

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**CONTROLE DO MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum*) DO FEIJOEIRO COM O
FUNGICIDA PROCIMIDONE APLICADO EM PULVERIZAÇÃO E FUNGIGAÇÃO**

FÁBIO VENEGAS

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

BOTUCATU-SP
Maio - 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**CONTROLE DO MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum*) DO FEJJOEIRO COM O
FUNGICIDA PROCIMIDONE APLICADO EM PULVERIZAÇÃO E FUNGIGAÇÃO**

FÁBIO VENEGAS

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Cury Saad

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia (Irrigação e Drenagem).

BOTUCATU-SP
Maio – 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

V455c Venegas, Fábio, 1976-
Controle do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) do feijoeiro com o fungicida procimidone aplicado em pulverização e fungigação / Fábio Venegas . - Botucatu : [s.n.], 2006.
v, 54 f. : il., color., gráfs, tabs.

Tese (doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2006
Orientador: João Carlos Cury Saad
Inclui bibliografia

1. Feijão. 2. Fungicidas. 3. Defensivos vegetais. 4. Mofo (Botânica)- Controle 5. Irrigação agrícola. I. Saad, João Carlos Cury. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **CONTROLE DO MOFO BRANCO (*Sclerotinia sclerotiorum*) DO
FEIJOEIRO COM O FUNGICIDA PROCIMIDONE APLICADO EM
PULVERIZAÇÃO E FUNGIGAÇÃO.**

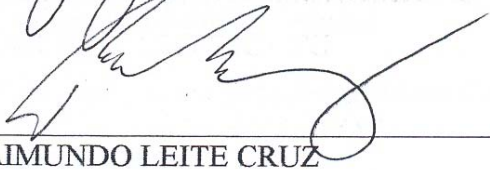
ALUNO: FÁBIO VENEGAS

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO CARLOS CURY SAAD

Aprovado pela Comissão Examinadora



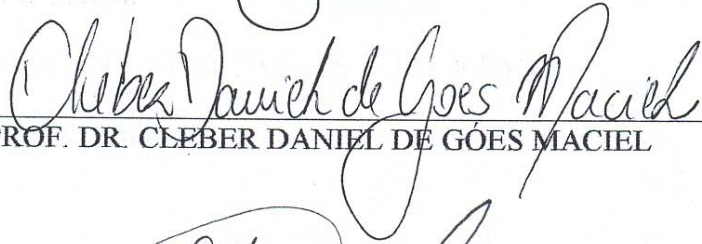
PROF. DR. JOÃO CARLOS CURY SAAD



PROF. DR. RAIMUNDO LEITE CRUZ



PROF. DR. CARLOS GILBERTO RAETANO



PROF. DR. CLEBER DANIEL DE GOES MACIEL



PROF. DR. TARLEI ARRIEL BOTREL

Data da Realização: 04 de maio de 2006.

À minha mãe Elena Broto Venegas

a meu pai Vicente Venegas

e à minha avó Lídia (*in memorian*)

pelo estímulo, amor, confiança, compreensão e paciência

DEDICO

À minha prestativa e alegre irmã, enfermeira Fabiana Venegas

e à minha talentosa e também alegre noiva, jornalista Adriana Carlos Teixeira

com amor e como estímulo ao estudo

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À DEUS fonte de tudo o que existe e é bom.

Ao Prof. Dr. João Carlos Cury Saad pela orientação, amizade e exemplo transmitido durante toda nossa convivência, à confiança depositada desde o estágio no primeiro ano da Faculdade e depois na Iniciação Científica, e ainda, pela disponibilidade em viajar 1.500 km para visitar o ensaio que originou essa Tese.

Ao Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano pela orientação na Iniciação Científica e no Mestrado, contribuições prestadas a esse trabalho e por ter me apresentado à Hokko do Brasil.

Ao Prof. Dr. Raimundo Leite Cruz pela amizade e confiança depositada desde a primeira orientação na Iniciação Científica.

Aos funcionários da Seção de Pós Graduação, da Biblioteca e do Departamento de Engenharia Rural da FCA - UNESP, Câmpus de Botucatu.

Ao sr. Ney Gueno pela possibilidade de realizar o trabalho em sua propriedade.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos durante o curso.

À Arysta LifeScience do Brasil, antiga Hokko do Brasil, por viabilizar meus trabalhos de Iniciação Científica, Mestrado, Doutorado e por depositar em mim, a confiança necessária para ocupar o cargo de Pesquisador no Cerrado Brasileiro, e ainda, proporcionar todos os meios necessários para realização desse trabalho, em especial aos Srs. João M. Miyasaki, Eros M. Occhiena, Paulo Yamauti, Angelo Stasievski, Roberto Toledo, Alvemar Ferreira, Issamu Ouchi, Osmar Trautwein Jr., Celso Sasaya, e demais colaboradores que contribuíram para a execução desse trabalho.

À Produtividade Rural (Distribuidora Valley em Primavera do Leste) pelo auxílio nos testes de uniformidade, especialmente aos Srs. Renato e Ubirajara.

Aos estagiários da Arysta LifeScience do Brasil em Rondonópolis e Primavera do Leste: Feliciano, Valdivino, Nelson, Fernando e André.

A todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
1 RESUMO.....	01
2 SUMMARY.....	03
3 INTRODUÇÃO.....	05
4 REVISAO BIBLIOGRÁFICA.....	07
4.1 O mofo branco do feijoeiro no Cerrado Brasileiro.....	07
4.2 Uniformidade de aplicação de água em Pivô Central de irrigação.....	09
4.3 Fungigação na cultura do feijão.....	13
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5.1 Local	19
5.2 Delineamento experimental.....	19
5.3 Semeadura, adubação e colheita.....	20
5.4 Determinação da uniformidade de distribuição de água no pivô central de irrigação.....	20
5.5 Sistema de injeção de produtos químicos no Pivô Central.....	22
5.6 Fungicida.....	22
5.7 Aplicações do fungicida.....	23
5.8 Avaliações da eficiência de controle do mofo branco do feijoeiro.....	25
5.8.1 Avaliações da eficácia de controle dos apotécios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	28
5.9 Escleródios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> na colheita.....	29
5.10 Produtividade da cultura.....	29
5.11 Análise estatística.....	30
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
6.1 Teste de uniformidade no pivô central.....	31
6.2 Avaliações da eficácia de controle do mofo branco do feijoeiro.....	33
6.3 Avaliações da eficácia de controle dos apotécios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	36

SUMÁRIO

	Página
6.4 Escleródios de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> na colheita	38
6.5 Parâmetros de produtividade.....	40
6.6 Considerações finais	43
7 CONCLUSÕES.....	44
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

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, 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 foi conduzido no delineamento de blocos casualizados com 5 tratamentos: volumes de calda de 55.000 e 110.000 L ha⁻¹ via fungigação, e 120 e 200 L ha⁻¹ no pulverizador automotriz, com 4 repetições de 4 ha cada, sendo 4 deles envolvendo duas aplicações de procimidone (1,2 kg ha⁻¹ cada aplicação), aos 42 dias e aos 52 dias após a semeadura (DAS), e um deles sem aplicação deste produto. O critério adotado em todas as avaliações da severidade da doença foi o da porcentagem das plantas lesionadas 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 metro linear, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso médio de 200 grãos e produtividade. Os valores da AACPD, apotécios aos 42, 49 e 56 DAS, 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. Não foram constatadas diferenças significativas entre as diferentes técnicas de aplicação estudadas em relação ao

parâmetros de produtividade, porém, melhores resultados de controle da doença mofo branco, menor número de apotécios por m² aos 49 e 56 DAS, e menor peso dos escleródios residuais na colheita foram obtidos com a aplicação do fungicida em pivô central.

BEAN WHITE MOLD (*Sclerotinia sclerotiorum*) CONTROL WITH PROCIMIDONE FUNGICIDE APPLIED BY SPRAYER AND FUNGIGATION. Botucatu, 2006. 54p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FÁBIO VENEGAS

Adviser: Prof. Dr. JOÃO CARLOS CURY SAAD

2 – SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the white mold severity (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) of Bary), bean crop production components and yield (*Phaseolus vulgaris* L.), variety Perola, according to the application of procimidone fungicide, 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 kg ha⁻¹ each application, same as, 0.6 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, providing volumes of 55.000 and 110.000 L ha⁻¹, respectively, and the volumes of 120 and 200 L 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 estande), 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, with central pivot.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, fungigation, pesticide application technology.

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, sendo que alguns anos o atendimento à demanda interna de feijão foi quase alcançado (CARDOSO, 1998). A produção total brasileira, na safra 2003/2004 foi de 3.027.900 toneladas, para uma área cultivada com a cultura de 4.257.400 ha, resultando em uma produtividade média para o Brasil de 711 kg ha⁻¹. Já a região Centro Oeste contribuiu com uma produção de 306.000 toneladas, para uma área cultivada de 201.100 ha, obtendo uma produtividade média de 1.521 kg ha⁻¹ (AGRIANUAL, 2005).

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⁻¹ enquanto o potencial produtivo das variedades existentes é superior a 4.000 kg ha⁻¹ (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).

