

KELLY LANA ARAÚJO

**ESTRATÉGIAS DE CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM DO
FEIJOEIRO NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E
CONVENCIONAL**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitopatologia, para obtenção do
título de “Magister Scientiae”.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005**

KELLY LANA ARAÚJO

ESTRATÉGIAS DE CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM DO
FEIJOEIRO NOS SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E
CONVENCIONAL

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitopatologia, para obtenção do título
de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 28 de março de 2005.

Prof. Laércio Zambolim
(Conselheiro)

Prof. Fabrício Ávila Rodrigues
(Conselheiro)

Prof. José Eustáquio de S. Carneiro

Dr. Trazilbo J. de Paula Júnior

Prof. Francisco Xavier Ribeiro do Vale
(Orientador)

Ao meu pai Sebastião Araújo (em memória)
À minha mãe Maria Auxiliadora Araújo
Às minhas irmãs Teresa e Jaqueline
Ao meu irmão Jean
Aos meus sobrinhos Maitê, Thomaz e Mayla
Ao meu cunhado Waldimir

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tudo.

A toda minha família, pelo apoio e incentivo ao longo da minha vida.

Ao Professor Francisco Xavier Ribeiro do Vale, pela orientação, pelo incentivo, pela amizade, pelo apoio e pela confiança demonstrada durante o desenvolvimento deste trabalho e durante a minha formação acadêmica.

Ao Professor Laércio Zambolim, pela confiança, pelas sugestões e pela oportunidade de realização desta pesquisa, bem como auxílio na conclusão dela.

Ao Professor Fabrício Ávila Rodrigues, pela amizade, pela atenção, pelas sugestões e pelas críticas.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade deste programa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Ao Professor José Eustáquio de S. Carneiro e ao Doutor Trazilbo J. de Paula Júnior, pelas excelentes críticas e sugestões.

Aos funcionários Antônio Joaquim Macabeu e Nivaldo Sérgio Milagres, pela amizade, pela dedicação e pelo trabalho, muitas vezes além do horário de expediente.

À amiga Leonarda, pela amizade, pela confiança, pelo incentivo, pela compreensão e pela paciência.

À amiga Sônia e aos amigos de curso, pela convivência, pela amizade, pelo companheirismo e pelo apoio.

Aos amigos Júlio Barbosa, Lenine, Ana Carolina, Gisele, Mauro e Cristian, pela ajuda nas avaliações dos experimentos.

A todos os funcionários do Departamento de Fitopatologia, pela contribuição na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

KELLY LANA ARAÚJO, filha de Sebastião Araújo e Maria Auxiliadora Araújo, nasceu em Timóteo, Minas Gerais, em 8 de janeiro de 1978.

Iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, em 1998, concluindo-o em março de 2003. Durante a graduação, foi bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Em março de 2003, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Fitopatologia, da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação em 28 de março de 2005.

Conteúdo

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Ferrugem do feijoeiro.....	3
2.2. Sistemas de plantio.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1. Avaliação dos experimentos.....	10
3.1.1. Severidade da ferrugem.....	10
3.1.2. Incidência da ferrugem.....	10
3.1.3. Área foliar.....	11
3.1.4. Peso da matéria seca total.....	11
3.1.5. Produtividade de grãos.....	11
3.1.6. Peso de 1000 grãos.....	12
3.2. Análise estatística.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

RESUMO

ARAÚJO, Kelly Lana, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2005.
Estratégias de controle químico da ferrugem do feijoeiro nos sistemas de plantio direto e convencional. Orientador: Francisco Xavier Ribeiro do Vale. Conselheiros: Laércio Zambolim e Fabrício de Ávila Rodrigues.

Foram conduzidos dois experimentos de campo na estação experimental da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Coimbra, nos períodos de agosto a novembro de 2003 e de 2004. Os objetivos desses ensaios foram avaliar o efeito de diferentes fungicidas no controle da ferrugem do feijoeiro, causada por *Uromyces appendiculatus*, nos sistemas de plantio direto e convencional, bem como a influência desses sistemas de plantio no desenvolvimento e na produtividade do feijoeiro e na incidência e severidade da ferrugem. Nos dois ensaios, adotou-se o delineamento em blocos casualizados, num arranjo fatorial de 2x7, com quatro repetições, no primeiro ensaio, e três repetições no segundo. Os fatores estudados foram: duas épocas de aplicação dos fungicidas, dois sistemas de plantio, direto e convencional, e três fungicidas, mais uma testemunha. No primeiro ensaio, os fungicidas e o calendário de aplicação foram: 1) sem aplicação de fungicida; 2) uma aplicação de metiram + pyraclostrobin aos 42 dias após emergência (DAP); 3) duas aplicações de metiram + pyraclostrobin aos 42 e 55 DAP; 4) uma aplicação de trifloxystrobin + propiconazol aos 42

DAP; 5) duas aplicações de trifloxystrobin + propiconazol aos 42 e 55 DAP; 6) uma aplicação de pyraclostrobin aos 42 DAP; 7) duas aplicações de pyraclostrobin aos 42 e 55 DAP. No segundo ensaio, os tratamentos foram assim constituídos: 1) sem aplicação de fungicida; 2) uma aplicação de metiram + pyraclostrobin aos 64 DAP; 3) duas aplicações de metiram + pyraclostrobin aos 64 e aos 73 DAP; 4) uma aplicação de tebuconazole + trifloxystrobin aos 64 DAP; 5) duas aplicações de tebuconazole + trifloxystrobin aos 64 e 73 DAP; 6) uma aplicação de pyraclostrobin aos 64 DAP; 7) duas aplicações de pyraclostrobin aos 64 e 73 DAP. Os fungicidas metiram + pyraclostrobin, aplicados aos 42 e 55 DAP, e pyraclostrobin com uma (42 DAP) e duas aplicações (42 e 55 DAP) reduziram significativamente a severidade da doença. No segundo ensaio, todos os fungicidas testados, com uma e duas aplicações, reduziram significativamente a severidade e a incidência da ferrugem em relação à testemunha. Não houve influência dos sistemas de plantio na severidade da doença. A incidência da ferrugem foi maior nas plantas de feijoeiro cultivadas no sistema de plantio convencional. A produtividade, a área foliar, o número de vagens por planta e o peso do grão seco das plantas de feijoeiro cultivadas no sistema de plantio direto foram superiores aos das plantas do sistema de plantio convencional.

ABSTRACT

ARAÚJO, Kelly Lana, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March of 2005.
Strategies of chemical control of the bean rust in the no tillage and conventional tillage systems. Adviser: Francisco Xavier Ribeiro do Vale.
Committee Members: Laércio Zambolim and Fabrício de Ávila Rodrigues.

Two field experiments were led in the experimental station of the Universidade Federal de Viçosa, located in the municipal district of Coimbra, in the periods of August to November of 2003 and 2004. The objectives of these fields were evaluated the effect of different fungicides in the control of bean rust, caused by *Uromyces appendiculatus*, in the no tillage and conventional tillage systems. As well as the influence of those planting systems in the development and in the productivity of the bean plant and in the incidence and severity of the rust. In the two fields, the delineament was adopted in randomized blocks, in a factorial arrangement of 2x7, with four repetitions, in the first field, and three repetitions in the second. The studied factors were: two times of application of the fungicides, two systems of tillage, no tillage and conventional, and three fungicides, one more witness. In the first field, the fungicides and the application calendar were: 1) without fungicide application; 2) one application of metiram + pyraclostrobin to 42 days after emergence (DAE); 3) two applications of metiram + pyraclostrobin to the 42 and 55 DAE; 4) one application of trifloxystrobin + propiconazol to 42 DAE; 5) two applications of trifloxystrobin + propiconazol to the 42 and 55 DAE; 6) one

application of pyraclostrobin to 42 DAE; 7) two applications of pyraclostrobin to the 42 and 55 DAE. In the second field, the treatments were constituted like this: 1) without fungicide application; 2) one application of metiram + pyraclostrobin to 64 DAP; 3) two applications of metiram + pyraclostrobin to the 64 and 73 DAE; 4) one application of tebuconazole + trifloxystrobin 64 DAE; 5) two applications of tebuconazole + trifloxystrobin to the 64 and 73 DAP; 6) one application of pyraclostrobin to 64 DAE; 7) two applications of pyraclostrobin to the 64 and 73 DAE. The fungicides metiram + pyraclostrobin, applied to the 42 and 55 DAE and pyraclostrobin with one (42 DAE) and two applications (42 and 55 DAE), reduced the severity of the disease significantly. In the second field all the tested fungicides, with an and two applications, they reduced the severity and the incidence of the rust significantly in relation to the witness. There was not influences of the tillage systems in the severity of the rust. The incidence of the disease was larger in the bean plants cultivated in the system of conventional tillage. The productivity, the leaf area, the number of beans for plant and the weight of the dry grain of the bean plants cultivated in the no tillage system planting were superior of the conventional planting.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado em três épocas distintas, que compreendem o plantio das “águas”, realizado nos meses de outubro a novembro, da “seca”, de fevereiro a abril, e de inverno, de abril a agosto (Vieira et al., 1998). Na safra de 2002/2003, o plantio das águas representou cerca de 56% da área e 48% da produção total do país; o plantio das secas compreendeu aproximadamente 37% da área e 36,4% da produção; e o plantio de inverno participou com pouco mais de 5% da área e 13% da produção (IBGE, 2005).

As maiores produtividades da cultura são alcançadas nos cultivos de inverno, praticados por médios e grandes produtores. Na safra de 2003, no cultivo do feijoeiro de inverno irrigado, a produtividade da cultura foi de cerca de 2.123 kg ha⁻¹, enquanto que a produtividade média na safra da “seca” e das “águas” foi de aproximadamente 797 e 690 kg ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2005).

