

## FUNGIGAÇÃO NO CONTROLE DO MOFO BRANCO E PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO EM CONDIÇÕES DE CERRADO BRASILEIRO

**Fábio Venegas<sup>1</sup>; João Carlos Cury Saad<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Agronomia, Faculdade do Sul de Mato Grosso, Rondonópolis, MT <venegas@cesur.br>.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

### 1 RESUMO

O presente estudo objetivou determinar a severidade da doença mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) e os componentes de produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), var. Pérola, submetido a aplicação do fungicida procimidone (Sialex 500), via fungigação (pivô central) e pulverizador automotriz (Uniport). O estudo foi realizado sob condições de produção comercial em campo, no município de Primavera do Leste - MT. O experimento constou de 5 tratamentos (com 4 repetições de 4 ha cada), sendo 4 deles envolvendo duas aplicações de procimidone (1,2 kg ha<sup>-1</sup> cada aplicação), aos 42 dias e aos 52 dias após o plantio (DAP), e um deles sem aplicação deste produto, com delineamento experimental de blocos casualizados. Foram testadas as lâminas de água de 5,5 e 11,0 mm na aplicação via pivô central, proporcionando assim volume de calda de 55.000 e 110.000 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e os volumes de 120 e 200 L ha<sup>-1</sup> de calda no pulverizador automotriz. O critério adotado em todas as avaliações da severidade da doença foi o da porcentagem da área foliar lesionada utilizando escala diagramática de severidade da doença mofo branco. Os valores foram usados para calcular a área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD). Foram analisados também, o número dos apotécios do fungo durante o ciclo da cultura e o peso dos escleródios residuais do patógeno na colheita. Nesta ocasião foram avaliados os seguintes componentes da produção da cultura: número de plantas por parcela (stand final), número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso médio de 200 grãos e produtividade de grãos. Os valores da AACPD, apotécios aos 42, 49 e 56 DAP, escleródios em 2 kg de solo e os parâmetros de produtividade da cultura foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias de Tukey no nível de 5 % de significância, utilizando o programa computacional STAT. Nas condições experimentais em que se desenvolveu o trabalho, não foram constatadas diferenças significativas entre as diferentes técnicas de aplicação estudadas em relação aos parâmetros de produtividade, porém, melhores resultados de controle da doença mofo branco, menor número de apotécios por m<sup>2</sup> aos 49 e 56 DAP e menor peso dos escleródios residuais na colheita foram obtidos com a aplicação do fungicida via pivô central, independentemente do volume de calda utilizado.

**UNITERMOS:** *Phaseolus vulgaris* L., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, fungigação.

**VENEGAS, F; SAAD, J. C. C. WHITE MOLD CONTROL USING FUNGIGATION AND YIELD BEAN IN BRAZILIAN SAVANNAH CONDITIONS.**

**2 ABSTRACT**

The aim of this research was to evaluate the white mold severity (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) of Bary), bean production components and yield (*Phaseolus vulgaris* L.), variety Perola, according to the application of procimidone fungicide (Sialex 500), through fungigation (center pivot) and automotive sprayer (Uniport). The study was carried under field production commercial conditions, in Primavera do Leste – MT - Brazil. The experiment consisted of 5 treatments (with 4 repetitions of 4 ha each), all with two procimidone applications ( $1.2 \text{ kg ha}^{-1}$  each application, same as,  $0.6 \text{ kg a.i. per hectare}$ ) to the 42 and 52 days after seeding. The water depths of 5.5 and 11.0 mm were tested in the application through central pivot (this had your checked uniformity), providing volumes of 55.000 and 110.000 L  $\text{ha}^{-1}$ , respectively, and the volumes of 120 and 200 L  $\text{ha}^{-1}$  in the automotive sprayer. The severity of disease was evaluated by the percentage of the area affected by plant damage using diagramatic grade scale of white mold severity, as described by Azevedo (1998). The values were used to calculate the area under the disease progress curve (AUDPC). They were also analyzed, the number of the fungus apothecia during the crop cycle and the residual sclerotias weight in harvest. On this occasion, it was also evaluated the crop yield parameters: number of plants per plot (final stand), pods per plant, grains per pod, medium weight of 200 grains and productivity of grains. The AUDPC values, apothecia to 42, 49 and 56 days after seeding, sclerotias in 2 soil kg and the crop productivity parameters were submitted to the variance analysis and Tukey Test at 0.05 of probability. This test was also applied in the comparison among the different fungicide application methods, independent of spray volumes in each one. The statistical processing was accomplished by STAT program. The results showed that weren't differences among application techniques studied in relation to productivity parameters, however, best white mold control, smaller apothecia number to 49 and 56 days after seeding and smaller weight of residual sclerotias in the harvest were obtained with the fungigation, independently of the spray volume used.

**KEYWORDS:** *Phaseolus vulgaris* L., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, fungigation.

**3 INTRODUÇÃO**

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é a principal fonte de proteína de origem vegetal incluída na dieta do brasileiro. A média de produtividade do feijoeiro tem sido baixa devido a dependência climática, a não adoção de técnicas modernas de produção e a relativa sensibilidade da cultura ao déficit hídrico. Porém, com a crescente utilização de métodos de irrigação, incluindo pivô central, tal situação está sendo revertida (Cardoso, 1998).