Com a quimigação é possível uma aplicação segura e efetiva da quantidade apropriada de produto, pela qual reduz-se os custos de produção enquanto se protege o operário e o ambiente (LEON NEW, 1990). 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). No Brasil sua importância aumentou bastante, particularmente em áreas de cultivo de feijoeiro no inverno sob irrigação via pivô central (ARAÚJO, et. al., 1996). Os prejuízos econômicos são significativos. Foram registradas perdas de até 85% em algumas regiões do mundo e de 70% em feijoeiro irrigado sob pivô central. Os níveis de severidade da doença são relativos ao número de escleródios no solo, podendo as perdas chegar a 100% (CANTERI, et. al., 1999).

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.

Assim sendo, o presente trabalho teve por objetivos avaliar 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, via fungigação (pivô central) e pulverização convencional (pulverizador automotriz) em condições de cerrado brasileiro.

4 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 - O mofo branco do feijoeiro no Cerrado brasileiro

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, et. al., 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).

O mofo branco causado pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, pertencente à classe dos Ascomicetos, é uma doença limitante à cultura do feijoeiro em todo o mundo. No Brasil, principalmente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás, devido às áreas de expansão do número de pivôs centrais, a sua ocorrência e severidade têm sido crescentes. As perdas ocasionadas pela doença atingem em média 30 %, mas podem alcançar até 100 % se medidas efetivas de controle não forem tomadas (VALE et al., 1997). Em 1990, perdas de 60 % foram observadas na região dos Cerrados em feijoeiro irrigado (NASSER, 1990). O número de sementes por planta é o componente de rendimento mais afetado, seguido do peso das sementes (KERR et al., 1978).

Os sintomas do mofo branco aparecem nas hastes, folhas e vagens. A infecção inicial geralmente ocorre na junção do pecíolo com a haste, cerca de 10 a 15 cm do solo, onde as flores ficam aderidas (TU, 1985). Os tecidos infectados apresentam inicialmente lesões encharcadas, que desenvolvem-se rapidamente, seguidas por um crescimento micelial branco e cotonoso sobre o órgão afetado. Alguns dias após, as folhas murcham e formam-se os escleródios do fungo externa ou internamente aos tecidos atacados. Estes tornam-se secos, leves e quebradiços. As sementes podem ser infectadas, apresentando-se geralmente descoloridas, enrugadas e menores que as normais. Algumas sementes embora com aparência sadia também podem estar infectadas (STEADMAN, 1983.).

A germinação do patógeno e a infecção de caules e vagens são favorecidas por alta umidade associada ao denso dossel e alta população de plantas, espaçamentos estreitos, alta fertilidade, e excesso de irrigação ou chuva principalmente durante o florescimento (BLAD et al., 1978; SCHUARTZ e STEADMAN, 1978).

Os apotécios geralmente formam-se dentro de 4 a 12 semanas, embora alguns isolados raramente ou nunca chegam a produzi-los (PRATT, 1991). A temperatura ótima de acondicionamento dos escleródios de *S. sclerotiorum* para a germinação carpogênica esteve em torno de 8 a 16 °C, quando testados a 4, 8, 16 e 24 °C, sendo o aumento da germinação diretamente proporcional ao aumento no tamanho dos escleródios (DILLARD et al., 1995).

De acordo com Ferraz et al. (1996), solos ricos em matéria orgânica e com maior umidade podem proporcionar melhores condições de formação de apotécios, enquanto que solos com menor frequência de irrigação e a presença de palhada de gramíneas podem reduzir

a formação. Além disso, escleródios mais velhos e provenientes de solos ricos em matéria orgânica são favorecidos na produção dos apotécios.

Os ascósporos de *S. sclerotiorum* são a fonte primária de inóculo e podem sobreviver mais de 7 meses a baixa umidade e germinam a potenciais osmóticos bem baixos. Os escleródios são o principal meio de sobrevivência do fungo e contribuem para a infecção das plantas. Atingem o solo principalmente com a queda. A sobrevivência no solo foi observada por mais de 10 anos, particularmente em condições mais secas, sendo afetada pelas altas temperaturas do solo, umidade e atividades microbianas. Os escleródios não formam apotécios no solo quando encontram-se a profundidades maiores que 5 cm. Os apotécios são produzidos somente em solos saturados por umidade ou próximos da saturação. A germinação dos ascósporos ocorre na presença de alta umidade relativa e temperatura ótima entre 5-10°C, enquanto a temperatura ótima para crescimento micelial está na faixa de 15-25°C (ABAWI e GROGAN, 1975; DOMSCH et al., 1980). *S. sclerotiorum* requer uma fonte exógena de energia para que os ascósporos infectem as folhas, vagens ou hastes. Em feijoeiro, a fonte mais freqüente é a flor, desintegrada dentro de 72 horas (ABAWI e GROGAN, 1975; DOMSCH et al., 1980; STEADMAN, 1983). Muitas flores caídas na superfície do solo ou alojadas em ramificações baixas são invadidas pelo fungo.

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

4.2 – Uniformidade de aplicação de água em Pivô Central

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).

A eficiência de aplicação é a relação entre a quantidade de água infiltrada que está disponível para evapotranspiração e a quantidade de água que foi aplicada pelo equipamento de irrigação. A quantidade de água disponível para evapotranspiração é a lâmina que infiltrou e ficou retida na profundidade efetiva do sistema radicular.

Por sua vez, a eficiência de armazenamento é a relação entre a quantidade de água infiltrada que está disponível para evapotranspiração e a quantidade de água requerida, que é a lâmina requerida para elevar a umidade do solo até a capacidade de campo, na camada correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular. Estas duas eficiências são complementares. A eficiência de aplicação avalia excesso de aplicação porém não avalia deficiência, enquanto a eficiência de armazenamento avalia aplicação deficitária e não avalia desperdício de água.

O sistema de irrigação adequadamente dimensionado e bem conservado deve ter uma elevada uniformidade de aplicação e se for bem manejado, deverá ter elevados valores de eficiência de aplicação e de eficiência de armazenamento de água.

A aplicação de água por um sistema de irrigação, de acordo com Peri et al. (1979) e Walker (1979), é naturalmente desuniforme.

Ring e Heermann (1978) afirmam que é necessário determinar o desempenho de um sistema de irrigação para poder avaliar a uniformidade de distribuição da água, que é uma característica bastante útil para comparar sistemas.

Segundo Barros (1996), a uniformidade de distribuição de água nos sistemas de irrigação por aspersão é influenciada por diversos fatores, tais como: diâmetro do bocal, ângulo do jato, pressão no bocal, rotação, espaçamento entre aspersores, altura do aspersor em relação ao solo ou da cultura, e as condições climáticas, principalmente, velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar. Estes fatores afetam a uniformidade de aplicação devido ao aumento das perdas de água durante a operação do sistema.

Vários coeficientes de uniformidade tem caracterizado a distribuição de água em sistemas de irrigação por aspersão. Christiansen (1942), foi o primeiro pesquisador a estudar a uniformidade de distribuição em aspersão, quantificando-a por um índice estatístico conhecido

como coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC), para o qual utilizou o desvio médio como média de dispersão.

Herman e Hein (1968) afirmam que uma grande diferença de pressão pode causar redução significativa na uniformidade de distribuição de água em sistemas de irrigação por aspersão convencional. Entretanto, no pivô central, a uniformidade da lâmina não só é função da diferença de pressão, mas também do aumento do diâmetro dos bocais dos aspersores à medida que se afasta em relação ao centro da área irrigada.

Segundo a ABNT (1985), outra forma de analisar a distribuição de água é examinando a uniformidade na porção da área irrigada que recebe menos água pela irrigação.

Conforme Davis (1966), o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) deve considerar a parte da área coberta pelos aspersores que fornecem as precipitações mais baixas, isto é, deve-se considerar a média dos 25 % menores valores da precipitação, em relação a média geral.

Tooyamani et al. (1987), ao analisar sistemas de irrigação de pivô central com difusores, constatou alta uniformidade com qualquer difusor, desde que os bocais sejam espaçados adequadamente.

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).

A uniformidade de aplicação em pivô central pode ser melhorada consideravelmente se a redistribuição da água no perfil do solo for considerada (TOOYAMANI et al. 1987). De acordo com Hart et al. (1979), existe uma redistribuição horizontal na camada superficial da água aplicada no solo, ocorrendo um sensível acréscimo da uniformidade da umidade do solo. Segundo Perrens (1984), a intensidade da distribuição de água no solo está relacionada com a textura, tendo obtido, num período de dois dias, aumento na uniformidade de 60 % para 67%, em solos de textura arenosa e de 60 % para 73 % em um solo do tipo areno-siltoso.

Segundo Penaforte et al. (1993), a uniformidade de distribuição e a eficiência de aplicação de água dos sistemas de irrigação por aspersão são importantes parâmetros que expressam a qualidade de irrigação. A determinação desses parâmetros permite verificar se o

sistema atende às características do projeto, possibilitando assim, estabelecer correções que possam melhorar o seu desempenho.

Para Israelsen e Hansen (1962), a eficiência de irrigação indica a adequação com que a lâmina requerida é utilizada, podendo ser medida pela eficiência de aplicação (E_a), eficiência de armazenamento (E_s) e a perda por percolação profunda (P_p).