Uma alternativa para o cultivo do feijoeiro, visando aumentar a produtividade e a sustentabilidade da cultura, é a adoção do sistema de plantio direto na palha. Esse sistema de plantio, introduzido no Brasil na década de 70, na Região Sul, vem se expandindo muito em área cultivada. Nos dias atuais, é observado em praticamente todas as regiões do País. Segundo estimativas da Federação Brasileira de Plantio Direto (FEBRAPDP, 2005), em 2003/2004, aproximadamente 21,8 milhões de hectares do território brasileiro foram cultivados no sistema de plantio direto, cerca de 7% a mais que em 2002/2003.

A manutenção dos restos culturais na superfície do solo é a base do plantio direto e contribui para: reduzir as perdas de solo e de água pela erosão; proteger o solo contra a compactação; aumentar a capacidade de infiltração da água no solo, minimizando os escoamentos superficiais; manter a umidade do solo por períodos mais prolongados, por causa da redução na evaporação; aumentar a matéria orgânica no perfil do solo, melhorando a capacidade de troca catiônica e a estrutura física do solo; criar ambiente favorável aos processos biológicos; aumentar a disponibilidade de nutrientes; e ajudar no controle de plantas invasoras (Saturnino e Landers, 1997).

Dentre as doenças que atingem a cultura do feijoeiro no Brasil, a ferrugem causada pelo fungo *Uromyces appendiculatus*, é uma das mais importantes, podendo ser considerada como um fator limitante na obtenção de elevadas produtividades, especialmente nos plantios de outono-inverno e de inverno (Paula Jr. et al., 2004).

O controle da ferrugem é feito, normalmente, por meio do uso de variedades resistentes e do controle químico, para reduzir o inóculo inicial e, ou, o progresso da doença, e da rotação de culturas, visando reduzir o inóculo inicial (Zambolim et al., 1982). A combinação desses métodos é importante para estabelecer proteção estável e duradoura contra o patógeno. Vários fungicidas são registrados para o controle da ferrugem (AGROFIT, 2005). No entanto, pesquisas a respeito do manejo integrado dessa doença em sistema de plantio direto necessitam ser conduzidas.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do controle químico da ferrugem do feijoeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. Os objetivos específicos foram: 1) estudar o efeito de quatro fungicidas, com uma e duas aplicações, no controle da ferrugem do feijoeiro; e 2) avaliar os efeitos dos sistemas de plantio direto e convencional na incidência e severidade da ferrugem e no desenvolvimento e na produtividade do feijoeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ferrugem do feijoeiro

A ferrugem do feijoeiro é causada pelo fungo *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Ung. [sin.: *Uromyces phaseoli* (Pers. Wint.)], pertencente à classe Basidiomycetes, ordem Uredinales e família Pucciniaceae (Alexopoulos et al., 1996).

Uromyces appendiculatus é um parasita obrigatório (biotrófico) de ciclo completo, apresentando todas as fases, ou seja, pícnio, écio, urédio e télio, em um só hospedeiro (ferrugem autóica macrocíclica) (Groth e Mogen, 1978).

As plantas afetadas por esse fungo apresentam redução no crescimento e na área foliar verde (Silva, 1997). Esse mesmo autor observou redução da área foliar verde em 0,5%, em decorrência das lesões, e do crescimento das plantas em 18%. Nas folhas com ferrugem, ocorre redução da assimilação líquida de CO₂ (Bassanezi et al., 2001a), da taxa fotossintética (Jesus Junior et al., 2001; Bassanezi et al., 2001b; Lopes e Berger, 2001), o que acarreta diminuição na produção do feijoeiro (Jesus Junior et al., 2001). A queda prematura das folhas não tem sido relatada na literatura (Silva, 1997; Coelho, 2000; Jesus Junior et al., 2001; Bassanezi et al., 2001a).

Várias pesquisas mostram a eficácia de fungicidas no controle da ferrugem do feijoeiro, como carboxin (Zambolim e Chaves, 1978), oxycarboxin (Zambolim e Chaves, 1978; Rodrigues, 1984; Vieira et al., 1998), mancozeb

(Sartorato et al., 1983; Rodrigues et al., 1999), triforine (Rodrigues, 1984), bitertanol (Rodrigues, 1984; Santini, 1989) e etiltrianol (Santini, 1989). De acordo com Pinto e Costa (1999), os fungicidas bitertanol, mancozeb e benomil, aplicados via água de irrigação por aspersão (fungigação), apresentaram efeito significativo no controle da ferrugem. Nesse trabalho, o fungicida bitertanol foi o mais eficiente no controle da doença, diferindo significativamente dos demais produtos, e mancozeb e benomil apresentaram controle intermediário, não diferindo os resultados significativamente entre si.

Ao estudar o controle químico da ferrugem e da mancha-angular do feijoeiro, BHAT (2002) constatou que o produto hexaconazole (0,1%), aplicado 30 dias após o plantio e em intervalos de 15 dias, proporcionou melhores resultados no controle da ferrugem. Segundo esse mesmo autor, propiconazole, benomil, hexaconazole e carbendazim apresentaram melhores efeitos sobre a mancha-angular.

O inseticida cartap apresentou ação preventiva, curativa e erradicante sobre a ferrugem do feijoeiro (Ito et al., 1996). Esses autores demonstraram que somente o inseticida cartap, aplicado quando os urediniosporos estavam maduros e marrons, controlou a ferrugem. Efeito do cartap na ferrugem também foi demonstrado por Vieira et al. (1998).

Estudos com fungicidas do grupo das estrobirulinas, principalmente azoxystrobin, também têm mostrado efeito significativo do controle da ferrugem com fungicidas (Juliatti et al., 1998 e 2001).

2.2. Sistemas de plantio

O termo plantio direto tem sido adotado para definir a prática de semeadura que visa movimentar o mínimo possível o solo, mantendo praticamente intactos os resíduos das culturas anteriores na superfície do solo (Gassen e Gassen, 1996). No plantio direto, não há revolvimento da terra, por não serem feitas aração, gradagem e escarificação, como é feito, normalmente, antes do plantio, no sistema de preparo convencional (Saturnino e Landers, 1997).

O sistema de plantio direto apesar de introduzido no Brasil no início da década de 1970, na Região Sul do País, passou a ser adotado amplamente apenas na década de 90 (Gassen e Gassen, 1996), contudo em 1995 já atingia uma área de 4,5 milhões de hectares (Pereira, 1997). A evolução do plantio direto na palha ganhou impulso com o desenvolvimento de herbicidas sistêmicos, não-seletivos e seletivos, bem como com a melhoria das semeadoras (Saturnino e Landers, 1997).

O sistema de preparo convencional do solo tem se caracterizado pelo uso intensivo de arados e grades de discos, e o uso inadequado desses equipamentos tem causado a pulverização da camada arável e a compactação da cama subsuperficial do solo (Freitas, 1992). Segundo Stone e Silveira (1999), o preparo do solo com grade aradora proporcionou compactação do solo nas camadas de 10 a 24 cm de profundidade; já no sistema de plantio direto, a resistência do solo foi maior, ocorrendo compactação na faixa de 15 a 22 cm. Os autores afirmaram que a compactação do solo devida ao uso continuado da grade aradora está relacionada ao fato de as operações de preparo do solo sempre atingirem a mesma profundidade. Solos sob plantio direto, nas camadas superficiais do perfil, principalmente de 0 a 10 cm de profundidade, apresentam maiores valores de densidade em relação àqueles preparados convencionalmente, decorrentes do não-revolvimento do solo e da não-movimentação de máquinas e implementos agrícolas (Urchei, 1996).

Com relação à disponibilidade de água, o sistema de plantio direto proporciona maior retenção de água nas camadas superficiais de solo (Urchei, 1996; Stone e Silveira, 1999). A retenção da água leva à diminuição da macroporosidade e ao aumento da microporosidade provocada pelo não-revolvimento do solo (Urchei, 1996). Meireles et al. (2003), comparando o risco de plantio de feijoeiro na época da seca, ocorrendo nos meses de janeiro e fevereiro, no estado de Goiás, observou que a utilização do sistema de plantio direto prolongou o período favorável à sementeira e aumentou as áreas de menor risco climático, isto é, diminuiu o risco de déficit hídrico no período da floração e do enchimento dos grãos. De acordo com esses autores, no sistema de plantio direto, ocorre maior infiltração de água no solo e menor perda por escoamento em relação ao sistema de plantio convencional.

As características químicas dos solos também são influenciadas pelos sistemas de plantio. No sistema de plantio direto, ocorre acúmulo de fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas camadas superficiais do solo, indicando efeito residual prolongado dos restos culturais (Alvarenga, 1996). Urchei (1996) constatou que nesse sistema houve aumento dos teores de P, K, Mg e Ca, da soma de bases, da capacidade de troca catiônica e da saturação de bases em 600, 30, 143, 196, 135, 34 e 71%, respectivamente, em relação ao sistema de plantio convencional. O acúmulo de matéria orgânica também é evidente nos solos sob plantio direto (Balota et al., 1998; Urchei, 1996),

Nos sistemas de plantio direto, ocorre menor infestação de plantas daninhas (Zaffaroni et al., 1991; Urchei et al., 2000; Alimán, 2001; Cobucci, 2001; Jakelaitis et al., 2003a,b) e, em longo prazo, maior incremento de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana no solo (Balota et al., 1998).

O sistema de plantio direto, devido às melhorias nas propriedades químicas, físicas e microbiológicas dos solos, tem proporcionado aumento na produtividade das plantas. Urchei (1996), estudando o efeito do plantio direto e do convencional no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro, observou maior produção de grãos nas plantas cultivadas em plantio direto. Aumento na produtividade do feijoeiro nesse sistema também foi relatado por Gentil (1995) e Stone e Silveira (1999).