Na região do cerrado brasileiro o cultivo do feijoeiro irrigado atinge anualmente uma área superior a 100.000 hectares. Isso ocorre porque o feijoeiro é, normalmente, a cultura anual de maior valor econômico. Nessas áreas irrigadas o feijoeiro tem condições de ser cultivado com alto nível tecnológico, pois a irrigação permite que o plantio seja feito em épocas adequadas e garante o fornecimento de água para que as plantas demonstrem o seu potencial produtivo. Apesar de existirem condições propícias ao cultivo do feijoeiro, as

produtividades obtidas nas lavouras são da ordem de 2.400 kg/ha enquanto o potencial produtivo das variedades existentes é superior a 4.000 kg/ha (Embrapa, 2005).

Em todos os sistemas de produção é necessário otimizar o uso dos recursos produtivos. Isso se obtém por meio de altas produtividades e redução dos custos de produção. Para as culturas em geral, o uso da técnica de irrigação e a aplicação de agroquímicos são fundamentais se o objetivo é a obtenção de altos rendimentos. A técnica de quimigação, aplicação de produtos químicos via água de irrigação, é uma combinação dessas duas técnicas (Basanta et al. 2000).

O sucesso da quimigação, tendo como alvo tanto o solo quanto a folhagem, depende em grande parte da uniformidade de aplicação do produto, a qual é geralmente proporcional à uniformidade de distribuição da água pelo sistema de irrigação.

O mofo branco do feijoeiro é causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Também conhecido por murcha de Sclerotinia, podridão aquosa ou, simplesmente, Sclerotinia, a doença é bastante destrutiva e pode ser problema sério na safra irrigada de inverno (Bianchini, et. al., 1997). De acordo com Nasser et al. (1990), as perdas mais significativas ocorridas na cultura do feijão, a partir de 1980 no Brasil, tem sido causada pelo *S. sclerotiotrum*, especialmente nos “cerrados”, onde a irrigação tem sido amplamente difundida.

A região de cerrados do Brasil central é caracterizada climaticamente por apresentar duas estações bem definidas: a) uma estação chuvosa, de outubro a abril, quando ocorrem normalmente 90% da precipitação anual; e, b) uma estação seca, de maio a setembro, caracterizada por elevada radiação solar e baixa umidade relativa do ar. Esses fatores, aliados à predominância, na região, de solos com baixa disponibilidade de água, impõe a necessidade de irrigação para a produção agrícola durante a estação seca (Guerra, 1994).

O mofo branco, incitado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary, é uma doença bastante difundida nas regiões produtoras de feijão, principalmente, no plantio do outono-inverno. As perdas no rendimento atingem em média 50% podendo, entretanto, serem mais elevadas. Com a introdução da terceira época de plantio (feijão de inverno) na região Centro-Oeste e outras regiões do país, implicando no uso da irrigação por aspersão, a doença encontrou condições favoráveis para seu desenvolvimento, tornando-se um problema para os produtores de feijão (Embrapa, 2005).

Entre os fatores que têm contribuído para que os produtores não atinjam altas produtividades de feijão nas áreas irrigadas da região dos cerrados, estão a utilização de equipamentos de irrigação desajustados, funcionando com baixa uniformidade de distribuição de água, bem como o cultivo sucessivo dessa leguminosa, que favorece o desenvolvimento de doenças, causadas por fungos do solo ou do sistema radicular, como, por exemplo, o mofo-branco, a fusariose e a rizoctoniose (Guerra et al. 2000).

Para Sartorato e Rava (1998), especialmente no feijoeiro, a fungigação parece bastante promissora, pois o recobrimento da superfície do solo pela cultura a partir do florescimento dificulta a entrada de máquinas na lavoura para o controle de doenças.

Segundo Saad et al. (2005), para avaliar a qualidade da irrigação é preciso utilizar alguns indicadores, sendo que os mais recomendados são a uniformidade de aplicação e as eficiências de aplicação e de armazenamento. A uniformidade de aplicação visa caracterizar se toda a área irrigada está recebendo a mesma quantidade de água, ou seja, em um sistema perfeitamente uniforme todas as plantas receberiam a mesma lâmina, porém isso não é suficiente para indicar se as plantas estão recebendo a quantidade necessária de água para suprir sua demanda hídrica. O indicador de uniformidade mais utilizado em sistemas de

irrigação por aspersão é o coeficiente de uniformidade de Christiansen – CUC (Christiansen, 1942).

Vários pesquisadores ao avaliar a uniformidade de distribuição em sistemas pivô central operando a baixa pressão encontraram coeficientes de uniformidade (CUC), acima de 80% e coeficiente de distribuição (CUD) acima de 75% (Cotrim, 1988; Rezende, 1992).

Uma forma de viabilizar economicamente a irrigação no feijoeiro, é a utilização do pivô central para a aplicação de produtos químicos através da prática da quimigação. Quando se objetiva aplicar fungicidas, essa técnica recebe o nome de fungigação.

Em estudo de fungigação conduzido para controle do mofo branco nos EUA e no Brasil, verificou-se que essa técnica é eficiente para o controle de muitas doenças, mesmo com volume de água superior a 50.000 L ha<sup>-1</sup>. Segundo esses autores, a redução do resíduo de fungicida no alvo, causada pelo grande volume de água usada na fungigação em relação aos métodos convencionais, pode ser compensada, em alguns fatores como: a) melhor distribuição do fungicida no dossel da planta, b) maior redução do inoculo na planta e no solo, c) absorção de fungicida sistêmicos pelas raízes, d) melhor uniformidade de distribuição do produto pelo pivô central. Além de reduzir muito o custo de aplicação do fungicida, essa técnica tem vantagens como não causar compactação do solo e danos mecânicos às plantas, e, dependendo do fungicida, proporciona melhor controle de patógenos de solo que os métodos convencionais (Vieira & Sumner, 1999).