Hart et al. (1979) concluíram que o desempenho de um sistema de irrigação pode ser plenamente descrito por quatro parâmetros: a fração de água armazenada na zona radicular, a fração do requerimento apropriado, a fração de água distribuída que é absorvida e a razão de água infiltrada que percola abaixo da lâmina de infiltração média. Esses autores, sugeriram limites para os quatro parâmetros por eles definidos, denominados de níveis dos parâmetros da qualidade da irrigação e a partir desses níveis sugerem seis categorias de desempenho da irrigação.

Bernardo (2005), define a eficiência em potencial de aplicação (E_{pa}), como a estimativa da porcentagem total da água aplicada pelo sistema que atinge a superfície do solo e ou das plantas. Esta eficiência expressa as perdas por evaporação e pela deriva ocasionada pelo vento, sendo um parâmetro que relaciona a quantidade de água necessária a cultura com a quantidade de água a ser aplicada pelo sistema.

Ao estimar a eficiência em potencial de aplicação para um pivô de baixa pressão, Santos (1988), observou que para uma mesma velocidade operacional do sistema, quanto maior a temperatura e menor a umidade relativa do ar, maior foi a perda por evaporação e conseqüentemente, menor foi a eficiência. A velocidade média do vento variou entre 0,6 e 2,2 $m\ s^{-1}$, e a umidade relativa do ar entre 60 % e 67 %. Os valores de E_{pa} encontrados variaram para estas condições de 66 a 78 %.

Merriam e Keller (1973), recomendam valores elevados de distribuição de água ($CUC > 88\%$) para culturas de alto valor econômico e com sistema radicular raso, já para o caso de árvores frutíferas e culturas com sistemas radicular profundo, admite-se uniformidade menores ($70\% < CUC < 80\%$).

Santana (2000), avaliando a uniformidade de dois pivôs, encontrou valores de CUC de 89,49 e 87,76 %, após a troca dos difusores, sendo que os mesmos apresentaram faixa adequada para a produção de culturas de alto valor econômico com sistema radicular raso.

Pelas avaliações do equipamento, confirmou-se o desgaste do equipamento em condições de campo.

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.

No Brasil existem cerca de 700.000 ha irrigados via pivô central. Nos EUA, só no Estado de Nebraska há mais de 30.000 equipamentos instalados, sendo 33% dos herbicidas, 24% dos inseticidas e 15% dos fungicidas das culturas plantadas sob irrigação, aplicados com o uso da quimigação, sendo porém as leis de segurança ambiental e humana muito rígidas (SCHIMIDT, 1997). Já em 1983, 43% da área irrigada por aspersão nos EUA sofria a aplicação de algum processo de quimigação, predominando, nessas áreas, o sistema pivô-central (THERADIGILL, 1985).

A uniformidade de distribuição do fungicida é sempre proporcional à uniformidade da distribuição da água pelo sistema de irrigação. Em aplicações aéreas de fungicidas e por aspersão convencional, obtêm-se coeficientes de uniformidade de 70% e 85%, respectivamente. Quando adequadamente calibradas e operadas, aplicações via pivô central podem atingir coeficientes de uniformidade de 90 % (BRITO, 2005).

Segundo Schimidt (2003), a grande maioria dos trabalhos com quimigação citados em literatura foi conduzida com simuladores de pivô ou em pivôs experimentais. Apesar disso, não há normatização de procedimentos para instalação de ensaios de quimigação via pivô central. Cada parcela (seção do pivô) deve ter no seu perímetro distancia suficiente para que não haja contaminação entre tratamentos, sobreposição e perda significativa de área amostrável. O produto injetado leva a partir da base, cerca de cinco minutos para alcançar a extremidade do pivô (com base numa velocidade de água de 2 m s^{-1} na base e raio de 500 m).

4.3 – Fungigação na cultura do feijão

Segundo Threadgill (1985) a aplicação de produtos químicos na lavoura através da água de irrigação é conhecida como quimigação. Dowler et al. (1989), afirmam que os avanços obtidos nos sistemas de irrigação e nos equipamentos de injeção, permitiram a expansão do número de produtos aplicáveis pela água de irrigação como os fertilizantes

(fertição), herbicidas (herbigação), inseticidas (insetigação), fungicidas (fungigação), nematocidas (nematigação), reguladores de crescimento e agentes de controle biológico.

De acordo com Costa et al. (1994), a quimigação consiste em introduzir uma solução no interior da tubulação principal e ou lateral do sistema de irrigação até o ponto extremo de distribuição. É uma técnica praticada há séculos, inicialmente com efluentes líquidos de origem animal e depois com a aplicação de fertilizantes nitrogenados. A partir de 1970 o uso de produtos químicos aplicados via água de irrigação teve seu desenvolvimento acelerado.

A maioria dos inseticidas e fungicidas, muitos herbicidas e a maioria dos agentes de controle biológico precisam ser aplicados na folhagem das plantas. Portanto, o método de irrigação, em muitos casos, impõe restrições ao tipo de produto químico a ser aplicado. Os sistemas de irrigação por aspersão, principalmente o pivô central e os sistemas lineares, são os mais adequados para quimigação, enquanto o gotejamento e a irrigação por superfície têm utilização limitada (THREADGILL, 1991).

Em presença de cultura, a água aplicada pelo sistema de irrigação será redistribuída entre a parte aérea das plantas e o solo. Essa distribuição dependerá de fatores do sistema de irrigação (caracterizados pelo coeficiente de uniformidade e a lâmina aplicada, principalmente), do clima (velocidade do vento e evaporação) e da cultura (espécie, densidade de semeadura e arquitetura de planta, disposição das folhas na planta e ângulo de inserção, e estágio fenológico). Essas observações mostram a importância da cultura na distribuição da água de irrigação e da potencialidade da aplicação de agroquímicos na folhagem das culturas por meio dos sistemas de irrigação.

Em culturas anuais a interceptação aumenta com a idade da cultura devido ao acréscimo da cobertura do solo pelas folhas, com posterior queda no período de maturação. O contrário acontece com a quantidade de água que não é interceptada pela parte aérea (folha e colmo) da planta e chega ao solo (“precipitação interna”), que é inversamente proporcional à idade da cultura (LEOPOLDO et al., 1981).

Pinto e Costa (1986) afirmam que a aplicação de fungicidas via água de irrigação, a fungigação, apresenta vantagens como: economia de mão de obra; boa uniformidade de aplicação; pouco contato do operador com os produtos; possibilidade de uniformidade de aplicação em qualquer fase do ciclo da cultura, com menor dano físico às plantas, pela redução do trânsito de máquinas; maximização da utilização dos equipamentos de irrigação com

menor custo de produção; e melhor cobertura da superfície da planta e do solo, possibilitando a prevenção contra uma gama de patógenos, notadamente doenças causadas por *Botrytis cinera* Pers. Fr. (mofo cinzento), *Rhizoctonia solani* (tombamentos e podridões), *Sclerotinia sclerotiorum* (mofo branco). Apesar de que no Brasil, a fungigação na cultura do feijão é empregada pelos agricultores há alguns anos sem o devido respaldo da pesquisa, onde baseados em suas próprias observações, realizam aplicações de fungicidas, sem o conhecimento dos riscos ambientais e à saúde que a técnica, quando utilizada de maneira inadequada, pode acarretar (CUNHA et al., 1999 e PINTO, 1994).

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^{-1} . 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 e SUMNER, 1999).

McMaster e Douglas (1976), relatam que o alto volume de água aplicada parece causar uma distribuição mais uniforme do produto através de toda a planta, atingindo a parte inferior da folhagem. Essa melhor redistribuição contribui a uma boa efetividade, ainda que seja pequena a concentração do produto na água de irrigação.

Para se obter maior uniformidade de distribuição dos fungicidas aplicados via água, deve-se selecionar as formulações de baixíssima solubilidade em água, pois isso evitará a rápida injeção do produto na tubulação de recalque e de aspersão e auxiliará a uniformidade de distribuição do produto nos aspersores. Os fungicidas devem ser usados, preferencialmente, na mesma dose recomendada para a aplicação convencional (BRITO, 2005).

A cobertura foliar obtida depende da formulação do fungicida, da quantidade de água e da uniformidade da irrigação, sendo a formulação do fungicida o fator mais importante (THE IRRIGATION ASSOCIATION, 2000). A adição de óleos não-emulsionáveis (derivados

de petróleo e vegetais) às formulações comerciais de fungicidas aumenta a sua retenção e redistribuição na cobertura foliar (folhas do ápice, medianas e baixas). A relação do fungicida / óleo mais usada é de 1:1,8. Mais recentemente, alguns fungicidas têm sido formulados em óleo. Se a água apresentar boa qualidade para irrigação, ela também se prestará à fungigação. Recomenda-se uma análise prévia de sua qualidade, no tocante à concentração de sais solúveis, porcentagem de sódio, concentração de boro e concentração de cloro e deve-se evitar as faixas extremas de acidez e alcalinidade. (BRITO, 2005 e PINTO, 1994).

Segundo Fancelli e Dourado Neto (1997), métodos alternativos de aplicação de produtos químicos foram desenvolvidos com o objetivo específico da adequação do volume de calda, embora ainda apresentem custos impraticáveis pelo agricultor. Uma das alternativas é o sistema Notiliada, que tem por objetivo adequar o volume de calda para aplicar a mesma quantidade utilizada na aplicação via trator ou avião. Esse sistema opera de forma acoplada ao pivô central, utilizando-se da mobilidade da torre como meio de deslocamento para a aplicação de calda através de emissores do tipo microaspersor.