No sistema de plantio direto ocorrem alterações no solo e no microclima, o que afeta direta ou indiretamente a incidência e a severidade das doenças. Os fungos fitopatogênicos mais comumente encontrados em áreas com feijoeiro irrigado em plantio direto são *Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Phaeoisariopsis griseola*, *Colletotrichum lindemuthianum* e *Uromyces appendiculatus* (Paula Jr. et al., 2004).

Os patógenos que sobrevivem apenas em tecidos vivos (biotróficos), como os agentes causais das ferrugens, possuem como principal mecanismo de sobrevivência o parasitismo em plantas voluntárias hospedeiras. Portanto, as fontes de inóculo são mais abundantes no plantio direto, pois nesse sistema é maior população de plantas voluntárias hospedeiras desses patógenos (Zambolim et al., 2001). No entanto, a limitação do emprego do plantio direto

com relação à sanidade das culturas não deve ser atribuída à manutenção dos restos culturais infectados na superfície do solo, mas sim ao uso da monocultura (Zambolim et al., 2001). Assim, a sanidade da cultura deve ser mantida pelo emprego de rotação de culturas, ou seja, o feijão não deve ser cultivado na mesma área por um período de no mínimo 18 meses, para que os restos culturais sejam decompostos. Assim, o inóculo dos patógenos também é eliminado ou drasticamente reduzido (Paula Jr. et al., 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos nos períodos de agosto a novembro de 2003 e de 2004, na estação experimental da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Coimbra, Minas Gerais, a 20°49' de latitude sul, 42°45' de longitude oeste e 721 metros de altitude.

Os ensaios foram conduzidos numa área irrigada com sistema tipo pivô central, dividida em duas subáreas, uma com plantio direto e outra com plantio convencional. O sistema de plantio direto foi adotado na área a partir de 1997. As culturas anteriormente exploradas foram o milho, na safra, e o feijão, na entressafra.

A área com plantio direto recebeu uma aplicação de Glifosato ($6,5 \text{ L ha}^{-1}$), para a dessecação dos restos culturais remanescentes da cultura anterior e o controle das plantas daninhas. O preparo do solo no sistema convencional foi feito com uma aração a 25 cm de profundidade e posteriormente foram realizadas duas gradagens para nivelamento e uniformização de terreno.

A semeadura foi feita mecanicamente, deixando-se 13 sementes por metro. No primeiro ensaio, utilizou-se a cultivar Talismã, do grupo Carioca, e no segundo, a linhagem VR6, do grupo vermelho, que está em processo de recomendação para o Estado de Minas Gerais.

No primeiro ensaio, a adubação de plantio foi de 400 kg ha^{-1} da fórmula 8-28-16 (NPK). Na adubação de cobertura, foram utilizados 80 g ha^{-1} de molibdênio, trinta e três dias após o plantio (DAP), e 50 kg ha^{-1} de nitrogênio na

forma de sulfato de amônio, aos 30 DAP. No segundo experimento, a adubação de plantio foi de 350 kg ha⁻¹ do adubo formulado 8-28-16, e para cobertura foram utilizados 60 g de Mo ha⁻¹, aos 34 DAP, e 40 kg ha⁻¹ nitrogênio na forma de sulfato de amônio, aos 36 DAP. As adubações foram as mesmas nos sistemas de plantio direto e convencional.

As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de oito metros de comprimento cada, espaçadas de 0,45 m, totalizando 14,4 m² de área.

O controle de plantas daninhas que surgiram durante o ciclo da cultura foi feito com uma aplicação de Fluazifop-p-butil + fomesafen (produto comercial Robust na dose de 0,5 L ha⁻¹) em mistura com bentazon (produto comercial Basagran na dose de 7 L ha⁻¹). O herbicida foi aplicado tanto no plantio direto quanto no convencional.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, obedecendo-se a um arranjo fatorial de 2x7, com quatro repetições no primeiro ensaio e três no segundo. Os fatores estudados foram: dois sistemas de plantio – direto e convencional – e sete sistemas de controle. Os sistemas de controle foram constituídos de três fungicidas, com uma e duas aplicações, mais uma testemunha.

No primeiro ensaio, os fungicidas e o calendário de aplicação foram: 1) sem aplicação de fungicida; 2) uma aplicação de metiram + pyraclostrobin (1,5 kg ha⁻¹) aos 42 DAP; 3) duas aplicações de metiram + pyraclostrobin (1,5 kg ha⁻¹) aos 42 e 55 DAP; 4) uma aplicação de trifloxystrobin + propiconazol (0,6 L ha⁻¹) aos 42 DAP; 5) duas aplicações de trifloxystrobin + propiconazol (0,6 L ha⁻¹) aos 42 e 55 DAP; 6) uma aplicação de pyraclostrobin (0,3 L ha⁻¹) aos 42 DAP; e 7) duas aplicações de pyraclostrobin (0,3 L ha⁻¹) aos 42 e 55 DAP.

No segundo ensaio, os tratamentos foram assim constituídos: 1) sem aplicação de fungicida; 2) uma aplicação de metiram + pyraclostrobin (1,5 kg ha⁻¹) aos 64 DAP; 3) duas aplicações de metiram + pyraclostrobin (1,5 kg ha⁻¹) aos 64 e aos 73 DAP; 4) uma aplicação de tebuconazole + trifloxystrobin (1,5 kg ha⁻¹) os 64 DAP; 5) duas aplicações de tebuconazole + trifloxystrobin (1,5 kg ha⁻¹) aos 64 e 73 DAP; 6) uma aplicação de pyraclostrobin (0,3 L ha⁻¹) aos 64 DAP; e 7) duas aplicações de pyraclostrobin (0,3 L ha⁻¹) aos 64 e 73 DAP.

3.1. Avaliação dos experimentos

3.1.1. Severidade da ferrugem

A severidade da ferrugem foi quantificada, visualmente, em cada parcela, com o auxílio de uma escala diagramática proposta por Godoy et al. (1997), em cinco plantas colhidas aleatoriamente. Considerou-se a severidade média da ferrugem, em cada parcela, como a média da severidade de todas as plantas avaliadas. O valor da área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF) para cada parcela foi calculado de acordo com Shaner e Finney (1977):

$$\text{AACPF} = \sum_{i=1}^{n-1} [(X_i + X_{i+1})/2](t_{i+1} - t_i)$$

em que n é o número de avaliações, X é a severidade da doença em porcentagem e $t_{i+1} - t_i$ é o intervalo entre duas avaliações.

3.1.2. Incidência da ferrugem

A incidência foi determinada pela porcentagem de trifólios com sintomas de ferrugem, nas mesmas plantas nas quais se quantificou a severidade. A área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem (AACPIF) foi calculada também de acordo com Shaner e Finney (1977):

$$\text{AACPIF} = \sum_{i=1}^{n-1} [(I_i + I_{i+1})/2](t_{i+1} - t_i)$$

em que n é o número de avaliações, I é a porcentagem de trifólios com ferrugem em porcentagem e $t_{i+1} - t_i$ é o intervalo entre duas avaliações.

3.1.3. Área foliar

Depois de quantificadas a severidade e a incidência, determinou-se a área foliar, expressa em cm^2 , de todas as plantas colhidas, por meio de um medidor de área foliar LI-COR, modelo LI 3000. Posteriormente, foi calculada a área abaixo da curva de progresso da área foliar (AACPAF), de acordo com Shaner e Finney (1977):

$$\text{AACPAF} = \sum_{i=1}^{n-1} [(AF_i + AF_{i+1})/2](t_{i+1} - t_i)$$

em que, n é o número de avaliações, AF é a área foliar em cm^2 e $t_{i+1} - t_i$ é o intervalo entre duas avaliações.

3.1.4. Peso da matéria seca total

O peso da matéria seca das plantas de cada parcela foi determinado pela soma do peso do caule, da vagem e das folhas de todas as plantas colhidas, depois de secos em estufa com ventilação forçada a $70\text{ }^\circ\text{C}$, por 72 horas. No segundo ensaio, na última coleta de plantas, foi determinado o peso dos grãos secos e o número de vagens por planta.

3.1.5. Produtividade de grãos

A colheita das plantas de feijoeiro foi realizada manualmente, retirando-se todas as plantas das duas linhas centrais de cada parcela. As linhas de plantas foram distanciadas $0,45\text{ cm}$ entre si, com 8 m de comprimento, totalizando $7,20\text{ m}^2$ de área de coleta de plantas. Após a colheita, foram contadas as plantas existentes nas parcelas e, em seguida, realizada a debulha mecanizada delas. A produtividade de grãos foi calculada pesando-se o total de grãos colhidos de cada parcela.

3.1.6. Peso de 1.000 grãos

Foram separados 1.000 grãos do total de grãos colhidos em cada parcela e pesados em balança de precisão.

3.2. Análise estatística

Os dados das variáveis AACPIF, AACPF e AACPAF, da produção e dos componentes primários de produção foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os componentes primários de produção avaliados foram o peso de 1.000 grãos, o número de vagens por planta e o peso do grão seco. As análises foram feitas utilizando-se o programa ESTAT (Sistema para análises estatísticas, v. 2.0), desenvolvido pelo Polo Computacional do Departamento de Ciências Exatas da Universidade do Estado de São Paulo (UNESP). A correlação entre alguns componentes de produção com as variáveis AACPIF e AACPF foi analisada com o auxílio do programa SAEG (Sistema de Análise Estatística e Genética), desenvolvido pelo Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de progresso da incidência e da severidade da ferrugem estão representadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Observou-se maior porcentagem de trifólios e de área foliar com ferrugem no segundo ensaio. Os valores máximos de incidência e de severidade da ferrugem foram, respectivamente, de 66 e 0,88%, no primeiro ensaio, e de 84 e 1,58% no segundo.

As temperaturas e umidades relativas (média do dia), nos dois experimentos, estão representadas nos Apêndices 1 e 2. No primeiro experimento, as temperaturas variaram de 15 a 26 °C e a umidade relativa, de 53 a 100%. No segundo, as faixas de temperatura e umidade relativa foram, respectivamente, 16 a 25 °C e 59 a 100%.

