6 a	5,4	133,5
Amistar	120	12,9 b	5,6	155,7
Comet // Mertin	0,3 // 0,5	15,9 ab	5,6	144,9
Comet	0,3	13,3 b	5,4	165,4
C.V. (%)		16,2	9,0	21,6
F		1,81**	0,57 ^{ns}	0,92 ^{ns}
d.m.s.(5%)		3,5	0,72	48,1

¹ dose do produto comercial.

² testemunha relativa = Mertin

³ médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

** significativo a 1%.

^{ns} não significativo.

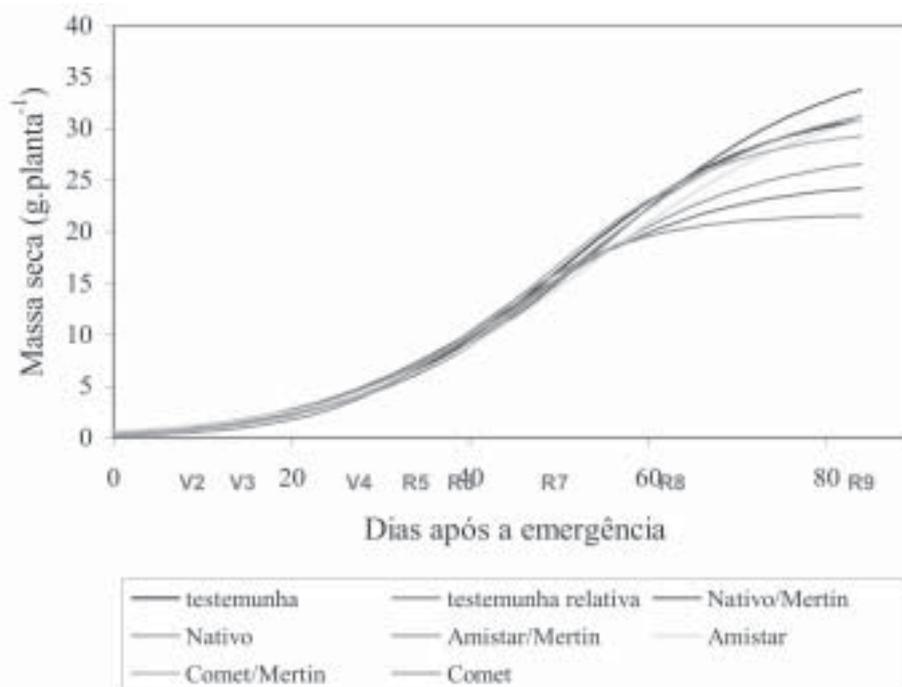


FIGURA 4 - Acúmulo de biomassa seca do feijoeiro ao longo do ciclo em função da aplicação dos diferentes tratamentos. FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Na Figura 5 consta a área foliar do feijoeiro ao longo do ciclo da cultura em função dos tratamentos utilizados. A área foliar do feijoeiro foi crescente até aproximadamente 54 DAE na média dos tratamentos, o que correspondeu ao estágio fenológico R7 (Tabela 11), quando em seguida se iniciou o processo de senescência, ocorrendo perdas das folhas e, conseqüentemente, redução da área foliar. A maior área foliar por planta foi para Amistar // Mertin, com $1.873,3 \text{ cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$ e a menor para Nativo // Mertin, com $1.372,6 \text{ cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$.

Conforme a Tabela 11, o Comet // Mertin e Comet isolado em duas aplicações, apresentaram uma área foliar de $1.656,3$ e $1.635,3 \text{ cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$, respectivamente, ficando assim com um índice de área foliar (IAF) de 4,1, ou seja, dentro do que se considera ideal (4,0 a 4,5) para a cultura do feijoeiro no estágio fenológico R7 (ZIMMERMANN et al., 1988).

De acordo com o modelo de regressão não linear, o ponto de inflexão para o aumento da área foliar do feijoeiro, ou seja, o período de tempo em dias em que se obtém a maior taxa de aumento na área foliar, foi de 37 DAE na média de todos os tratamentos avaliados, porém o Comet // Mertin e o Comet (isolado em duas aplicações), apresentaram maior taxa de aumento da área foliar aos 35 DAE, o que significa que com um menor período de tempo houve um maior ganho de área foliar e, conseqüentemente, maior área fotossintética e maiores possibilidades de produção de fotoassimilados e produção de grãos, o que pode ser comprovado com os dados de rendimento de grãos apresentados na Figura 2, evidenciando desta forma, um possível efeito do pyraclostrobin na fisiologia da planta do feijoeiro.