No Brasil, em estudo comparativo da eficiência da fungigação realizada via pivô central e o método convencional de aplicação de fungicidas no controle de oídio e mancha-foliar em feijoeiro comum, a fungigação mostrou-se melhor que o método convencional, com maior produtividade e maior peso de sementes, além de menos oídio nas plantas e menos sementes manchadas. De forma similar, no controle de mofo-branco do feijoeiro, os fungicidas utilizados apresentaram mais eficiência no controle desta doença quando aplicados via água de irrigação (BRITO, 2005).

O fungicida epoxiconazol, aplicado via pivô-central, reduziu significativamente a severidade da mancha-angular e da mancha-de-alternária do feijoeiro quando comparado a testemunha experimental (CUNHA et al., 1999). Por outro lado, Sartorato e Rava (1998) constataram que apesar da fungigação reduzir significativamente a severidade da mancha angular do feijoeiro em relação à testemunha experimental, a aplicação convencional mostrou-se mais eficiente no controle da doença. A fungigação superou a testemunha sem controle, mas foi inferior a aplicação aérea e tratorizada convencional, quanto ao controle da mancha angular e produtividade do feijoeiro.

Netto (1990) relata o teste de cinco fungicidas (Cercobin 500 SC, Daconil 500, Dacobre PM, Cerconil SC e Microzol SC) aplicados via água de irrigação (lâmina de 2,9 mm)

e pulverização convencional com volume de água de 233 L ha⁻¹. Foram realizadas duas e três aplicações aos 30 e 45 dias após a emergência e 30, 45 e 65 dias após a emergência das plantas de feijão. Ocorreram duas doenças: antracnose e mancha angular, avaliadas pela porcentagem de incidência na parcela. Foi avaliado o peso total de grãos. Os resultados observados demonstraram que a aplicação de fungicidas pelos dois métodos reduziu a incidência das doenças e que a aplicação de fungicidas via água de irrigação mostrou-se superior à pulverização em todos os tratamentos. Melhores resultados de produção de grãos foram observados com duas aplicações de Cerconil SC e Daconil 500, nas dosagens de 2 L ha⁻¹ e 2,5 L ha⁻¹, respectivamente, via água de irrigação.

Em Jussara, GO, em ensaio realizado com feijão, observou-se maior severidade da doença mancha angular na aplicação dos fungicidas com pivô a 100 % de sua velocidade (4,9 mm de precipitação) do que a 50 % (9,8 mm de precipitação). A mistura dos fungicidas tiofanato metílico + chorothalonil foi o tratamento que apresentou a maior eficiência no controle da doença, diferindo significativamente dos fungicidas trifenil hidróxido estanho, mancozeb e tebuconazole, além da testemunha. Entre os fungicidas testados apenas o mancozeb e o tebuconazole não diferiram significativamente da testemunha. Os autores afirmam que os fungicidas aplicados via água de irrigação foram eficientes no controle da mancha angular do feijoeiro comum (SARTORATO e RAVA, 1998)

Em ensaio conduzido em Guaira, Oliveira et al. (1995), comparando a eficiência da aplicação convencional de fungicidas com a aplicação via pivô central (3,1 mm) no mofo branco do feijoeiro, utilizando os fungicidas benomyl (0,5 kg i.a. ha⁻¹), benomyl + mancozeb (0,5 kg + 1,6 kg i.a. ha⁻¹), benomyl + iprodione (0,5 kg + 0,37 kg i.a. ha⁻¹), iprodione (0,75 kg i.a. ha⁻¹) e tiofanato metílico (1,5 kg i.a. ha⁻¹), observaram que os mesmos apresentaram diferença entre os sistemas de aplicação quanto à incidência e severidade da doença. Dessa forma, a aplicação de fungicidas via água de irrigação é uma técnica viável para o controle do mofo branco em feijoeiro, proporcionando eficiência superior à técnica convencional.

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 m² e em solos com mais de 27 escleródios por m² 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.

Os fungicidas sistêmicos de translocação ascendente na planta apresentam melhor eficiência em fungigação do que os fungicidas de contato (sem mobilidade na planta), pois parte do produto que atinge o solo pode ser absorvido pelas raízes, translocando-se para a parte aérea. O mesmo processo não é observado quando se utilizam fungicidas de contato. Por outro lado, a fração do fungicida de contato que atinge o solo pode controlar os patógenos que aí vivem, como os fungos causadores de podridões em sementes e raízes, e de tombamento de plântulas, e ainda, diminuição de inóculo (BRITO, 2005 ; PINTO, 1994).

Os fungicidas procimidone e fluazinan foram avaliados em uma e duas aplicações (45 e 60 dias após a emergência) via pivô central com lâmina de 6 mm no controle do mofo branco do feijoeiro. Os melhores níveis de redução da doença foram obtidos com duas aplicações dos fungicidas. Todos os tratamentos melhoraram a qualidade sanitária das sementes e reduziram de duas a dez vezes o número de escleródios residuais (BOTELHO e COSTA, 1997).

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 (GASPAROTTO, 1980; VIEIRA, 1994). Segundo Steadman (1983), a eficiência acontece quando há boa cobertura ou proteção das flores.

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 - Local

O experimento foi conduzido na Fazenda Gueno, localizada na Zona Rural do Município de Primavera do Leste, MT, utilizando a cultura do feijão, variedade Pérola, irrigado via Pivô Central.

5.2 - Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos, os quais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos experimentais, Primavera do Leste, MT.2005.

Tratamento	Equipamento de Aplicação	Número de aplicações	Dosagem do fungicida procimidone (kg ha ⁻¹)	Volume de calda (L ha ⁻¹)
1	-----	-----	-----	-----
2	Pivô central	2	1,2	110.000
3	Pivô central	2	1,2	55.000
4	Pulverizador	2	1,2	200
5	Pulverizador	2	1,2	120

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 semeadura em toda a área experimental foi de 0,45 m. O espaçamento entre plantas foi de 0,10 m nas linhas de semeadura.

Nas extremidades de cada parcela experimental (seção do pivô) foram deixados 20 metros, como “divisor de parcelas”, onde não foram realizadas qualquer tipo de avaliação, minimizando a interferência entre tratamentos.

5.3 - Semeadura, adubação e colheita

A semeadura de feijão do experimento, variedade Pérola, ocorreu em 18/02/2005 no espaçamento 0,45 x 0,09 m. A adubação de semeadura constou de 480 kg ha⁻¹ da fórmula 6-16-16. O preparo do solo foi realizado no sistema convencional.

Aos 22 dias após a semeadura (DAS) realizou-se a primeira adubação em cobertura com 80 kg ha⁻¹ de uréia, aos 26 DAS, 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e aos 35 DAS, mais uma cobertura de 80 kg ha⁻¹ de uréia. A colheita mecanizada do experimento ocorreu em 18/05/2005, correspondendo a 89 DAS.

5.4 - Determinação da uniformidade de distribuição de água no Pivô central de irrigação

Em 29/01/2005, 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. Segundo Schimidt (2003), a calibração do equipamento deve ser feita preferencialmente antes de todo o ensaio. Porém, é uma atividade muito trabalhosa e na maioria das vezes a fazenda já possui a informação. Essa calibração deve ser feita de acordo com a Norma NBR 14244.

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° de giro, oferecendo assim, área irrigada de 120 ha. O referido Pivô quando tem seu percentímetro ajustado a 100% da velocidade, aplica lâmina de 5,5 mm de água, com velocidade na última torre de 280 m h⁻¹.

Para coleta das laminas 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. O desnível entre o último coletor da primeira linha e o ponto pivô foi de 15,85 m, e da segunda 14,22 m (declive). 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 m h⁻¹, e lâmina de água de 12,3 mm. Essa lâmina foi adicionada a três coletores para estimar-se o volume evaporado durante o teste. A pressão no início do pivô manteve-se em torno de 5 kgf cm⁻².

A temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento à 1 m de altura foram monitorados dez vezes na ocasião do teste, com o auxílio de termohigrômetro e anemômetro digitais. Os valores médios foram de 24,6°C (temperatura), 64,3% (umidade relativa do ar) e 1,13 m s⁻¹ (velocidade do vento) considerados aceitáveis, conforme a ABNT (1998).

A Norma NBR 14244 foi utilizada para determinar os elementos necessários ao teste e seus procedimentos. Para a expressão dos resultados, o coeficiente de uniformidade do pivô central foi calculado utilizando-se a equação de Christiansen (CUC):

$$CUC = 100. \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - y_n|}{n \cdot y_n} \right] \quad (1)$$

em que:

CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;

y_i = lâmina coletada no pluviômetro i ;

y_n = lâmina média coletada;

n = número de coletores.

A fórmula utilizada para calcular o Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) foi:

$$CUD = \frac{y_{25}}{y_p} \cdot 100 \quad (2)$$

em que:

CUD = coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;

y_{25} = média das menores precipitações correspondentes a 25 % da área.

y_p = média das precipitações correspondentes a 100 % da área.

5.5 – Sistema de injeção de produtos químicos no Pivô Central

Para a injeção do fungicida no pivô central foi utilizada bomba hidráulica do tipo diafragma com capacidade de injeção de 10 a 240 L h⁻¹ acionada pôr motor elétrico marca WEG de 3400 rpm, com potência de 3,0 c.v., calibrada para injetar 71,4 L min⁻¹ da solução contendo o fungicida (em caixas de água domésticas com capacidade de 1000 L) na base do Pivô.