Temperatura na faixa de 9 a 27 °C (Bassanezi et al., 1997) e umidade relativa acima de 95%, de 10 a 18 dias (Vale et al., 1997), são os fatores mais importantes para a ocorrência da ferrugem do feijoeiro. No entanto, Coelho et al. (2003), estudando as condições climáticas que favorecem a ferrugem do feijoeiro, observaram que, no plantio das águas, realizado no período de outubro a dezembro, o progresso da ferrugem foi prejudicado pelas condições climáticas. Segundo esses autores, o maior número de horas com temperaturas na faixa de 21 a 26 °C foi desfavorável ao desenvolvimento da doença.

A análise de variância do primeiro ensaio (Apêndice 3) mostra diferença estatisticamente significativa ($P = 0,05$) entre os efeitos dos sistemas de

controle na área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF), mas sem efeito significativo na área abaixo da curva de progresso da incidência de ferrugem (AACPIF). Para os sistemas de cultivo, houve diferença estatística ($P < 0,05$) apenas em AACPIF.

No segundo ensaio, a análise de variância da AACPIF mostra diferença significativa ($P < 0,01$) para os efeitos dos sistemas de controle e de plantio. Os sistemas de controle influenciaram significativamente ($P < 0,01$) a AACPF e não houve diferença significativa entre AACPF e sistemas de plantio (Apêndice 4).

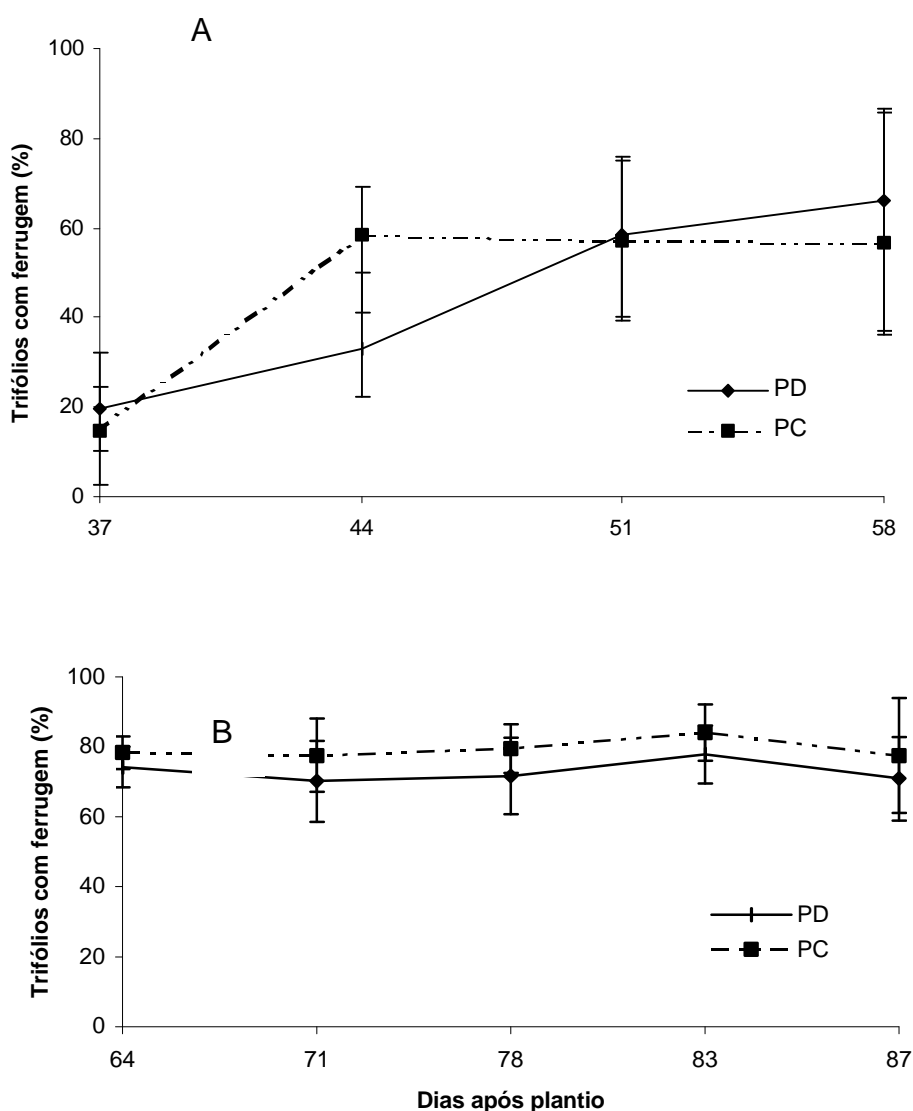


Figura 1. Curvas de progresso da incidência da ferrugem nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC). A - ensaio conduzido em 2003 e B - ensaio conduzido em 2004. Barras correspondem ao desvio-padrão da média em cada época de avaliação.

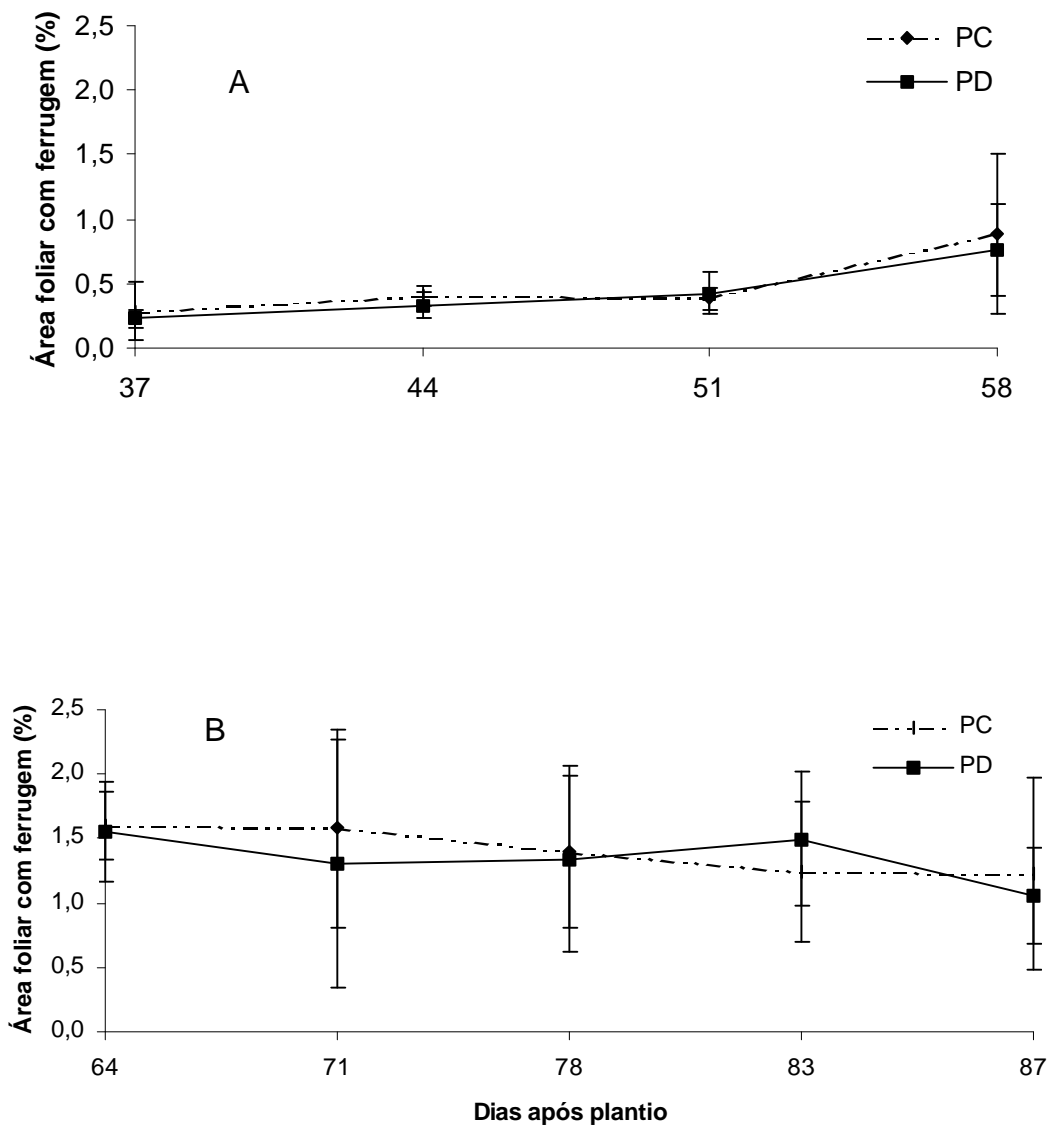


Figura 2. Curvas de progresso da ferrugem nos sistemas de plantio direto (PD) e convencional (PC). A - ensaio conduzido em 2003 e B - ensaio conduzido em 2004. Barras correspondem ao desvio-padrão da média em cada época de avaliação.

Na comparação das médias, no primeiro ensaio (Tabela 1), verifica-se que os fungicidas metiram + pyraclostrobin, aplicados aos 42 e 55 DAP, e pyraclostrobin com uma (42 DAP) e duas aplicações (42 e 55 DAP), reduziram significativamente a severidade da doença. Não houve influência dos fungicidas, com uma e duas aplicações, na incidência da ferrugem.

No segundo ensaio (Tabela 2), todos os fungicidas testados, com uma e duas aplicações, reduziram significativamente a severidade e a incidência da ferrugem em relação à testemunha. As plantas que foram pulverizadas com pyraclostrobin aos 64 e aos 64 e 74 DAP apresentaram menor AACPF. No entanto, essa tendência de reduzir a severidade não foi significativamente diferente entre os fungicidas testados.