Vieira et al. (2001), estudando a aplicação de quatro fungicidas via água de irrigação no controle do mofo branco do feijoeiro, verificaram que o benomyl e procimidone foram os mais eficientes no controle da doença, e apenas o procimidone não proporcionou rendimento maior que o da testemunha. Porém, a incidência de *S. sclerotiorum* nas sementes foi a menor verificada, sendo 0,25 % com o uso do procimidone.

A eficiência do controle químico para *S. sclerotiorum* pode ser influenciada segundo a densidade de inóculo no solo. Costa e Costa (1998) testaram o fungicida procimidone em campos de feijoeiro com diferentes densidades de escleródios e verificaram que o controle adequado da doença foi obtido somente em áreas com menos de 19 escleródios por m<sup>2</sup> e em solos com mais de 27 escleródios por m<sup>2</sup>, o fungicida foi ineficiente. Além disso, a inversão do solo com arado de aiveca em profundidades de 22 a 37 cm para enterrio dos escleródios reduziu a densidade de inóculo inicial.

Oliveira (1998), estudando controle químico de *sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro, sob sistemas de irrigação pivô central verificou que o uso dos fungicidas fluazinan, procimidone, vinclozolin, benomyl, carbendazim e iprodione, nas fases do pré-florescimento (R5) e florescimento (R6), resultaram em ganhos de produtividade ao feijoeiro. A técnica de aplicação dos fungicidas interfere na eficiência do controle do mofo branco, bem como no rendimento da cultura. A fungigação é viável para o sistema *S. sclerotiorum* do feijoeiro.

O controle químico dessa doença tem apresentado diferenças de eficiência e algumas vezes resultados contraditórios, sendo o seu sucesso função da fungitoxicidade do produto, dose, época, volume e equipamento de aplicação, cultivar, espaçamento de plantas e incidência e severidade da doença (Gasparotto, 1980; Vieira, 1994). Segundo Steadman (1983), a eficiência acontece quando há boa cobertura ou proteção das flores.

O presente trabalho teve por objetivos determinar a severidade da doença mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) e avaliar os componentes de produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), var. Pérola, submetido a aplicação do fungicida procimidone, via fungigação (pivô central) e pulverização convencional (pulverizador automotriz), em condições de cerrado brasileiro.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Zona Rural do município de Primavera do Leste, MT, utilizando a cultura do feijão, variedade Pérola, irrigado via Pivô Central, no delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos:

Tratamento 1: sem aplicação de procimidone (testemunha);

Tratamento 2 : duas aplicações de  $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de procimidone via fungigação (pivô central) em lâmina de água de 11,0 mm, proporcionando volume de calda de  $110.000 \text{ L ha}^{-1}$ ;

Tratamento 3 : duas aplicações de  $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de procimidone via fungigação (pivô central) em lâmina de água de 5,5 mm, proporcionando volume de calda de  $55.000 \text{ L ha}^{-1}$ ;

Tratamento 4 : duas aplicações de  $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de procimidone via pulverizador automotriz (Uniport) no volume de calda de  $200 \text{ L ha}^{-1}$ ;

Tratamento 5 : duas aplicações de  $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de procimidone via pulverizador automotriz (Uniport) no volume de calda de  $120 \text{ L ha}^{-1}$ .

Cada tratamento recebeu quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais.

As unidades experimentais (parcelas) do ensaio foram dimensionadas com 4 ha (130 m de comprimento na extremidade do pivô), totalizando área experimental de 80 ha. O espaçamento entre as linhas de plantio em toda a área experimental foi de 0,45 m e o espaçamento entre plantas foi de 0,10 m nas linhas de plantio.

O plantio das sementes de feijão do experimento, ocorreu em 18/02/2005 no espaçamento  $0,45 \times 0,09 \text{ m}$ . A adubação de plantio constou de  $480 \text{ kg ha}^{-1}$  da fórmula 6-16-16. O preparo do solo foi realizado no sistema convencional. A colheita mecanizada do experimento ocorreu em 18/05/2005, correspondendo a 89 DAP.

Com a finalidade de caracterizar a uniformidade de distribuição de água do Pivô Central a ser utilizado no experimento, procedeu-se o teste de uniformidade conforme Norma NBR14244 (Equipamento de irrigação mecanizada - Pivô central e lateral móvel provido de emissores fixos ou rotativos - Determinação da uniformidade de distribuição de água) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998), através da mensuração da distribuição de água no campo e posterior cálculo do coeficiente de uniformidade do equipamento.

O Pivô testado possuía 3 anos de uso, marca Valley, modelo 4871 – 8000 – VSL, com 270 aspersores com tubo de descida (Super Spray Senninger), 12 lances, perfazendo raio de 620 m, sem canhão na extremidade, com  $360^\circ$  de giro, oferecendo assim, área irrigada de 120 ha.

Para coleta das lamina de água, foram distribuídos 122 coletores por linha, ao longo de duas linhas radiais, espaçados de 5 m. Na extremidade final dessas linhas, a distância entre elas foi de 45m. Os coletores foram fixados através de haste de metal a 1 m de altura do solo. A distancia entre o ponto pivô e o primeiro coletor foi de 9 metros. O percentímetro do pivô foi ajustado de modo a propiciar velocidade na última torre do pivô de  $125,26 \text{ m h}^{-1}$ , e lâmina de água de 12,3 mm. A pressão no início do pivô manteve-se em torno de  $5 \text{ kgf.cm}^{-2}$ .