5.6 – Fungicida

O fungicida utilizado no experimento foi o Sialex 500, devidamente registrado junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o controle do mofo branco do feijoeiro, inclusive para a técnica da fungigação. O nome comum desse fungicida é procimidone, sua formulação é do tipo Pó Molhável, pertence ao grupo químico das Dicarboximidas, sua solubilidade em água à 25°C é de 4,5 mg L⁻¹, é sistêmico, e sua classe toxicológica e de periculosidade ambiental é II para ambos. A dose do produto utilizada em todos os tratamentos, foi sempre de 1,2 kg ha⁻¹, equivalente a 0,6 kg i.a. ha⁻¹, também dentro de sua faixa de registro.

5.7 - Aplicações do fungicida

Aos 42 e 52 DAS, 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 kg ha⁻¹ individualizando-se os tratamentos. A água utilizada em todos os tratamentos para aplicação do fungicida apresentou pH de 6,5 na primeira aplicação e 6,4 na segunda.

Operou-se o pivô central a 100% de sua velocidade para proporcionar a lâmina de água de 5,5 mm e a 50% para proporcionar a lâmina de água de 11,0 mm, oferecendo assim os volumes de calda de 55.000 e 110.000 L ha⁻¹, respectivamente.

O pulverizador automotriz utilizado foi o modelo Uniport 2000, marca Jacto, com barra pulverizadora de 21 metros com bocais espaçados de 0,35 m.

Para a aplicação do volume de calda de 200 L ha⁻¹, utilizou-se pontas de pulverização hidráulicas de jato cônico vazio, modelo JA - 4 na pressão de 1103 kpa e velocidade de 16 km h⁻¹. Para a aplicação do volume de calda de 120 L ha⁻¹, utilizou-se as mesmas pontas de pulverização, porém na pressão de 793 kpa e velocidade de 20 km h⁻¹.

A temperatura, Umidade Relativa do ar e a velocidade do vento à 1 m de altura foram monitorados na ocasião das duas aplicações, com o auxílio de termohigrômetro e anemômetro digital, e os valores registrados são apresentados na Tabela 2.

Como a fungigação consome mais tempo, pois depende da velocidade de deslocamento do pivô, optou-se em adotar o valor médio de cinco aferições.

Tabela 2. Épocas, equipamentos, volume de aplicação e condições meteorológicas médias na aplicação do fungicida procimidone, na dosagem de 0,6 kg de i. a. ha⁻¹ na cultura do feijão, variedade Pérola, Primavera do Leste, MT.2005.

Dias após a semeadura (DAS)	Equipamento de Aplicação	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Velocidade do vento (m s ⁻¹), Umidade Relativa do ar (%) e temperatura (°C)
42	Pivô central	110.000	1,44; 54,1 e 27,3
52	Pivô central	110.000	1,26; 53,4 e 25,9
42	Pivô central	55.000	1,23; 56,6 e 26,9
52	Pivô central	55.000	1,54; 51,1 e 25,3
42	Pulverizador	200	1,12; 54,2 e 27,1
52	Pulverizador	200	1,33; 54,3 e 25,5
42	Pulverizador	120	0,62; 54,8 e 26,4
52	Pulverizador	120	1,01; 52,6 e 25,8

A calibração da bomba injetora e do pulverizador automotriz foi realizada de forma independente para cada uma das configurações (combinação das variáveis operacionais). Foi convencionado a aplicação simultânea da fungigação no volume de 110.000 L ha⁻¹ com a pulverização no volume de 200 L ha⁻¹ e a fungigação no volume de 55.000 L ha⁻¹ com o volume de 120 L ha⁻¹ no pulverizador, a fim de se minimizar as variações ambientais.

Desse modo, os diferentes equipamentos de aplicação, aplicaram simultaneamente áreas adjacentes, conforme apresentado nas Figura 1.



Figura 1. Aplicação simultânea do fungicida procimidone com pulverizador automotriz e pivô central nos diferentes tratamentos experimentais.

5.8 - Avaliações da eficiência de controle do mofo branco do feijoeiro

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

A primeira avaliação foi realizada no momento em que os sintomas da doença tornaram-se visíveis (42 DAS), ou seja, presença de apotécios na área e mofo branco em algumas plantas, sendo esse o fator determinante para a primeira aplicação do fungicida. O critério adotado em todas as avaliações foi a da porcentagem das plantas lesionadas utilizando escala diagramática de severidade da doença mofo branco, conforme descrita por Azevedo (1998), e apresentada na Figura 2.

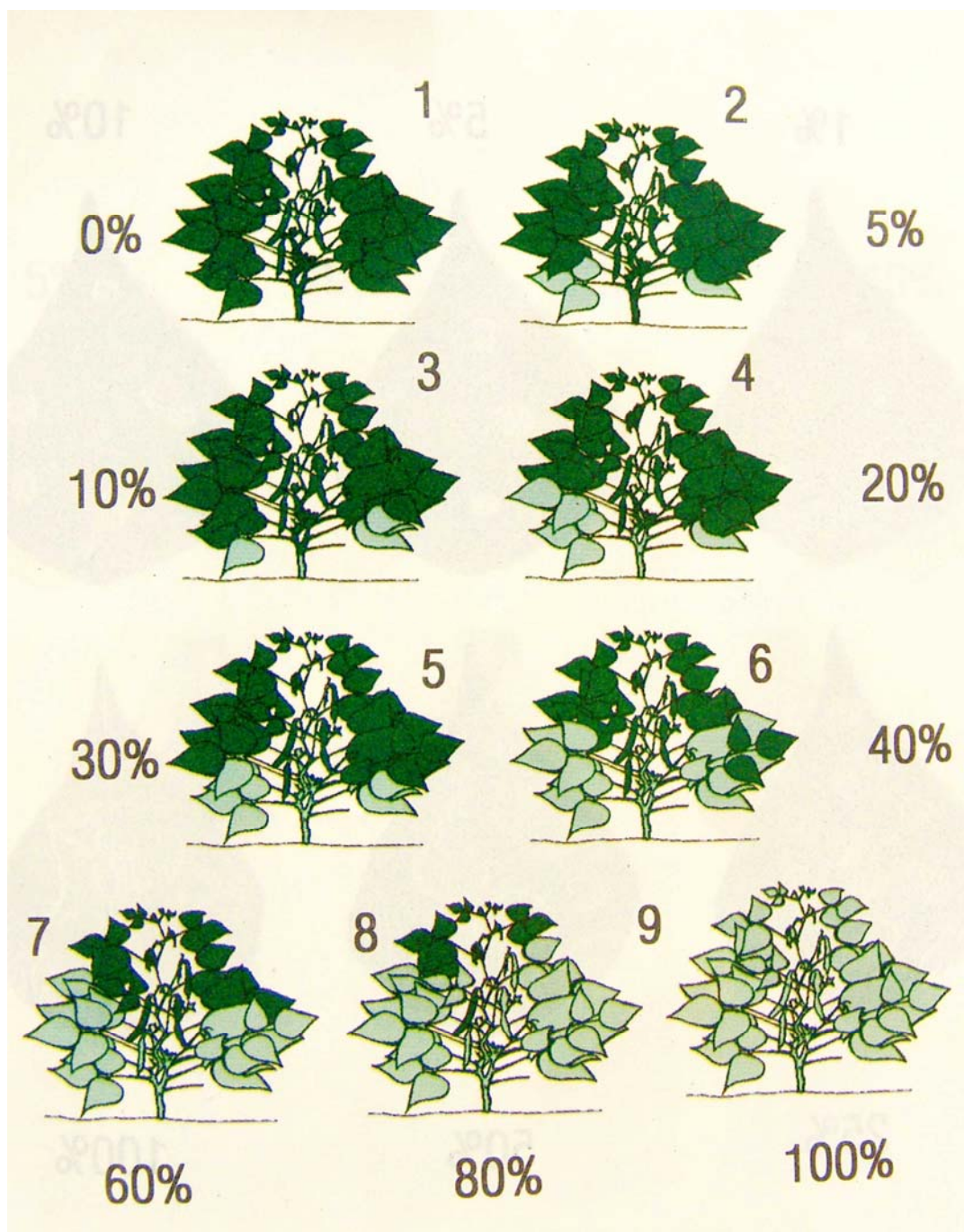


Figura 2. Escala diagramática de severidade da doença mofo branco do feijoeiro, conforme descrita por Azevedo (1998).

A Figura 3 ilustra uma planta de feijão infestada pelo patógeno exibindo os sintomas.



Figura 3. Planta de feijão, var. Pérola, com sintomas da doença causada por *Sclerotinia sclerotiorum*.

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_i = severidade média da doença mofo branco na parcela experimental no tempo t_i ;

n = número de avaliações;

t = data da avaliação;

$(t_{i+1} - t_i)$ = intervalo de tempo (dias) entre duas avaliações consecutivas.

Foram realizadas duas aplicações do fungicida procimidone, na dose fixa de 0,6 kg i.a. ha⁻¹ nos diferentes tratamentos. Evitou-se aplicações de qualquer produto com ação sobre *Sclerotinia sclerotiorum* que pudesse mascarar os resultados, e as plantas pertencentes as testemunhas do experimento não receberam a aplicação de nenhum produto com ação conhecida sobre a doença.