A análise de variância mostrou diferenças significativas ($P = 0,01$) entre os resultados proporcionados pelos sistemas de plantio com relação à produção. Quanto aos sistemas de controle, não houve diferença significativa entre os efeitos dos dois sistemas. Esse resultado foi observado nos dois anos de condução dos ensaios (Apêndices 3 e 4).

Na comparação das médias, a produção por hectare foi cerca de 57,46% e 46,1% maior no plantio direto do que no convencional, no primeiro e no segundo ensaio, respectivamente (Tabelas 3 e 4).

Houve maior incidência de plantas daninhas no sistema de plantio convencional, apesar de não ter sido quantificada nos experimentos. Esse maior número de plantas invasoras pode ter contribuído para diminuição da produtividade das plantas de feijoeiro nesse sistema. Relatos encontrados na literatura indicam redução de plantas invasoras no sistema de plantio direto (Cobucci, 2001; Jakelaitis et al., 2003a,b; Urchei et al., 2000).

O aumento na produtividade do feijoeiro cultivado em plantio direto foi relatado por Urchei et al. (2000) e Stone e Silveira (1999). Estes últimos afirmaram que os menores valores e a menor variação da tensão da água no solo proporcionaram maior disponibilidade de água para as plantas no sistema de plantio direto, influenciando positivamente a produtividade do feijoeiro. Cerqueira (2004), estudando a variabilidade espacial e temporal do teor de água no solo sob plantio direto e convencional de feijão irrigado, também constatou que houve maior produtividade das plantas de feijoeiro cultivadas no sistema de

plantio direto. Entretanto, esses autores não observaram correlação entre produtividade e teores de água no solo. No entanto, Silveira et al. (2001), ao estudar o efeito de alguns sistemas de preparo do solo sobre o rendimento do feijoeiro durante seis anos consecutivos, observaram diminuição no rendimento do feijoeiro no plantio direto a partir do segundo ano de cultivo, e ao final dos seis anos, o sistema de plantio direto apresentou o menor rendimento de grãos de feijão. Outros autores também não encontraram diferenças significativas na produtividade do feijoeiro nos sistemas de plantio direto e convencional (Zaffaroni et al., 1991; Ribeiro, 2000; Aleman, 2001).

Com referência aos sistemas de controle, mesmo não existindo efeito significativo na produção, observou-se incremento na produção das plantas que receberam pulverizações com os fungicidas, com exceção do pyraclostrobin, com duas épocas de aplicações, no segundo experimento (Tabelas 3 e 4). O maior aumento da produção de grãos por planta (24,3%) foi obtido com o com o pyraclostrobin, com duas épocas de aplicação, no primeiro ensaio. O efeito dos fungicidas na produção foi mais evidente no primeiro experimento (Tabela 3). Rava (2002), estudando o efeito de fungicidas no controle da antracnose e da mancha-angular do feijoeiro, observaram efeito significativo, em relação à testemunha, dos fungicidas, principalmente pyraclostrobin, no controle da antracnose e no rendimento da cultura. Os fungicidas promoveram, em média, aumento de 97% para essa última variável. Aumento no rendimento da cultura do feijoeiro com a utilização de fungicidas também foi relatado por Rodrigues e Vieira (2002) e por Zagonel (2002).

Aumento significativo na produção de grãos por planta não foi observado neste trabalho, provavelmente devido à aplicação tardia dos fungicidas, quando a produção da planta já estava praticamente definida. O período crítico de controle da ferrugem do feijoeiro corresponde às fases de floração até formação das vagens, cerca de 30 a 60 DAP (Vale et al., 1997). Nasser (1976) verificou que os maiores prejuízos causados pela ferrugem foram evidentes nas plantas de feijoeiro inoculadas aos 40 DAP, coincidindo com a época de floração, e aos 50 e 60 DAP, período correspondente ao enchimento das vagens. A primeira pulverização no segundo ensaio foi aos 64 DAP, o que pode ter contribuído para o baixo efeito dos fungicidas no rendimento da cultura.

Tabela 1. Área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF) e da incidência da ferrugem (AACPIF) de feijoeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional, submetido a diferentes tratamentos com fungicidas (Coimbra, MG, 2003)

Tratamento	Médias ¹	
	AACPF	AACPIF
Sem aplicação de fungicida	15,68 a	1178,82 a
Trifloxistrobin + propiconazol (42 DAP ²)	10,65 ab	921,00 a
Trifloxistrobin + propiconazol (42 e 55 DAP)	10,41 ab	1012,11 a
Metiram + Pyraclostrobin (42 DAP)	8,49 ab	931,47 a
Metiram + Pyraclostrobin (42 e 55 DAP)	7,91 b	980,22 a
Pyraclostrobin (42 DAP)	7,84 b	992,06 a
Pyraclostrobin (42 e 55 DAP)	7,18 b	980,16 a
Plantio Convencional	10,73 A	1058,20 A
Plantio Direto	8,75 A	940,62 B

¹Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; comparações entre tratamentos são feitas com letras minúsculas e entre sistemas de plantio com letras maiúsculas.

²DAP: dias após plantio.

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da ferrugem (AACPF) e da incidência da ferrugem (AACPIF) de feijoeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional, submetido a diferentes tratamentos com fungicidas (Coimbra, MG, 2004)

Tratamento	Médias ¹	
	AACPF	AACPIF
Sem aplicação de fungicida	51,42 a	1960,25 a
Tebuconazole + trifloxystrobin (64 DAP ²)	32,27 b	1786,44 b
Tebuconazole + trifloxystrobin (64 e 73 DAP)	31,53 b	1754,25 b
Metiram + Pyraclostrobin (64 e 73 DAP)	28,61 b	1716,59 b
Metiram + Pyraclostrobin (64 DAP)	29,82 b	1698,02 b
Pyraclostrobin (64 DAP)	25,40 b	1683,70 b
Pyraclostrobin (64 e 73 DAP)	26,64 b	1653,69 b
Plantio Convencional	33,04 A	1827,81 A
Plantio Direto	31,44 A	1673,03 B

¹Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; comparações entre tratamentos são feitas com letras minúsculas e entre sistemas de plantio com letras maiúsculas.

²DAP: dias após plantio.

No primeiro experimento, a primeira pulverização ocorreu aos 45 DAP, mas a intensidade da ferrugem nesta época foi menor que a observada no segundo ensaio (Figuras 2 e 3). A aplicação de fungicidas mais cedo e a menor intensidade de doença nas plantas de feijoeiro, no primeiro experimento, contribuíram para a obtenção de maiores produções de grãos por planta. O efeito dos fungicidas na produção também foi mais evidente no primeiro experimento.

A produção e seus componentes de produção foram influenciados apenas pelos sistemas de plantio. A análise de variância mostra diferença significativa ($P = 0,01$) entre área abaixo da curva de progresso da área foliar (AACPAF), peso do caule seco (PCS), peso das folhas secas (PFS) e peso da matéria seca total (PMST), nos dois ensaios (Apêndices 3 e 4). No segundo experimento, o número médio de vagens por planta (NV) e o peso do grão seco (PGS) foram significativamente diferentes ($P = 0,05$ e $P = 0,01$, respectivamente) nos dois sistemas de plantio (Apêndice 4). O peso de mil grãos (PMG), nos dois anos, e o peso da vagem seca (PVS), no segundo ensaio, não foram significativamente influenciados pelos sistemas de controle e de plantio. No primeiro experimento, o PVS foi maior no sistema de plantio convencional. Urchei (1996) não encontrou efeito significativo no PMG entre sistemas de plantio direto e convencional. Contudo, NV e PMST foram significativamente maiores no plantio direto. Chagas (2000) também não encontrou efeito significativo do sistema de plantio direto no PMG de plantas de feijoeiro cultivadas em solos de cerrado.

Analisando o crescimento de duas cultivares de feijoeiro, em plantio direto e convencional, Urchei et al. (2000) observaram que o sistema de plantio direto possibilitou maior desenvolvimento da planta. O mesmo foi evidenciado neste trabalho, sendo constatado maior AACPAF, PCS, PFS e PMST das plantas de feijoeiro cultivadas em plantio direto.

Não houve efeito significativo da interação entre os sistemas de controle e os sistemas de plantio, em todas as características avaliadas, nos dois anos de condução dos experimentos (Apêndices 3 e 4).

Na avaliação dos resultados, evidenciou-se, para a maioria das variáveis, baixo coeficiente de variação (C.V.), o que indica baixa variabilidade dos dados coletados. O maior C.V. (48,07%) foi observado para AACPF, no primeiro

ensaio, no entanto esse valor é considerado, ainda, baixo, por tratar-se de experimento de campo e severidade de doença (Apêndice 3).