Para a injeção do fungicida no pivô central foi utilizada bomba hidráulica do tipo diafragma com capacidade de injeção de 10 a  $240 \text{ L ha}^{-1}$  acionada pôr motor elétrico marca WEG de 3400 rpm, com potência de 3,0 c.v., calibrada para injetar  $71,4 \text{ L m}^{-1}$  da solução contendo o fungicida na base do Pivô.

Aos 42 e 52 DAP, ocasião em que as plantas de feijão estavam nos estádios de desenvolvimento R5 (pré - florescimento) e R6 (florescimento), respectivamente, e a doença mofo branco iniciava sua infecção em toda área experimental, aplicou-se o fungicida, sempre na dose de  $1,2 \text{ kg ha}^{-1}$  individualizando-se os tratamentos.

O pulverizador automotriz utilizado foi o modelo Uniport 2000, marca Jacto, com barra de 21 metros com bocais espaçados de 35 cm. No volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, utilizou-se pontas de pulverização hidráulicas de jato cônico vazio, modelo JA - 4 na pressão de 160 lbf pol<sup>-2</sup> e velocidade de 16 km h<sup>-1</sup>. Para a aplicação do volume de calda de 120 L ha<sup>-1</sup>, utilizou-se as mesmas pontas de pulverização, porém na pressão de 115 lbf pol<sup>-2</sup> e velocidade de 20 km h<sup>-1</sup>.

Para a avaliação da eficiência de controle da doença mofo branco do feijoeiro foram selecionadas, ao acaso, trinta plantas ao centro de cada parcela, em cada uma das 5 avaliações realizadas semanalmente aos 42, 49, 56, 63 e 70 DAP.

A primeira avaliação foi realizada no momento em que os sintomas da doença tornaram-se visíveis (42 DAP), ou seja, presença de apotécios na área e mofo branco em raras plantas, sendo esse o fator determinante para a primeira aplicação do fungicida. O critério adotado em todas as avaliações foi a da porcentagem da área foliar lesionada utilizando escala diagramática de severidade da doença mofo branco, conforme descrita por Azevedo (1998).

As datas das avaliações da severidade da doença e seus respectivos valores médios nas 30 plantas amostradas em cada parcela experimental foram usadas para calcular a área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD), através da integração trapezoidal, apresentada na Equação 3.

$$\text{AACPD relativa} = \sum_{i=1}^{n-1} [(x_{i+1} + x_i)/2] * (t_{i+1} - t_i) \quad (3)$$

em que:

x = severidade média da doença mofo branco na parcela experimental;

x<sub>i</sub> = severidade média da doença mofo branco na parcela experimental no tempo t<sub>i</sub>;

n = número de avaliações;

t = data da avaliação;

(t<sub>i+1</sub> - t<sub>i</sub>) = intervalo de tempo (dias) entre duas avaliações consecutivas.

Foram realizadas duas aplicações do fungicida procimidone (Sialex 500), na dose fixa de 0,6 kg i.a. ha<sup>-1</sup> nos diferentes tratamentos.

Os tratamentos que receberam aplicação via pulverizador automotriz foram irrigados com água sem o fungicida via pivô central, na lâmina de água de 5,5 mm, para possibilitar o mesmo microclima para a doença. As irrigações ocorreram, em média, três horas antes da aplicação do produto.

Além da severidade da doença, também avaliou-se o número de apotécios por m<sup>2</sup>, enquanto esses foram visíveis. As avaliações ocorreram aos 42, 49 e 56 DAP. Foi confeccionado um quadrado de madeira com dimensões internas de 1 x 1 m, e este foi lançado ao acaso em 10 pontos aleatórios dentro de cada repetição experimental.

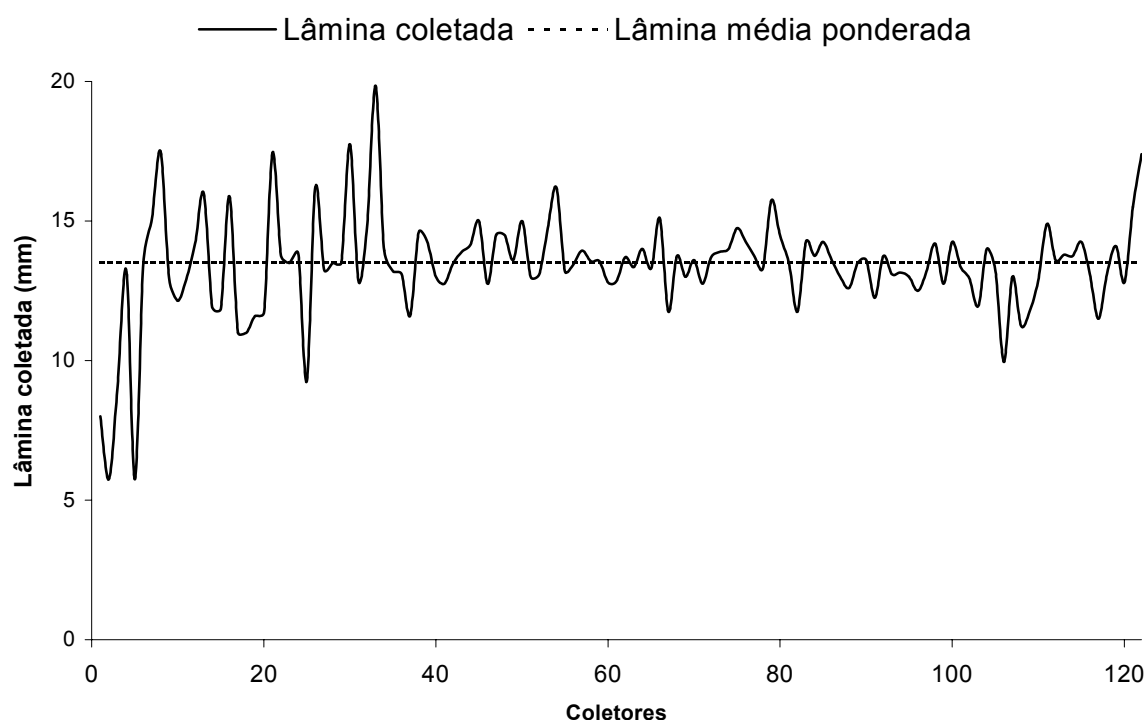
Na colheita, avaliou-se os escleródios (g) residuais do patógeno encontrados em 2 kg de solo coletados nos primeiros 5 cm de profundidade. Foram analisados dez pontos aleatórios por repetição experimental.