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.

5.8.1 – Avaliações da eficácia de controle dos apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum*

Além da severidade da doença, como descrito anteriormente, também avaliou-se o número de apotécios por m², enquanto esses foram visíveis. As avaliações ocorreram aos 42, 49 e 56 DAS. 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. Procedia-se então a contagem dos apotécios por m².

A Figura 4 ilustra os apotécios no solo.



Figura 4. Apotécios no solo.

5.9 – Esclereródios de *Sclerotinia sclerotiorum* na colheita

Além dos dados referentes a produtividade coletados por acasião da 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.

5.10 - Produtividade da cultura

Aos 89 DAS, 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^{-1}). A contagem do número de plantas por metro (estande 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.

5.11 - Análise estatística

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 DAS, escleródios em 2 kg de solo, produtividade, peso de 200 grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e estande final foram submetidos à análise de variância para o esquema de blocos casualizados (dois equipamentos, pivô central e pulverizador automotriz, dois volumes de aplicação e a testemunha), 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.

6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 – Teste de uniformidade no pivô central

De acordo com Fancelli e Dourado-Neto (1997), além de possibilitar verificar problemas no regulador de pressão ou de entupimento, a avaliação do sistema de irrigação é imprescindível para avaliar a viabilidade da aplicação de produtos químicos via sistema de irrigação, especialmente o pivô central.

Assim, a lâmina média ponderada de água no teste realizado foi de 13,5 mm, a estimada era de 12,3 mm. Esses valores representam a média das duas linhas radiais de coletores analisadas (ABNT, 1998).

A distribuição da lâmina média de água das duas linhas radiais ao longo da tubulação do pivô central pode ser observada na Figura 5.

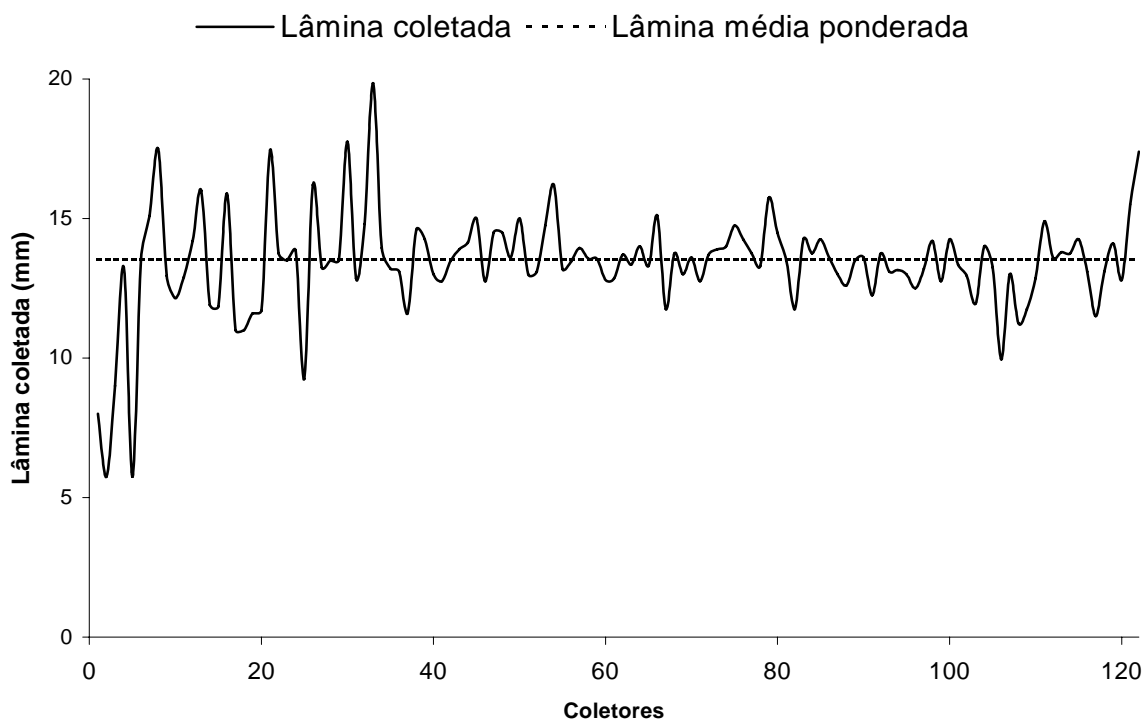


Figura 5. Lâmina média das duas linha radiais, nos 122 coletores utilizados no teste.

Os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) e de Distribuição (CUD) do pivô em estudo foram calculados através das Equações 1 e 2, respectivamente. Os valores encontrados foram de 93,3% para o CUC e 88,4% para o CUD

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% (calculadas pela equação de Christiansen), assim, foi observada uniformidade de aplicação de água classificada como muito boa pela ABNT.

Esses resultados corroboram a afirmação de Ramos e Mantovani (1994) de que devido a elevada uniformidade de aplicação, os sistemas de irrigação pivô central e linear são os de melhor potencial para quimigação. Nesses sistemas, o coeficiente de uniformidade de aplicação atinge valores superiores a 85% e, quando bem dimensionados e operados, esse valor pode ultrapassar 90%. Dessa forma, o pivô central em estudo apresentou perfeitas condições à aplicação de produtos químicos via irrigação.

6.2 - Avaliações da eficácia de controle do mofo branco do feijoeiro

Com os resultados das avaliações da severidade do mofo branco nas plantas de feijão, variedade Pérola, após as aplicações do fungicida na dose fixa de 0,6 kg i.a. ha⁻¹, elaborou-se a curva de progresso de doença, apresentada na Figura 6.

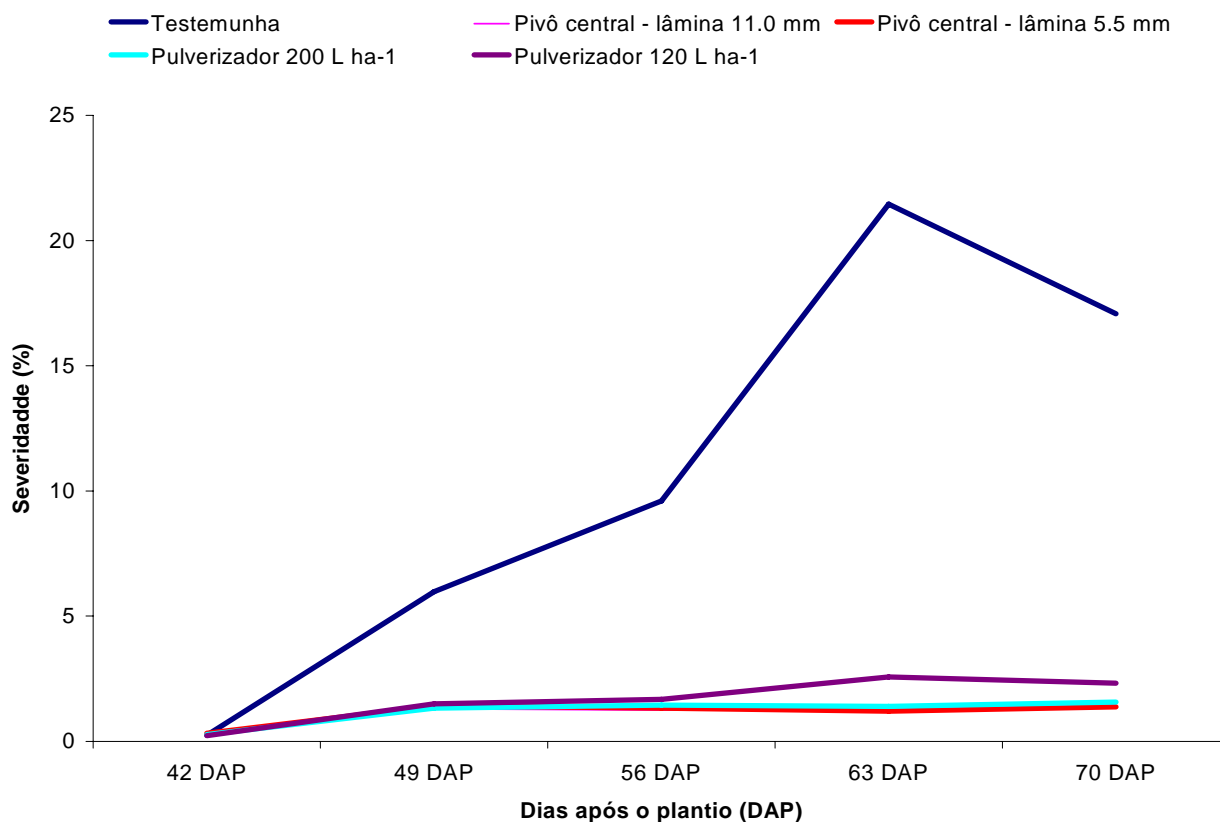


Figura 6. Porcentagem média de plantas da variedade Pérola lesionadas por mofo branco aos 42, 49, 56, 63 e 70 dias após a semeadura (DAS), nos diferentes tratamentos e testemunha.