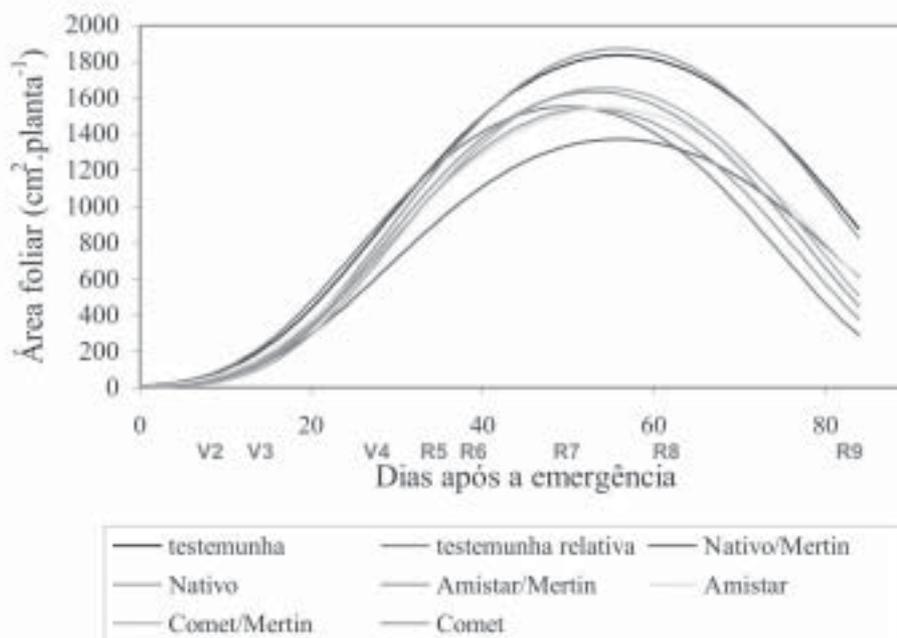


FIGURA 5 - Área foliar do feijoeiro ao longo do ciclo em função da aplicação dos diferentes tratamentos, FEGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

TABELA 11 - Área foliar e índice de área foliar máximas do feijoeiro em função da aplicação dos diferentes tratamentos. FEAGA/PUCPR, Fazenda Rio Grande, PR, 2006

Tratamentos	Dose ¹ (g ou L.ha ⁻¹)	Área foliar (cm ² planta ⁻¹)	IAF ³	Estádio fenológico	dias
Testemunha absoluta	---	1.836,7	4,6	R7 ⁴	56
Testemunha relativa ²	0,5	1.552,3	3,9	R7	50
Nativo // Mertin	0,75 // 0,5	1.372,6	3,4	R7	56
Nativo	0,75	1.541,9	3,9	R7	53
Amistar // Mertin	120 // 0,5	1.873,3	4,7	R7	56
Amistar	120	1.545,4	3,9	R7	54
Comet // Mertin	0,3 // 0,5	1.656,3	4,1	R7	54
Comet	0,3	1.635,1	4,1	R7	53

¹ dose do produto comercial.

² testemunha relativa = Mertin

³ índice de área foliar.

⁴ estágio fenológico R7 = formação de vagens.

CONCLUSÕES

Não houve efeito dos diferentes tratamentos no teor total de clorofila e nitrogênio nas folhas do feijoeiro.

O Comet foi o que apresentou as menores incidências e severidade de antracnose nas folhas e também a menor severidade de antracnose nas vagens do feijoeiro.

Comet foi o tratamento que apresentou o melhor rendimento de grãos, sendo que, quando realizada duas aplicações evidencia-se o efeito fisiológico do produto, apresentando também melhores resultados para n° de vagens/planta.

As melhores taxas de crescimento absoluto (0,32 g.dia⁻¹) foram obtidas para Comet (efeito fisiológico).

Comet também apresentou o menor período de tempo (35 DAE) para atingir a maior taxa de aumento da área foliar (efeito fisiológico).

REFERÊNCIAS

BASF. Strobil SC. **Manual técnico**. São Paulo: BASF, 2002.

CHAVES, G. La antracnosis. In: SCHWARTZ, H. F.; GÁLVEZ, G. E. (Ed.). **Problemas de production de frijol**: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Cali: CIAT, 1980. p. 37-53.

DOURADO NETO, D. et al. Simulação estocástica de valores médios diários de temperatura do ar e de radiação solar global para Piracicaba/SP utilizando distribuição normal. **Rev. Bras. Agromet.**, Piracicaba, v. 13, n. 2, p. 225-235, 2005.

MORA-BRENES, B.; CHAVES, G. M.; ZAMBOLIN, L. estimativas de perdas no rendimento do feijoeiro comum (*P. vulgaris* L.) causadas pela mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 3, p. 599, 1983.

OLIVEIRA, R. F. de. Efeito fisiológico do F 500 na planta de soja e milho. **Atualidades Agrícolas**, BASF, São Paulo, 2005. p. 9-11. Disponível em: < <http://agro.basf.com.br/UI/AtualidadesAgricolas.aspx>>. Acesso em: 12 fev. 2008.

OLMOS, I. L. J. et al. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina, EMBRAPA/SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. (Boletim Técnico, 57).

POTAFOS. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Seja doutor do seu feijoeiro. **Arquivo do Agrônomo**, n. 7, p. 1-16, 1994. Disponível em: <[http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Seja%20Feijoeiro.pdf](http://www.potafos.org/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Seja%20Feijoeiro.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2008.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Influência da cultivar e do número de inoculações na severidade da mancha angular (*Isariopsis griseola*) e nas perdas na produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 247-251, 1992.

ZIMMERMANN, M. J. de; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro**. Piracicaba: Associação Brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fósforo (POTAFOS), 1988.

Recebido: 25/06/2008

Received: 06/25/2008

Aprovado: 22/01/2009

Approved: 01/22/2009

Revisado: 18/08/2009

Reviewed: 08/18/2009