Tabela 3. Médias da produção ha⁻¹ e seus componentes, referentes ao experimento conduzido em Coimbra, MG, no inverno de 2003

Tratamento	Médias							
	PMG	PROD	Incremento (%) [*]	AACPAF	PMST	PFS	PVS	PCS
7	242,86 a	2367,09 a	24,3	25033,05 a	15,74 a	4,63 a	5,32 a	5,79 a
1	232,52 a	1903,75 a	-	21391,39 a	14,39 a	4,43 a	4,52 a	5,44 a
3	259,45 a	2343,34 a	23,1	22491,21 a	14,64 a	4,31 a	4,98 a	5,34 a
2	258,43 a	2327,92 a	22,2	23767,01 a	14,33 a	4,27 a	4,65 a	5,39 a
6	247,10 a	2307,92 a	21,1	22587,31 a	14,80 a	4,27 a	5,06 a	5,46 a
5	243,70 a	2331,26 a	22,4	22635,28 a	14,53 a	4,21 a	4,98 a	5,33 a
4	250,18 a	2136,25 a	12,2	21134,92 a	14,33 a	3,96 a	5,06 a	5,31 a
PD	254,46 A	2746,20 A	57,4	25750,40 A	15,57 A	4,98 A	4,49 A	6,09 A
PC	241,04 A	1744,53 B	-	19689,65 B	13,79 B	3,61 B	5,39 B	4,78 B

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade; comparações entre tratamentos são feitas com letras minúsculas e entre sistemas de plantio com letras maiúsculas; 1) sem aplicação de fungicida; 2) uma aplicação de Metiram + Pyraclostrobin aos 42 DAP; 3) duas aplicações de Metiram + Pyraclostrobin aos 42 e 55 DAP; 4) uma aplicação de Trifloxystrobin + Propiconazol aos 42 DAP; 5) duas aplicações de Trifloxystrobin + Propiconazol aos 42 e 55 DAP; 6) uma aplicação de Pyraclostrobin aos 42 DAP; 7) duas aplicações de Pyraclostrobin aos 42 e 55 DAP; PC-Plantio Convencional; PD- Plantio Direto; PMG - peso de mil grãos (g); PROD- produção ha⁻¹; AACPAF - área abaixo da curva de progresso da área foliar (cm²); PMST - peso da matéria seca total (g); PFS - peso da folha seca (g); PVS - peso da vagem seca (g); PCS - peso do caule seco (g).

* incremento na produção de grãos por planta em relação à testemunha e em relação ao plantio convencional.

Tabela 4. Médias da produção ha⁻¹ e seus componentes, referentes ao experimento conduzido em Coimbra, MG, no inverno de 2004

Tratamentos	Médias									
	PMG	PROD	Incremento* (%)	AACPAF	PMST	PFS	PVS	PCS	NV	PGS
4	226,86 a	2231,10 a	2,6	29718,85 a	22,30 a	3,56 a	11,80 a	6,93 a	12,56 a	14,86 a
5	225,85 a	2325,64 a	6,9	30698,43 a	23,78 a	3,64 a	12,64 a	7,33 a	13,34 a	16,92 a
3	223,44 a	2194,78 a	0,9	30069,76 a	21,79 a	3,60 a	11,06 a	7,12 a	12,21 a	14,94 a
6	222,41 a	2100,92 a	-4,4	33644,96 a	23,90 a	3,92 a	12,45 a	7,52 a	13,56 a	17,20 a
7	221,11 a	2274,07 a	4,7	32209,74 a	24,59 a	3,84 a	12,99 a	7,75 a	13,27 a	16,74 a
1	219,64 a	2175,73 a	-	30278,38 a	22,54 a	3,62 a	11,62 a	7,29 a	11,93 a	14,52 a
2	218,83 a	2301,80 a	5,8	34123,73 a	24,33 a	4,02 a	12,45 a	7,85 a	12,30 a	15,66 a
PD	223,55 A	2646,71 A	46,1	37048,09 A	25,36 A	4,43 A	12,11 A	8,76 A	13,98 A	16,93 A
PC	221,63 A	1811,59 B	-	26021,58 B	21,28 B	3,05 B	12,18 A	6,03 B	11,50 B	14,74 B

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5%; comparações entre tratamentos são feitas com letras minúsculas e entre sistemas de plantio com letras maiúsculas; 1 - Sem aplicação de fungicida; 2 - Metiram + Pyraclostrobin (64 e 73 DAP); 3 - Metiram + Pyraclostrobin (64 DAP); 4 - Tebuconazole + Trifloxystrobin (64 e 73 DAP); 5 - tebuconazole + trifloxystrobin (64 DAP); 6 - Pyraclostrobin (64 e 73 DAP); 7 - Pyraclostrobin (64 DAP); PC - plantio Convencional; PD - plantio Direto; PMG - peso de mil grãos (g); PROD – produção ha⁻¹; AACPAF - área abaixo da curva de progresso da área foliar (cm²); PMST - peso da matéria seca total (g); PFS - peso da folha seca (g); PVS - peso da vagem seca (g); PCS – peso do caule seco (g); NV - número de vagens por planta; PGS - peso do grão seco.

* incremento na produção de grãos por planta em relação à testemunha e em relação ao plantio convencional,

Houve correlação significativa e positiva ($P = 0,01$) entre produção e AACPAF, PCS, PFS e PMST, nos dois ensaios. No segundo experimento, obteve-se correlação significativa e positiva entre produção e NV e PGS (Tabela 5). Há vários relatos na literatura de que número de vagens por planta correlaciona-se positivamente com a produção (Ramalho et al., 1979; Cruz, 1992; Coimbra et al., 1999a,b; Antunes et al., 2002).

Correlação significativa e positiva entre produtividade do feijoeiro e acúmulo de matéria seca foi observada por Urchei et al. (2000). Hamakawa (1991), estudando a variabilidade espacial de alguns componentes de produção do feijoeiro, encontrou maior coeficiente de correlação entre produtividade relativa e massa das folhas ($r=0,89$) e área foliar ($r=0,89$). Segundo esse autor, a área foliar está correlacionada positivamente com a produção por ser uma estimativa da atividade fotossintética da planta.

Não houve correlação significativa entre PMG e os outros componentes avaliados, exceto para produção, no primeiro ensaio, quando observou-se correlação significativa e positiva ($P = 0,05$), contudo o coeficiente de correlação foi baixo ($r = 0,28$) (Tabela 5). Apesar de alguns resultados indicarem que o PMG (Coimbra et al., 1999a e Coimbra et al., 1999b) ou o peso de 100 grãos (Ramalho et al., 1979) tem correlação direta com a produção, o mesmo não foi verificado por Hamakawa (1991).

O fato de não ter sido verificada correlação significativa entre PMG e produção pode ser atribuído à uniformidade dos grãos, isto é, não houve diferença no tamanho e no peso dos grãos das plantas de feijoeiro cultivadas nos sistemas de plantio direto e convencional. A maior produção por planta obtida no plantio direto foi atribuída ao maior número de vagens por planta e não ao peso dos grãos. O número de grãos por vagem, componente primário da produção, não avaliado neste trabalho, pode ter influenciado também a produção. Vários trabalhos mostram correlação significativa entre rendimento do feijoeiro e número de vagens por planta (Ramalho et al., 1979; Cruz, 1992; Coimbra et al., 1999a e b). Segundo Urchei (1996), plantas de feijoeiro cultivadas no sistema de plantio direto apresentaram maior número de grãos por vagem.

A variável AACPIF correlacionou-se significativamente e negativamente com: produção, AACPAF, PCS, PVS, PMST, PGS e NV.

A incidência tem sido usada como variável para quantificação de dano causado por doenças que afetam toda a planta, por exemplo viroses sistêmicas e murchas vasculares, e que causam podridões de frutos (Bergamin Filho e Amorim, 1996).

Houve correlação significativa e negativa entre AACPF e AACPAF e PMST, nos dois ensaios, e entre PVS e PGS, no segundo. A ferrugem do feijoeiro causa redução na taxa fotossintética das folhas (Jesus Junior et al., 2001) proporcionalmente à quantidade de tecido doente (Lopes e Berger, 2001; Bassanezi et al., 2001a) e redução no crescimento do hospedeiro, estimada pela relação entre a área abaixo da curva de progresso da área foliar verde das plantas doentes e das sadias (Silva, 1997). Redução na área foliar das plantas, causada pela queda das folhas com ferrugem, não foi observada por vários autores (Silva, 1997; Coelho, 2000; Jesus Junior et al., 2001). As folhas de feijoeiro com ferrugem, apesar de severamente afetadas, permanecem nas plantas (Coelho, 2000). Os danos causados pela doença nas plantas de feijoeiro, citados anteriormente, podem ter contribuído para a correlação negativa entre as variáveis AADPF e AACPAF e entre PMST, PVS e PGS.

Não houve correlação significativa entre AACPF e produção no segundo experimento (Tabela 5). Vários autores constataram não haver relação entre AACPD e produção (Bissonnette et al., 1994; Bergamin Filho et al., 1997; Silva et al., 1998; Jesus Junior et al., 2001; Buzzerio, 2001). A inexistência de relação entre AACPD e produção pode ser explicada pela desfolha causada pelo patógeno, pela ausência de estimativa da desfolha e pelo hábito de crescimento indeterminado do hospedeiro (Bergamin Filho et al., 1997). No caso de cultivares de feijoeiro com hábito de crescimento indeterminado, não há relação entre dano e doença, visto que a produção depende da área absoluta de tecido verde e não do tecido doente (Amorim et al., 1995). Waggoner e Berger (1987) informam que a produção, ou a matéria seca, de uma planta é dependente da fotossíntese que ocorre nas folhas. Portanto, uma planta grande, mesmo com alta severidade de doença, pode produzir mais que uma planta sadia, se esta apresentar menor área foliar sadia.

A produção da planta está relacionada com a absorção da área foliar sadia, com a duração da área foliar sadia (Bergamin Filho et al., 1997; Silva et al.

1998; Jesus Junior et al., 2001; Buzzerio, 2001) e com a duração efetiva da área foliar (Jesus Junior et al., 2001).

No segundo ensaio, observou-se correlação significativa ($r=0,76$) entre AACPF e AACPIF (Tabela 5). Os dados de AACPIF e AACPF dos dois experimentos correlacionaram-se significativamente ($r=0,86$), ($P = 0,01$).

A relação entre incidência e severidade tem sido estudada em vários patossistemas (Silva-Acuña et al., 1999; Edwards et al., 2000; Xu e Madden, 2002; Turechek e Mahaffee, 2004). Holb et al. (2003), estudando o progresso da sarna da macieira, encontraram alta correlação ($r > 0,85$, $P < 0,05$) entre severidade e incidência da doença nas folhas. No entanto, Imhoff et al. (1982), estudando as curvas de progresso, gradiente e relação entre incidência e severidade de ferrugem do feijoeiro, observaram que as relações entre incidência e severidade variaram entre diferentes estações do ano e entre as epidemias.