Aos 89 DAP, quando foi realizada a colheita mecanizada, avaliou-se a produtividade de grãos em 10 m lineares de plantas, em duas ruas de plantio, em 10 pontos aleatórios por repetição (os resultados foram extrapolados em kg ha<sup>-1</sup>). A contagem do número de plantas por metro (stand final) foi realizada em 20 pontos aleatórios de 1 m linear por repetição. A contagem do número de vagens por planta, número de grãos por vagem e o peso médio de 200 grãos foi realizada em 40 plantas coletadas ao acaso por repetição (as mesmas).

Os valores da área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) baseada na severidade média de cada tratamento mais a testemunha experimental e os valores de apotécios aos 42, 49 e 56 DAP, escleródios em 2 kg de solo, produtividade, peso de 200 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e stand final foram submetidos à análise de variância para o esquema de blocos casualizados, complementada com o teste de comparação de médias de Tukey no nível de 5 % de significância. Esse teste também foi aplicado na comparação entre os diferentes métodos de aplicação do fungicida, independente dos volumes de calda utilizados em cada um. O processamento estatístico foi realizado pelo programa computacional STAT.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição da lâmina média de água das duas linhas radiais ao longo da tubulação do pivô central pode ser observada na Figura 1.



**Figura 1.** Lâmina média das duas linha radiais, nos 122 coletores utilizados no teste.

Os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de Distribuição (CUD) do pivô em estudo foram de 93,3% e de 88,4%, respectivamente.

De acordo com Norma 14244 (ABNT, 1998), a classificação da uniformidade de distribuição de água em pivô central é considerada muito boa quando maior que 90%, boa quando situada entre 85 a 89%, regular quando situada entre 80 e 84% e ruim quando menor que 80%, assim, foi observada uniformidade de aplicação de água classificada como muito boa pela ABNT.

Os valores médios e o resultado do teste estatístico de comparação da área abaixo da curva de progresso da doença, AACPD, nos diferentes tratamentos, calculadas através da integração trapezoidal pela Equação 3, são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores médios da área abaixo da curva de progresso de doença, AACPD, para o mofo branco do feijoeiro, variedade Pérola, na testemunha e após aplicações com Sialex 500 a 110.000 e 55.000 L ha<sup>-1</sup> no pivô central e 200 e 120 L ha<sup>-1</sup> no pulverizador. Primavera do Leste, MT. 2005.

Tratamento	Equipamento de Aplicação	Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	AACPD média
1	----	----	319,81 a
2	Pivô central	110.000	33,08 b
3	Pivô central	55.000	33,60 b
4	Pulverizador	200	35,70 b
5	Pulverizador	120	49,18 b
Média			94,27
CV (%)			9,11
AACPD média de cada método de aplicação			
Equipamento de Aplicação			
	Pivô Central		33,34 a
	Pulverizador		42,44 b
	Média		37,89
	CV (%)		13,62

As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de comparação de médias de Tukey, a 5% de probabilidade.

O fungicida procimidone (Sialex 500) foi eficiente no controle do mofo branco do feijoeiro, pois as plantas que não receberam produto com ação conhecida sobre essa enfermidade apresentaram valores de AACPD mais elevados que aquelas que receberam, independente do equipamento e volume de calda, como pode ser observado pela significância no resultado do teste estatístico entre a testemunha e os demais tratamentos.

Quando é observado o valor médio da AACPD em cada método de aplicação do fungicida (33,34 no pivô central e 42,44 no pulverizador), independentemente dos volumes de calda utilizados, existiram diferenças significativas entre os diferentes equipamentos testados, obtendo-se melhores resultados de controle da doença (menores valores de AACPD) com a aplicação do fungicida via pivô central.