Os valores médios e o resultado do teste estatístico de comparação da área abaixo da curva de progresso da doença, AACPD, para o mofo branco do feijoeiro, variedade Pérola, na testemunha experimental e após aplicações com procimidone a 110.000 e 55.000 L ha⁻¹ no pivô central e 200 e 120 L ha⁻¹ no pulverizador, em dose fixa de 0,6 kg i.a. ha⁻¹, calculadas através da integração trapezoidal pela Equação 3, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. 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 procimidone a 110.000 e 55.000 L ha⁻¹ no pivô central e 200 e 120 L ha⁻¹ no pulverizador. Primavera do Leste, MT. 2005.

Tratamento	Equipamento de Aplicação	Volume de calda (L ha ⁻¹)	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
D.M.S			19,36
CV (%)			9,11

Equipamento de Aplicação	AACPD média de cada método de aplicação
Pivô Central	33,34 b
Pulverizador	42,44 a
D.M.S	6,09
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 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 aplicações desse fungicida, 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 (Tabela 3).

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 3, 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, entre outros citados no presente estudo) sem essa última informação (CUC), certamente uma das mais importantes. A representatividade desses dados é aumentada com a observação das características meteorológicas durante as aplicações (Tabela 2), absolutamente normais para a região.

Por não haver influência da lâmina de água na prática da fungigação (Tabela 3), a técnica pode ser utilizada de maneira mais flexível, uma vez que velocidade maior no pivô pode ser desejável quando o fator limitante é tempo e o contrário, quando é necessário repor lâmina de água maior às plantas, sem que influencie 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⁻¹). Normalmente, ensaios de campo com a doença utilizam volumes de calda em torno de 1.000 L ha⁻¹, usuais nas regiões Sul e Sudeste, o que é absolutamente inviável para o cerrado onde as lavouras possuem grandes dimensões. Portanto, os resultados encontrados aqui, permitem a utilização de volumes de calda mais reduzidos e adaptados as necessidades dos produtores de Mato Grosso, em que 200 L ha⁻¹ é o máximo praticável. As pontas de pulverização hidráulicas do tipo jato cônico vazio (JA – 4), utilizadas no presente trabalho, podem ser utilizadas nas pulverizações visando o controle da doença, uma vez que proporcionaram bom controle da doença, diferentemente de alguns resultados encontrados na literatura. Oliveira (1998) testou em Ribeirão Preto, SP, o efeito de diferentes volumes de calda e pontas de pulverização no controle do mofo branco, não observando

diferença significativa entre volume (500 e 1.000 L ha⁻¹) e tipo de ponta (cônico, plano e jato plano duplo) de pulverização na severidade da doença, mas houve diferença significativa em relação à produtividade, com a ponta de jato plano duplo sendo melhor que o cone e com o maior volume sendo melhor que o menor.

6.3 - Avaliações da eficácia de controle dos apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum*

Os resultados das avaliações aos 42, 49 e 56 DAS e o teste estatístico de comparação do número médio de apotécios de *S. sclerotiorum* por m² em cada tratamento experimental são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Número médio de apotécios de *S. sclerotiorum* por m² nos diferentes tratamentos, aos 42; 49 e 56 dias após a semeadura (DAS). Primavera do Leste, MT. 2005.

Tratamento	Equipamento de Aplicação	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Apotécios		
			por m ² aos 42 DAS	por m ² aos 49 DAS	por m ² aos 56 DAS
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
D.M.S			1,59	1,61	0,46
CV (%)			20,80	24,31	40,76

Equipamento de Aplicação	Média de apotécios por m ² em cada método de aplicação		
	42 DAS	49 DAS	56 DAS
Pivô Central	3,35 a	1,66 b	0,22 b
Pulverizador	3,41 a	2,74 a	0,43 a
D.M.S		0,99	0,63
CV (%)		25,04	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 4, nota-se que os apotécios do fungo estavam uniformemente distribuídos na área experimental por ocasião da primeira aplicação do fungicida (42 DAS). Esses apotécios são produzidos somente em solos saturados ou com umidade próxima da saturação e favorecidos pela ausência de palhada nas entrelinhas da cultura como ocorre no plantio convencional (ABAWI e GROGAN, 1975; DOMSCH et al., 1980). Sete dias após a primeira aplicação (49 DAS), 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 DAS, 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. Nota-se ainda, a redução do número de apotécios na testemunha experimental (1,23), devido ao fim do ciclo de vida dessas estruturas, que normalmente variam entre 5 a 10 dias, corroborando com as afirmações de Domsch et al. (1980).

Quando é comparada a técnica de aplicação aos 49 e 56 DAS, 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 m², provavelmente pelo grande volume de calda que chega ao solo, onde os apotécios se localizavam.

6.4 – Esclereródios de *Sclerotinia sclerotiorum* na colheita

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 5. As estruturas foram coletadas até 5 cm de profundidade, pois essa é a profundidade limítrofe para a produção dos apotécios (Domsch et al.,1980).

Tabela 5. 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 ⁻¹)	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
D.M.S			0,20
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
D.M.S	0,12
CV (%)	26,08

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

Pela Tabela 5, observa-se que o tratamento que recebeu o fungicida via pulverizador no volume de 120 L ha⁻¹, somente foi superior à testemunha, 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 patógeno é encontrado em várias espécies cultivadas como feijão, tomate, batata, amendoim, soja, algodão, ervilha entre muitas outras, bem como em plantas daninhas (HOMECHIM,

1982). 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^{-1} , 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 conseqüentemente, menor o peso dos escleródios residuais. Outro ponto importante foi a eficácia do fungicida procimidone ($0,6 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$), que no maior volume de calda na aplicação via pulverizador e na aplicação via pivô, reduziu a praticamente um terço o peso dos escleródios quando comparado a testemunha.

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).

6.5 – Parâmetros de produtividade

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 6.

Tabela 6. 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 ⁻¹)	Produtividade de feijão (kg ha ⁻¹)	Peso 200 grãos (g)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Estande (plantas m ⁻¹)
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
D.M.S			221,27	5,88	0,79	0,78	0,62
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 ⁻¹)	Peso de 200 grãos (g)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Estande (plantas m ⁻¹)
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
D.M.S	128,56	3,74	0,54	0,56	0,39
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 houve diferenças significativas entre os valores de produtividade do feijoeiro proveniente das áreas que receberam o fungicida procimidone (na dosagem de 0,6 kg i.a. ha⁻¹), porém houve diferença significativa destes tratamentos em relação a testemunha. Os valores de produtividade não corresponderam aos valores de AACPD apresentados na Tabela 3, pois esperava-se que menores valores de AACPD proporcionassem maior produtividade das plantas. Da análise da Tabela 6, 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), onde o procimidone não proporcionou rendimento maior que a testemunha.

Da observação dos valores do peso de 200 grãos (Tabela 6), 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. Um vagem afetada pela doença, como é ilustrado na Figura 3, é facilmente abortada pela planta reduzindo consideravelmente esse parâmetro nas áreas não tratadas com fungicidas.

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. A redução desse parâmetro produtivo não foi tão crítico, como é relatado em alguns trabalhos como o de KERR et al. (1978).

No estudo do estande 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 6, independentemente do volume de calda utilizado, não são observadas diferenças significativas entre a aplicação do procimidone via pivô central e pulverizador automotriz.

De maneira geral, em todos os parâmetros avaliados nesse estudo, embora na maioria das vezes sem diferenças estatísticas, observa-se tendência do tratamento 5, onde o fungicida foi aplicado via pulverizador no volume de calda de 120 L ha⁻¹, de ser inferior aos demais. Portanto, deve-se evitar baixos volumes de calda no controle dessa doença, onde as gotas ficam mais susceptíveis à evaporação, chegando menos ao terço inferior da cultura, principalmente nas condições ambientais adversas do cerrado.

6.6 – Considerações finais

Ao optar-se pelo pulverizador automotriz, levou-se em consideração, ser esse o equipamento de pulverização convencional para o Estado de Mato Grosso, onde as propriedades são grandes e o referido equipamento propicia viabilidade operacional, pela alta velocidade de deslocamento. A escolha das pontas de pulverização, da série JA, deveu-se também ao seu grande emprego na aplicação de fungicidas para o controle do mofo branco na região. O mesmo motivo foi utilizado na escolha dos volumes de calda de 120 e 200 L ha⁻¹. Embora as aplicações tenham sido realizadas com velocidade e pressão diferentes nos volumes testados, provocando mudanças no tamanho e deposição das gotas, a preocupação sempre foi a de gerar dados práticos para a região, com respaldo científico.

Apesar da recomendação de aplicação de fungicidas para a doença mofo branco do feijoeiro ser sempre preventiva, portanto na ausência da doença, nesse estudo a primeira aplicação nas diferentes técnicas foi realizada em caráter curativo, uma vez que a doença já estava presente na área, o que reforça a eficiência dos métodos de aplicação e eficácia do produto.

Embora na maioria dos parâmetros estudados a fungigação não se diferenciou significativamente da aplicação via pulverizador, principalmente no que se refere a produtividade, merece destaque a redução significativa do peso médio dos escleródios residuais de *S. sclerotiorum* na colheita, o que irá determinar a quantidade de inóculo da doença para a cultura subsequente e influenciará diretamente os níveis de controle obtidos com fungicidas.