Relação linear entre incidência e severidade para muitas doenças foliares tem sido observada em baixos níveis de severidade. No início de uma epidemia, a doença aumenta no espaço, aumentando a porcentagem de folhas, frutos ou caule com sintomas. Com o passar do tempo, não há crescimento espacial e a doença evolui, praticamente com de acordo com o aumento da severidade da doença (Bergamin filho e Amorim, 1996). Fato semelhante foi observado por Imhoff et al. (1982), que verificaram que a relação entre severidade e incidência da ferrugem do feijoeiro foi consistente quando a incidência foi menor que 20%. Edwards et al. (2000) também observaram relação linear entre essas duas variáveis quando a incidência de *Puccinia mentae* foi menor que 60%.

Tabela 5. Correlações de Pearson entre alguns componentes de produção do feijoeiro com a área abaixo da curva de progresso da severidade e da incidência da ferrugem

Variáveis	Experimento 1					Experimento 2				
	AACPIF	AACPF	PROD	PMG	AACPAF	AACPIF	AACPF	PROD	PMG	AACPAF
AACPIF		0,19 ^{NS}	-0,46 ^{**}	-0,19 ^{NS}	-0,39 ^{**}		0,76 ^{**}	-0,58 ^{**}	-0,17 ^{NS}	-0,60 ^{**}
AACPF	0,19 ^{NS}		-0,30 ^{**}	-0,09 ^{NS}	-0,36 ^{**}	0,76 ^{**}		-0,19 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	-0,25 [*]
PROD	-0,46 ^{**}	-0,30 ^{**}		0,28 [*]	0,71 ^{**}	-0,58 ^{**}	-0,19 ^{NS}		0,17 ^{NS}	0,83 ^{**}
PMG	-0,19 ^{NS}	-0,09 ^{NS}	0,28 [*]		0,05 ^{NS}	-0,17 ^{NS}	-0,16 ^{NS}	0,17 ^{NS}		0,01 ^{NS}
AACPAF	-0,39 ^{**}	-0,36 ^{**}	0,71 ^{**}	0,05 ^{NS}		-0,60 ^{**}	-0,25 [*]	0,83 ^{**}	0,01 ^{NS}	
PCS	-0,37 ^{**}	-0,22 [*]	0,70 ^{**}	0,16 ^{NS}	0,88 ^{**}	-0,51 ^{**}	-0,19 ^{NS}	0,82 ^{**}	0,04 ^{NS}	0,94 ^{**}
PFS	-0,33 ^{**}	-0,28 [*]	0,61 ^{**}	0,12 ^{NS}	0,86 ^{**}	-0,59 ^{**}	-0,22 ^{NS}	0,82 ^{**}	0,07 ^{NS}	0,97 ^{**}
PVS	0,09 ^{NS}	0,00 ^{NS}	-0,19 ^{NS}	-0,18 ^{NS}	-0,07 ^{NS}	-0,10 ^{NS}	-0,34 ^{**}	0,09 ^{NS}	-0,22 ^{NS}	0,26 [*]
PMST	-0,29 [*]	-0,24 [*]	0,53 ^{**}	0,04 ^{NS}	0,79 ^{**}	-0,47 ^{**}	-0,31 [*]	0,68 ^{**}	-0,06 ^{NS}	0,87 ^{**}
PGS	-	-	-	-	-	-0,32 [*]	-0,34 ^{**}	0,42 ^{**}	0,00 ^{NS}	0,45 ^{**}
NV	-	-	-	-	-	-0,32 [*]	-0,24 ^{NS}	0,52 ^{**}	0,09 ^{NS}	0,58 ^{**}

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% pelo teste t, respectivamente.

-: não avaliado.

AACPIF - área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem; AACPF - área abaixo da curva de progresso da ferrugem; PMG - peso de mil grãos (g); PROD - produção (g)/planta; AACPAF - área abaixo da curva de progresso da área foliar (cm²); PMST - peso da matéria seca total (g); PFS - peso da folha seca (g); PVS - peso da vagem seca (g); PCS - peso do caule seco (g); NV - número médio de vagens por planta; PGS - peso do grão seco (g).

5. CONCLUSÕES

- Não houve influência dos sistemas de plantio na severidade da ferrugem. A incidência da doença foi maior nas plantas de feijoeiro cultivadas no sistema de plantio convencional.
- Os fungicidas metiram + pyraclostrobin, tebuconazole + trifloxystrobin, pyraclostrobin, tebuconazole + trifloxystrobin reduziram significativamente a severidade da ferrugem.
- A produtividade das plantas de feijoeiro cultivadas no sistema de plantio direto foi superior à das plantas do sistema de plantio convencional.
- A área foliar das plantas, o número de vagens por planta, o peso do grão seco, o peso da matéria seca total e o peso das folhas secas foram maiores no sistema de plantio direto. O peso de mil grãos não foi influenciado pelos sistemas de plantio.
- Houve correlação significativa e positiva entre produção e área foliar, peso do caule seco, peso das folhas secas, peso da matéria seca total, número de vagens por planta e peso do grão seco.
- A variável incidência correlacionou-se significativamente e negativamente com a produção, a área foliar, o peso do caule seco, o peso das folhas secas, o número de vagens por planta, a matéria seca total e o peso do grão seco.
- Houve correlação significativa e positiva entre a severidade da ferrugem e a porcentagem de trifolios com sintomas da doença.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: www.agricultura.gov.br. Acesso em 28.08.2005.

Aleman, F. Common bean response to tillage intensity and weed control strategies. *Agronomy Journal* 93 (3): 556-563. 2001.

Alexopoulos, C.J., Mims, C.W., Bleackwell, M. *Introductory mycology*. 4. ed. New York: John Willey & Sons, 869p. 1996.

Alvarenga, A. P. Respostas da planta e do solo ao plantio direto e convencional, de sorgo e feijão, em sucessão a milho, soja e crotalária. Viçosa: UFV, 162p. 1996. (Tese de Doutorado).

Amorim, L., Bergamin Filho, A., Godoy, C. V., Iamauti, M.T., Nunes, W.M., Carneiro, S.M.T.P.G. Avaliação de danos na cultura do feijoeiro. *Summa Phytopathologica* 21: 82-84. 1995.

Antunes, I.F., Mastrantonio, J.J. da, Silveira, E.P., Emygdio, B.M., Lobato, L.A.O., Costa, C., Silva, S.D.A., Zonta, E. P. Correlações fenotípicas entre o rendimento de grãos e seus componentes primários em cultivares de feijão. In: VII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão. Resumos... Viçosa: UFV. p. 327-329. 2002.

Balota, E.L., Colozzi-Filho, A., Andrade, D.S., Hungria, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 22 (4): 641-649. 1998.

Bassanezi, R.B., Amorim, L., Bergamin Filho, A. Eficiência fotossintética da folhas de feijoeiro infectadas com o vírus do mosaico-em-desenho, *Uromyces appendiculatus* e *Phaeoisariopsis griseola*. *Summa Phytopathologica* 27 (1): 5-11. 2001a.

Bassanezi, R.B., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Godoy, C.V. Análise comparativa entre a ferrugem e a mancha angular do feijoeiro: efeito da temperatura nos parâmetros monocíclicos. *Fitopatologia Brasileira* 22 (3): 432-436. 1997.

Bassanezi, R.B., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Hau, B., Berger, R.D. Accounting for photosynthetic efficiency of bean leaves with rust, angular leaf spot and anthracnose to assess crop damage. *Plant Pathology* 50 (4): 443-452. 2001b.

Bergamin Filho, A., Amorim, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 299p. 1996.

Bergamin Filho, A., Carneiro, S.M.T.P.G., Godoy, CV., Amorim, L., Berger, P.G., Hau, B. Angular leaf spot of *Phaseolus vulgaris* beans: relationships between disease, healthy leaf area, and yield. *Phytopathology* 87 (5): 506-515. 1997.

Bhat, M.N. Chemical control of rust and angular leaf spot of frenchbean in Sikkim. *Plant Disease Research* 17 (1):90-92. 2002.

Bissonnette, S.M., D'Arcy, C.J., Pedersen, W.L. Yield loss in two spring oat cultivars due to *Puccinia coronata* f. sp. *avenae* in the presence or absence of Barley Yellow Dwarf Virus. *Phytopathology* 84 (4): 363-371. 1994.

Buzzerio, N.F. Ferrugem e mancha angular do feijoeiro: efeito de fungicidas no desenvolvimento do hospedeiro e no progresso das doenças. Piracicaba: ESALQ. 115p. 2001. (Dissertação de Mestrado).

Cerqueira, E.S.A. Variabilidade espacial e temporal do teor de água de uma argissolo vermelho-amarelo sob plantios convencional e direto de feijão irrigado. Viçosa: UFV, 80p. 2004. (Dissertação de Mestrado).

Cobucci, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: Zambolim, L. Manejo integrado. Fitossanidade: Cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV. p. 583-615. 2001.

Chagas, R.C.S. Alterações em parâmetros microbiológicos do solo em sistemas de plantio direto em solos de cerrado. Piracicaba, 80p. 2000. (Dissertação de Mestrado).

Coelho, R.C, Vale, F.X.R. do, Jesus Junior, W.C., Paul, P.A., Zambolim, L., Barreto, R. Determinação das condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da ferrugem e da mancha angular do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira* 28 (5): 508-514. 2003.

Coelho, R.C. Condições climáticas que favorecem o desenvolvimento da ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) e da mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) do feijoeiro. Viçosa: UFV, 45p. 2000. (Dissertação de Mestrado)

Coimbra, J.L.M., Guidolin, A.F., Carvalho, F.I.F. Parâmetros genéticos do rendimento de grãos e seus componentes com implicações na seleção indireta em genótipos de feijão preto. *Ciência Rural* 29 (1): 1-6. 1999a.