De acordo com a Tabela 1, nota-se que o grande volume de água utilizado na aplicação do fungicida via água de irrigação não comprometeu a eficácia do produto sobre a doença, pelo contrário, a maior lâmina de água propiciou o menor valor de AACPD (33,08), embora a diferença não seja significativa em relação aos demais tratamentos que receberam o produto. O fato do fungicida procimidone possuir ação sistêmica pode ser o responsável por esse resultado, pois a parte do produto aplicado que vai ao solo com a água de irrigação é reabsorvido pelas raízes. Soma-se a esse fato, o pivô operar com excelente uniformidade de aplicação de água (CUC = 93,3%), possibilitando ótima distribuição do produto na área. Vários trabalhos são encontrados na literatura (Oliveira, 1998; Cunha et al., 1999 e Schmidt 2003) porém sem fornecer o valor do CUC, que é fundamental para caracterizar a qualidade da aplicação. Por não haver influência da lâmina de água na prática da fungigação (Tabela 1), a técnica pode ser utilizada de maneira abrangente, ou seja, tanto em situações em que se



deseja aplicar lâminas menores decorrente de maior velocidade do pivô e menor tempo de giro, seja quando se aplica maiores lâminas com tempo de giro menor e menor velocidade do equipamento, sem contudo influenciar o controle da doença.

Em relação a aplicação via pulverizador, embora não haja diferença estatística entre os diferentes volumes estudados, observa-se melhor performance de controle do mofo branco com o maior volume utilizado (200 L ha<sup>-1</sup>). Normalmente, ensaios de campo com a doença utilizam volumes de calda em torno de 1.000 L ha<sup>-1</sup>, usuais nas regiões Sul e Sudeste, o que é absolutamente inviável para o cerrado. Portanto, os resultados encontrados aqui, permitem a utilização de volumes de calda mais reduzidos e adaptados as necessidades dos produtores de Mato Grosso (200 L ha<sup>-1</sup>).

Os resultados das avaliações aos 42, 49 e 56 DAP e o teste estatístico de comparação do número médio de apotécios de *S. sclerotiorum* por m<sup>2</sup> em cada tratamento experimental são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Número médio de apotécios de *S. sclerotiorum* por m<sup>2</sup> nos diferentes tratamentos, aos 42; 49 e 56 dias após o plantio (DAP). Primavera do Leste, MT. 2005.

Tratamento	Equipamento de Aplicação	Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	Apotécios por m <sup>2</sup> aos 42 DAP	Apotécios por m <sup>2</sup> aos 49 DAP	Apotécios por m <sup>2</sup> aos 56 DAP
1	----	----	3,43 a	5,95 a	1,23 a
2	Pivô central	110.000	3,78 a	1,40 b	0,21 b
3	Pivô central	55.000	2,93 a	1,93 b	0,23 b
4	Pulverizador	200	3,30 a	2,53 b	0,33 b
5	Pulverizador	120	3,53 a	2,95 b	0,53 b
Média			3,39	2,95	0,50
CV (%)			20,80	24,31	40,76

Equipamento de Aplicação	Média de apotécios por m <sup>2</sup> em cada método de aplicação		
	42 DAP	49 DAP	56 DAP
Pivô Central	3,35 a	1,66 b	0,22 b
Pulverizador	3,41 a	2,74 a	0,43 a
Média	3,38	2,20	0,32
CV (%)	25,04	24,34	53,95

As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de comparação de médias de Tukey, a 5% de probabilidade.

Da observação da Tabela 2, nota-se que os apotécios do fungo estavam uniformemente distribuídos na área experimental por ocasião da primeira aplicação do fungicida (42 DAP). Sete dias após a primeira aplicação (49 DAP), a técnica da fungigação proporcionou redução significativa do número de apotécios nas duas formas de aplicação e nos dois volumes de calda, em relação à testemunha.

Aos 56 DAP, a redução do número de apotécios é observada em toda a área que recebeu o fungicida (essa avaliação foi realizada 4 dias após a segunda aplicação do produto), evidenciando eficácia do produto.

Quando é comparada a técnica de aplicação aos 49 e 56 DAP, independentemente do volume de calda utilizado, a fungigação é significativamente superior ao pulverizador

automotriz na redução do número médio de apotécios de *S. sclerotiorum* por m<sup>2</sup>, provavelmente pelo grande volume de calda que chega ao solo, onde os apotécios se localizavam.

Os resultados e o teste estatístico de comparação do peso médio (g) dos escleródios residuais do patógeno encontrados em 2 kg de solo coletados nos primeiros 5 cm de profundidade, por ocasião da colheita são apresentados na Tabela 3. As estruturas foram coletadas até 5 cm de profundidade, pois essa é a profundidade limítrofe para a produção dos apotécios (Domsch et al., 1980).

Pela Tabela 3, observa-se que o tratamento que recebeu o fungicida via pulverizador no volume de 120 L ha<sup>-1</sup>, somente foi superior à testemunha experimental, apresentando maior quantidade de escleródios do fungo na colheita quando comparado aos demais tratamentos que receberam o fungicida, indicando assim, maior inóculo nessa área para a cultura sucessiva no pivô. Especialmente em áreas de pivô central onde é necessário manejo adequado do solo e rotação de culturas, esses escleródios em maior quantidade constituirão o ponto de partida para *S. sclerotiorum* infectar a área, uma vez que o fungo é patogênico a diferentes culturas. O controle da doença através do uso de fungicidas vai depender da densidade de escleródios no solo. (EMBRAPA, 2005). Portanto, deve-se evitar o uso desse volume de calda nesse equipamento.

Por outro lado, as áreas provenientes de aplicações do fungicida via pivô central nas duas lâminas de água estudadas e via pulverizador a 200 L ha<sup>-1</sup>, apresentaram peso menor de escleródios na colheita quando comparadas a testemunha experimental e ao tratamento 5. Pelo exposto, o fator limitante é o volume de calda, pois quanto maior o volume aplicado, maior a quantidade de água com fungicida no solo, maior o controle da doença, e consequentemente, menor o peso dos escleródios residuais.