7 - 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^2 aos 49 e 56 DAS e menor peso dos escleródios residuais na colheita foram obtidos com a técnica da fungigação;
- b) não houve 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 estande final do feijoeiro;
- c) o fungicida procimidone (Sialex 500 na dose de $0,6 \text{ kg i. a. ha}^{-1}$) foi eficaz no controle do mofo branco do feijoeiro, variedade Pérola, em ambas as técnicas de aplicação.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAWI, G.S.; GROGAN, R.G. Source of primary inoculum and effects of temperature and moisture on infection of beans by *Whetzelinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 65, p. 300-309, 1975.

ABNT. Associação Brasileira de Normas técnicas. Sistema de irrigação por aspersão pivô central, caracterização e desempenho, método de ensaio. **Projeto de norma 12: 02.08-005**. Rio de Janeiro, 1985. 22 p.

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.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. Feijão. São Paulo, 2005.

ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. 1 ed. Piracicaba: Potafos, 1 ed., 1996. 786 p.

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

BARROS, R. M. C. **Uniformidade de distribuição de água do aspersor agropolo modelo NY 30**. 1996. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

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.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 611 P.

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.

BLAD, B.L.; STEADMAN, J.R.; WEISS, A. Canopy structure and irrigation influence white mold disease and microclimate of dry edible beans. **Phytopathology**, v. 68, p.1431-1437, 1978.

BOTELHO, S.A.; COSTA, J.L.S. Efeito da dosagem e número de aplicações de fungicidas via pivô central para o controle do mofo branco do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 30, Poços de Caldas, 1997. **Resumos**. p. 252.

BRITO, R.A.L. **“Pacote tecnológico” dentro d’água (quimigação)**. Disponível em: <<http://www.uesb.br/entomologia/quimigac.htm>> Acesso em 26/09/2005.

CANTERI, G. M. et al. **Principias doenças fúngicas do feijoeiro**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 1999. 178 P.

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, E. F., VIEIRA, R. F., VIANA, P. A. **Quimigação**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1994, 315 p.

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.

CUNHA, J. P A. R. da.; TEIXEIRA, M. M.; VIERIA, R. F. Efeito da lâmina de água na eficiência da fungigação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS: EFICIÊNCIA, ECONOMIA E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE HUMANA E DO AMBIENTE. Jundiaí- SP. 1999. **Anais...** Jundiaí, 1999.

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.

DOWLER, C. C., GASCHO, G.J., YOUNG, J. R. Chemical potential for corn production. **West Lafayette**: Purdue University Cooperative Extension Service, 1989. 8p.

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

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Piracicaba: Publique, 1997. 182 p.

FERRAZ, L.C.L.; CAFÉ FILHO, A.C.; NASSER, L.C.B.; AZEVEDO, J.A. Matéria orgânica, cobertura morta, e outros fatores que influenciam a formação de apotécios de *Sclerotinia sclerotiorum* em solos de cerrado. In: PEREIRA, R.C. & NASSER, L.C.B. ed. Biodiversidade e produtividade sustentável de alimentos e fibras nos cerrados. Simpósio sobre Cerrado, 8, e Proc. Intern. Symp. on Tropical Savannas, 4, Brasília, 1996. **Anais**. EMBRAPA/CPAC. p. 296-301.

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.

HART, W. E.; PERI, G.; SKOGERBOE, G. V irrigation performance: an evaluation. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**. ASCE, New York, n. 105, v. IR3, p. 275-288, 1979.

HERMANN, D. F.; HEIN, P.R. Performance characteristics of self –propeled center-pivo aprinklers irrigation systems. **Transactions of the ASAE**. St Joseph, n.11, v. 1, p. 11-15, 1968.

HOMECHIN, M. Situação atual da ocorrência de podridão de Sclerotinia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.7, n.3, p.476, 1982.

ISRAELSEN, O. W.; HANSEN, V. **Irrigation: principles and practices**. 3 ed. New York: Jhon Wiley & Sons, 1962.

KERR, E.D.; STEADMAN, J.R.; NELSON, L.A. Estimation of white mold disease reduction of yield and yield components of dry edible beans. **Crop Science**, v.18, n.2, p. 275-279, 1978.

LEON NEW, L.I. Introduction: why chemigate? In: LEON NEW, L.; KNUTSON, A.; BEAN, B.W., MORRISON, W.P.; PATRICK, C.D.; HICKEY, M.G.; KAUFMAN, H.W.; LEE, T.; AMOSSON, S.H.; FIPPS, G.; SWEETEN, J. **Chemigation: workbook**. Texas: Agriculture Extension Service, 1990. p. I-1.

LEOPOLDO, P.R.; SOUSA, A.P.; TUACEK FILHO, S. Intercepção da água de chuva em cultura de cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, v.98, p.9-16, 1981.

McMASTER, G. M., DOUGLAS, D. R. Fungicide application through sprinkler irrigation system. **Transaction of the ASAE**, v.19, n.2, p.1041-1044, 1976.

MERRIAN, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1973, n/p.

NASSER, L.C.B.; RESCK, D.V.; CHARCHAR, M.J.D'A. Soil management, 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.

NETTO, A. J. Fungigação. In: FANCELLI, A. L. **A Cultura do feijão irrigado**. 1 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1990. 136 p.

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**. 2000. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitopatologia). - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

OLIVEIRA, S. H. F., RECCO, C. A.; SUGAHARA, E.; OLIVEIRA, D.A. Avaliação comparativa da fungigação e aplicação de fungicidas para controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 249-252, 1995.

PENAFORTE, A. B, et al. Análise de performance de um sistema de irrigação poraspersão convencional, acima e abaixo da superfície do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, Ilhéus-BA, 1993. **Anais...** Ilhéus-Ba, 1993.

PERRENS, S. J. Numerical analysis of soil water unifomity under sprinkler irrigation. **Journal Agricultural engineering Research**. Cambridge, n. 30, p. 23-27, 1984.

PERI, G.; HART. W. E.; NORUM, D. J. optimal irrigation depths – a method of analysis. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**. ASCE, New York, n. 105, v. 184, p. 341-355, 1979.

PINTO, N. F. J. A., COSTA, E. F. Aplicação de fungicida via água de irrigação por aspersão. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, 1985- 1987. Sete lagoas: Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária, 1986. p. 134.

PINTO, N. F. J. A. Fungigação e nematigação. 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. 229-248.

PRATT, R.G.; ROWE, D.E. Differential responses of alfalfa genotypes to stem inoculations with *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. trifoliorum*. **Plant Disease**, v.75, p. 188-191, 1991.

RAMOS, M. M.; MANTOVANI, E. C. Sistemas de irrigação e seus componentes. 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. 41-84.

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.

RING, L.; HEERMANN, J. F. **Determining center-pivot sprinkler uniformities**. Logan: USDA, 1978, n.p. (USDA, paper, 78-20001).

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.

SANTANA, R. C, de. **Influência do redimensionamento hidráulico de precisão na uniformidade de distribuição de água em sistemas de irrigação do tipo pivô central** . 2000. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. Botucatu, 2000.

SANTOS, N. C. **Uniformidade de distribuição e a eficiência potencial de aplicação de água em um sistema de irrigação do tipo pivô central, em condições de cerrado**. Viçosa, 1988. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1988.

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.

SCHIMIDT, W. Quimigação: características, vantagens e desvantagens. In: SEMINÁRIO DE QUIMIGAÇÃO, Barreiras, 1997. **Anais**. São Paulo: DowElanco, 1997. p. 25-34.

SCHIMIDT, W. **Uso de óleos sem surfactantes na aplicação de clorpirifós via insetigação na cultura do milho**. Piracicaba, 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

SCHWARTZ, H.F.; STEADMAN, J.R. Factors affecting sclerotium populations of, and apothecium production of, *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 68, p. 383-386, 1978.

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

THE IRRIGATION ASSOCIATION. Fungigation: Sprinkler application of fungicides for disease control. In: **Chemigation**. Vancouver, 2000. p. 77-78.

THREADGILL, E. D. Chemigation via sprinkler irrigation: current status and future development. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 16-23, 1985.

THREADGILL, E. D. Advances in irrigation, fertigation and chemigation. In: EXPERT CONSULTATION ON FERTIGATION/CHEMIGATION, 1991, Cairo, 1991. **Proceeding...**, FAO, 1991, p. 30-44.

THREADGILL, E. D. Current status and future of chemigation. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMIGATION, 3, 1985, Tifton. **Proceedings...** Tifton: Rural Development Center, 1985., p.1-12.

TOOYAMANI, K. P.; NORUM, D. L.; DUBETZ, S. Application rates and uniformity under center-pivot sprinkler irrigation system using spray nozzles. **Canadian Agricultural Engineering**. Ottawa, n. 29, v. 2, p. 49-54, 1987.

TU, J.C. Tolerance of white bean (*Phaseolus vulgaris*) to white mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) associated with tolerance to oxalic acid. **Physiological Plant Pathology**, v. 26, p. 111-117, 1985.

VALE, F.X.R.; COSTA, H.; ZAMBOLIM, L. Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) - Controle de doenças- doenças da parte aérea causadas por fungos. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Eds). **Controle de doenças de plantas - Grandes culturas**. Viçosa-MG, 1997. v.1.

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.

VIEIRA, R.F., SUMNER, D.R. Application of fungicide to foliage through overhead sprinkler irrigation – a review. **Pesticide Science**, v.55, p.412-422, 1999.

WALKER, W. R. Explicit sprinkler irrigation uniformity: efficient model. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**. ASCE, New York, n. 105, v. 182, p. 129-136, 1979.