**Tabela 3.** Valores médios do peso (g) dos escleródios residuais do patógeno encontrados em 2 kg de solo coletados nos primeiros 5 cm de profundidade, por ocasião da colheita, nos diferentes tratamentos experimentais. Primavera do Leste, MT. 2005.

Tratamento	Equipamento de Aplicação	Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	Peso médio (g) dos escleródios residuais de <i>S. sclerotiorum</i>
1	----	----	0,99 a
2	Pivô central	110.000	0,26 c
3	Pivô central	55.000	0,36 c
4	Pulverizador	200	0,37 c
5	Pulverizador	120	0,62 b
Média			0,52
CV (%)			17,47

Equipamento de Aplicação	Peso médio (g) dos escleródios residuais de <i>S. sclerotiorum</i> em cada método de aplicação
Pivô Central	0,31 a
Pulverizador	0,49 b
Média	0,40
CV (%)	26,08

As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de comparação de médias de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ainda, quando é comparada a técnica de aplicação, independentemente do volume de calda utilizado, a fungigação é significativamente superior ao pulverizador automotriz na redução do peso (g) dos escleródios residuais do patógeno na colheita. Essa redução de peso torna-se ainda mais importante, sabendo-se que o aumento da germinação dos escleródios é diretamente proporcional ao aumento no tamanho e peso dessas estruturas (Dillard et al., 1995).

Os valores médios e o resultado do teste estatístico de comparação dos parâmetros de produtividade do feijoeiro nos diferentes tratamentos experimentais, são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Valores médios e o resultado do teste estatístico de comparação dos parâmetros de produção e produtividade do feijoeiro nos diferentes tratamentos experimentais. Primavera do Leste, MT. 2005.

Tratamento	Equipamento de Aplicação	Volume de calda (L ha <sup>-1</sup> )	Produtividade de feijão (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso 200 grãos (g)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Stand (plantas m <sup>-1</sup> )
1	----	----	1.420,67 b	41,95 b	6,05 c	4,03 b	7,25 c
2	Pivô central	110.000	2.158,51 a	66,62 a	7,83 a	5,25 a	9,05 ab
3	Pivô central	55.000	2.174,31 a	64,90 a	7,58 ab	5,53 a	9,10 a
4	Pulverizador	200	2.195,88 a	66,99 a	7,88 a	5,45 a	9,13 a
5	Pulverizador	120	2.038,99 a	62,39 a	7,03 b	5,08 a	8,45 b
Média			1.997,67	60,57	7,27	5,07	8,60
CV (%)			4,91	4,31	4,88	6,84	3,24

Médias para cada método de aplicação

Equipamento de Aplicação	Produtividade de feijão (kg ha <sup>-1</sup> )	Peso de 200 grãos (g)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	“Stand” (plantas m <sup>-1</sup> )
Pivô Central	2.166,29 a	65,76 a	7,70 a	5,39 a	9,08 a
Pulverizador	2.117,44 a	64,69 a	7,45 a	5,27 a	8,79 a
Média	2.141,86	65,22	7,58	5,33	8,93
CV (%)	5,08	4,86	6,13	9,03	3,72

As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de comparação de médias de Tukey, a 5% de probabilidade.

Não houveram diferenças significativas entre os valores de produtividade do feijoeiro proveniente das áreas que receberam o fungicida procimidone, porém houve diferença significativa destes tratamentos em relação a testemunha. Os valores de produtividade não corresponderam aos valores de AACPD apresentados na Tabela 1, pois esperava-se que menores valores de AACPD proporcionassem maior produtividade das plantas. Da análise da Tabela 4, conclui-se que o fungicida foi eficiente no controle da doença, proporcionando maior produtividade que a testemunha experimental, independente do volume e equipamento de aplicação, diferentemente do que foi observado por Vieira et al. (2001), em que o procimidone não proporcionou rendimento maior que a testemunha.

Da observação dos valores do peso de 200 grãos (Tabela 4), nota-se o incremento da qualidade do feijão quando se faz o tratamento químico do mofo branco, independente da técnica de aplicação do fungicida utilizada e do volume de calda.

Em relação ao número de vagens por planta, o maior volume de calda em cada técnica de aplicação, propiciou os melhores resultados, evidenciando mais uma vez nesse estudo, a importância desse fator. Todos os tratamentos que receberam o fungicida, demonstraram maiores números de vagens quando comparados a testemunha experimental.

Quando é analisado o número de grãos por vagem, plantas que receberam o fungicida independentemente da técnica de aplicação e volume de calda utilizados, apresentaram maior rendimento quando comparadas ao tratamento sem fungicida.

No estudo do stand final de plantas, maior número de plantas foram observadas nas áreas onde o fungicida foi aplicado via pivô central e no pulverizador com maior volume de calda. Maior número de plantas foi constatado nas áreas que receberam a aplicação do fungicida quando comparados à testemunha experimental.

Na comparação das técnicas de aplicação, em todos os parâmetros quantitativos e qualitativos estudados na Tabela 4, independentemente do volume de calda utilizado, não são observadas diferenças significativas entre a aplicação do procimidone via pivô central e pulverizador automotriz.

## 6 CONCLUSÕES

Baseado nas condições experimentais em que o presente estudo se desenvolveu e na análise dos resultados obtidos, pode-se apresentar as seguintes conclusões:

- a) melhores resultados de controle da doença mofo branco (menores valores de AACPD), menor número de apotécios por m<sup>2</sup> aos 49 e 56 DAP e menor peso dos escleródios residuais na colheita foram obtidos com a técnica da fungigação;
- b) não houveram diferenças significativas entre as diferentes técnicas de aplicação estudadas em relação à produtividade, peso de 200 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e stand final do feijoeiro;
- d) o fungicida procimidone (Sialex 500 na dose de 0,6 kg i. a. ha<sup>-1</sup>) foi eficaz no controle do mofo branco do feijoeiro, variedade Pérola.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e a empresa Arysta LifeScience do Brasil pelo apoio na realização deste trabalho.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas técnicas. Equipamentos de irrigação mecanizada – Pivô central e lateral móvel providos de emissores fixos ou rotativos – Determinação da uniformidade de distribuição de água. **Projeto de norma 04: 015.08-008**. Rio de Janeiro, 1998. 11 p.

AZEVEDO, L. A. S. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. São Paulo: Grupo Quattro Digital Media, 1998. 114 p.

BASANTA, M. D. V.; DOURADO NETO, D.; GARCIA, A. G. Y. Estimativa do volume máximo de calda para aplicação foliar de produtos químicos na cultura de milho. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.283-288, 2000.

BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P.G. Doenças do feijoeiro: *Phaseolus vulgaris* L. In: KIMATI, H. et al. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 1997. p.376-399, v.2: Doenças das plantas cultivadas.

CARDOSO, S. S., **Efeito do parcelamento do nitrogênio aplicado por fertirrigação na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado via pivô central**. 1998. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Produção Vegetal)- Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

CHRISTIANSEN, E. J. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley University of California, 1942. 142 p. (Bulletin, 670).

COSTA, G.R.; COSTA, J.L.S. Efeito dos fungicidas procimidone e benomyl na formação de apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum* no solo. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21, Botucatu, 1998. **Resumos**. p. 51.

COTRIM, C. E. **Análise de uniformidade de aplicação de água em sistema de irrigação do tipo pivô central de baixa pressão**. Viçosa, 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/ Irrigação ) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1988.

DAVIS, J. R. Measuring water distribution from sprinkler. **Transaction of the ASAE**. St Joseph, n. 22, v. 5, p. 94-97, 1966.

DILLARD, H.R.; LUDWIG, J.W.; HUNTER, J.E. Conditioning sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* for carpogenic germination. **Plant disease**, v. 79, n.4, p.411-415, 1995.

DOMSCH, K.H. ; GAMS, W. ; ANDERSON, T.-H. **Sclerotinia**. In: COMPENDIUM OF SOIL FUNGI, 1, London, 1980. Academic Press, p.712-716.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária: **Doenças fúngicas** . Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br>> Acesso em 15 mar. 2005.

GASPAROTTO, L. **Sobrevivência de *Sclerotinia sclerotiorum* em solos cultivados com gramíneas e controle químico da podridão de alface**. 1980. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1980.

GUERRA, A. F.; SILVA, D. B. da.; RODRIGUES, G. C. Manejo de irrigação e fertilização nitrogenada para o feijoeiro na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1229-1236, 2000.

GUERRA, A. F.; SILVA, E. M. DA.; AZEVEDO, J. A. DE. Tensão de água no solo: um critério viável para a irrigação do trigo na região do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 4, p. 631-636, 1994.

NASSER, L.C.B.; RESCK, D.V.; CHARCHAR, M.J.D'A. Soil managment, crop sequence and plant diseases in the cerrado region of Brazil. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONSERVATION TILLAGE SYSTEMS, Passo Fundo, 1990. **Anais**. p.190-203.

OLIVEIRA, S.H.F. de. **Controle químico de *sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro: ação *in vitro* sobre o ciclo de vida, ação preventiva e curativa em condições controladas, e eficiência e modo de aplicação em campo**. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitopatologia). - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

REZENDE, R. **Desempenho de um sistema de irrigação pivô central quanto a uniformidade e eficiência de aplicação de água abaixo e acima da superfície do solo**. Piracicaba, 1992. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem)- Esalq. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 1992.

SAAD, J.C.C., SILVA, M. A.de A. e ; AZEVEDO, L.P. de; Manejo da irrigação visando a sustentabilidade hídrica de solos agrícolas. In: LANÇAS, K.P. ; SAAD, J.C.C. **Sustentabilidade dos solos agrícolas da bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, em função da disponibilidade hídrica e do tráfego de máquinas**. Boletim Técnico, Botucatu, FEHIDRO, 2005, cap.3, p.63-80.

SARTORATO, A., RAVA, C.A. Controle químico da mancha angular do feijoeiro comum com aplicação de fungicidas via pivô central. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.24, n.3/4, p.253-257, 1998.

STEADMAN, J.R. White mold- a serious yield-limiting disease of bean. **Plant Disease**, v. 67, p. 346-350, 1983.

VIEIRA, R. F. et al. Fungicidas aplicados via água de irrigação no controle do mofo banco do feijoeiro e incidência de patógenos em sementes. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v. 26, n. 4, p. 770-773, 2001.

VIEIRA, R.F. Introdução à quimigação. In: COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, P.A. (Ed.) **Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação**. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. p.13-40.

VIEIRA, R.F.; SUMNER, D.R. Application of fungicides to foliage through overhead sprinkler irrigation – a review. **Pesticide Science**. n. 55, P. 412-422, 1999.