Coimbra, J.L.M., Guidolin, A.F., Carvalho, F.I.F., Coimbra, S.M.M., Marchioro, V.S. Análise de trilha I: Análise do rendimento de grãos e seus componentes. *Ciência Rural* 29 (2): 213-218. 1999b.

Cruz, J.L. Padrão de acúmulo de matéria seca nos grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e sua relação com o rendimento. Lavras, MG, 94p. 1992. (Dissertação de Mestrado).

Edwards, J., Taylor, P.A., Parbery, D.G., Halloran, G.M. Peppermint rust in Victoria: the incidence-severity relationship and its implication for the development of an action threshold. *Australian Journal of Agricultural Research* 51 (1): 91-95. 2000.

FAO. Food and Agriculture Organization. Disponível em: www.fao.org. Acesso em 20.03.2005.

FEBRAPDP. Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Disponível em: www.febrapdp.org.br. Acesso em 20.03.2005.

Freitas, P. L. Manejo físico do solo. In: Simpósio sobre manejo e conservação do solo no cerrado, 1., Goiânia, 1990. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 117-139. 1992.

Gassen, D., Gassen, F. Plantio direto: o caminho do futuro. 2. ed. Passo Fundo: Aldeia Sul, 196 p. 1996.

Gentil, L.V. Aspectos econômicos do plantio direto. In: Seminário Internacional do Sistema de Plantio Direto. Resumos....1. Passo Fundo: Embrapa. CNPT. p. 9-12. 1995.

Godoy, C.V., Carneiro, S.M.T.P.G., Iamauti, M.T., Pria, M.D., Amorim, L., Berger, R.D., Bergamin Filho, A. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. *Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 104 (4): 336-345. 1997.

Groth, J.V., Mogen, B.D. Completing the life cycle of *Uromyces phaseoli* var. *typica* on bean plants. *Phytopathology* 68 (11): 1674-1677. 1978.

Hamakawa, P.J. Variabilidade espacial de alguns componentes de produção de uma cultura de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Piracicaba: ESALQ, 114p. 1991. (Dissertação de Mestrado).

Holb, I.J., Heijne, B., Jeger, M.J. Summer epidemics of apple scab: the relationship between measurements and their implications for the development of predictive models and threshold levels under different disease control regimes. *Journal of Phytopathology* 151 (6): 335-343. 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 20.03.2005.

Imhoff, M.W., Leonard, K.J., Main, C.E. Analysis of disease progress curves, gradients, and incidence-severity relationships for field and phytotron bean rust epidemics. *Phytopathology* 72 (1): 72-80. 1982.

Ito, M.F., Bergamin Filho, A., Yuki, V.A. Efeito do inseticida cartap sobre a ferrugem do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira* 21: 44-49. 1996.

Jakelaitis, A., Ferreira, L.R., Silva, A.A., Agnes, E.L., Miranda, G.V., Machado, A.F.L. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. *Planta Daninha* 21 (1): 71-79. 2003a.

Jakelaitis, A., Ferreira, L.R., Silva, A.A., Agnes, E.L., Miranda, G.V., Machado, A.F.L. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca (*Cyperus rotundus*). *Planta Daninha* 21 (1): 89-95. 2003b.

Jesus Junior, W.C., Vale, F.X.R., Coelho, R.R., Hau, B., Zambolim, L., Costa, L. C., Bergamin-Filho, A. Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 91 (11): 1045-1053. 2001.

Juliatti, F.C., Pozza, E.A., Silva, S.A. Curvas epidemiológicas do controle da ferrugem e mancha angular do feijoeiro comum com azoxystrobin. *Fitopatologia Brasileira* 23: 250. 1998. (suplemento)

Juliatti, F.C.; Silva, S.A.; Juliatti, F.C. Problemas fitossanitários em culturas sob pivô central no triângulo mineiro e alto paranaíba. In: Zambolim, L. Manejo integrado. Fitossanidade: Cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV. p. 205-247. 2001.

Lopes, D.B., Berger, R.D. The effects of rust and anthracnose on the photosynthetic competence of diseased bean leaves. *Phytopathology* 91 (2): 212-220. 2001.

Meireles, E.J.L., Stone, L.F., Xavier, L.S., Moreira, J.A.A. Risco climático do feijão da seca no Estado de Goiás, sob preparo de solo convencional e plantio direto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 7 (1): 116-120. 2003.

Nasser, L.C.B. Efeito da ferrugem em diferentes estágios de desenvolvimento do feijão e dispersão de esporos de *Uromyces phaseoli* var *typica* Arth. Viçosa: UFV, 79 p. 1976. (Dissertação de Mestrado).

Paula Jr., T., Vieira, R.F., Zambolim, L. Manejo integrado de doenças do feijoeiro em plantio direto. In: Zambolim, L., Silva, A. A., Agnes, E. L. Manejo integrado: Integração agricultura-pecuária. Viçosa: UFV. p. 11-41. 2001

Pereira, M. H. A segunda revolução verde. In: Saturnino, H. M., Landers, J. N. O meio ambiente e o plantio direto. Brasília: Embrapa-SPI, p. 13-24. 1997.

Pinto, N.F.J.A., Costa, E.F. Aplicação de fungicidas via água de irrigação por aspersão para o controle da ferrugem do feijoeiro comum. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34 (2): 317-321. 1999.

Ramalho, M.A.P., Andrade, L.A.B., Teixeira, N.C.S. Correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Ciência e Prática. Lavras 3 (1): 63-70, 1979.

Rava, C.A. Eficiência de fungicidas no controle da antracnose e da mancha angular do feijoeiro comum. Summa Phytopathologica 28 (1): 65-69. 2002.

Ribeiro, C.M. Rendimento e viabilidade econômica das culturas de milho, soja e feijão sob diferentes sistemas de manejo de solo, após oito anos de plantio direto. Piracicaba: ESALQ, 93 p. 2000. (Dissertação de Mestrado).

Rodrigues, F.A., Fernandes, J.J., Martins, M. Influência de semeaduras sucessivas de feijoeiro na severidade da mancha angular e ferrugem e perdas na produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira 34 (8): 1373-1378. 1999.

Rodrigues, C.H. Controle da ferrugem (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.) e da mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Viçosa: UFV, 51 p. 1984. (Dissertação de Mestrado).

Rodrigues, O.L., Vieira, R.F. Ganhos de produtividade com o uso de fungicidas em cultivares/linhagens de feijão com diferentes reações a doenças. In: VII Congresso nacional de pesquisa de feijão. Resumos... Viçosa: UFV, p.145-148, 2002.

Santini, A. Estudo do efeito de fungicidas no controle da ferrugem (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.). In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Fitopatologia Brasileira 22 (14): 145, 1989 (Resumo)

Sartorato, A., Rava, C.A., Yokoyama, M. Principais doenças e pragas do feijoeiro comum no Brasil. Goiânia: Embrapa. 50p. 1983. (Embrapa CNPAF. Documento, 5)

Saturnino, H.M., Landers, J.N. Introdução. In: Saturnino, H.M., Landers, J.N. O meio ambiente e o plantio direto. Brasília: Embrapa-SPI, p. 13-24. 1997.

Shaner, G., Finney, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. Phytopathology 67 (8): 1051-1056. 1977.

Silva, M.B. Área foliar verde para estimar danos causados por doenças do feijão comum. Viçosa: UFV, 100p. 1997. (Tese de Doutorado).

Silva, M.B., Vale, F.X.R., Zambolim, L., Hau, B., Bergamin Filho, A. Relação entre severidade de doença, área foliar sadia, absorção da área foliar sadia e produção do feijoeiro. *Summa Phytopathologica* 24 (3/4): 226-230. 1998.

Silva-Acuña, R., Maffia, L.A., Zambolim, L., Berger, R.D. Incidence-severity relationships in the pathosystem *Coffea arabica-Hemileia vastatrix*. *Plant Disease* 83 (2): 186-188. 1999.

Silveira, P.M., Silva, O.F., Stone, L.F., Silva, J.G. Efeito do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36 (2): 257-263. 2001.

Stone, L.F., Silveira, P.M. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34 (1): 83-91. 1999.

Turechek, W.W., Mahaffee, W.F. Spatial pattern analysis of hop powdery mildew in the Pacific Northwest: implications for sampling. *Phytopathology* 94 (10): 1116-1128. 2004.

Urchei, M.A. Efeito do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-escuro argiloso e no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação. Botucatu: UNESP, 131 p. 1996. (Tese de Doutorado).

Urchei, M.A., Rodrigues, J.D., Stone, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35 (3): 497-506. 2000.

Vale, F.X.R.; Costa, H., Zambolim, L. Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Doenças da parte aérea causada por fungos. In: Vale, F.X.R., Zambolim, L. Controle de doenças de plantas. Grandes culturas. Viçosa, MG, p. 335-373. 1997.

Vieira, C., Paula Júnior, T., Borém, A, Feijão: Aspectos gerais e cultura no estado de Minas. Viçosa: Editora UFV, p. 13-17. 1998.

Vieira, R. F., Paula Júnior, T.J., Berger, P.G. Avaliação da eficiência de fungicidas e do inseticida cartap no controle de doenças da parte aérea do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) no inverno-primavera. *Summa Phytopathologica* 24 (1): 17-22. 1998.

Xu, X., Madden, L.V. Incidence and density relationships of powdery mildew on apple. *Phytopathology* 92 (9): 1005-1014. 2002.

Zaffaroni, E., Barros, H.H. A., Nóbrega, J.A.M., Lacerda, J.T., Souza Jr, V.E. Efeito de métodos de preparo do solo na produtividade e outras características agrônômicas de milho e feijão no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 15: 99-104. 1991.

Zagonel, J. Eficiência de programas de controle de doenças fúngicas na cultura do feijão. In: VII Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão. Resumos... Viçosa: UFV, p.145-148. 2002.

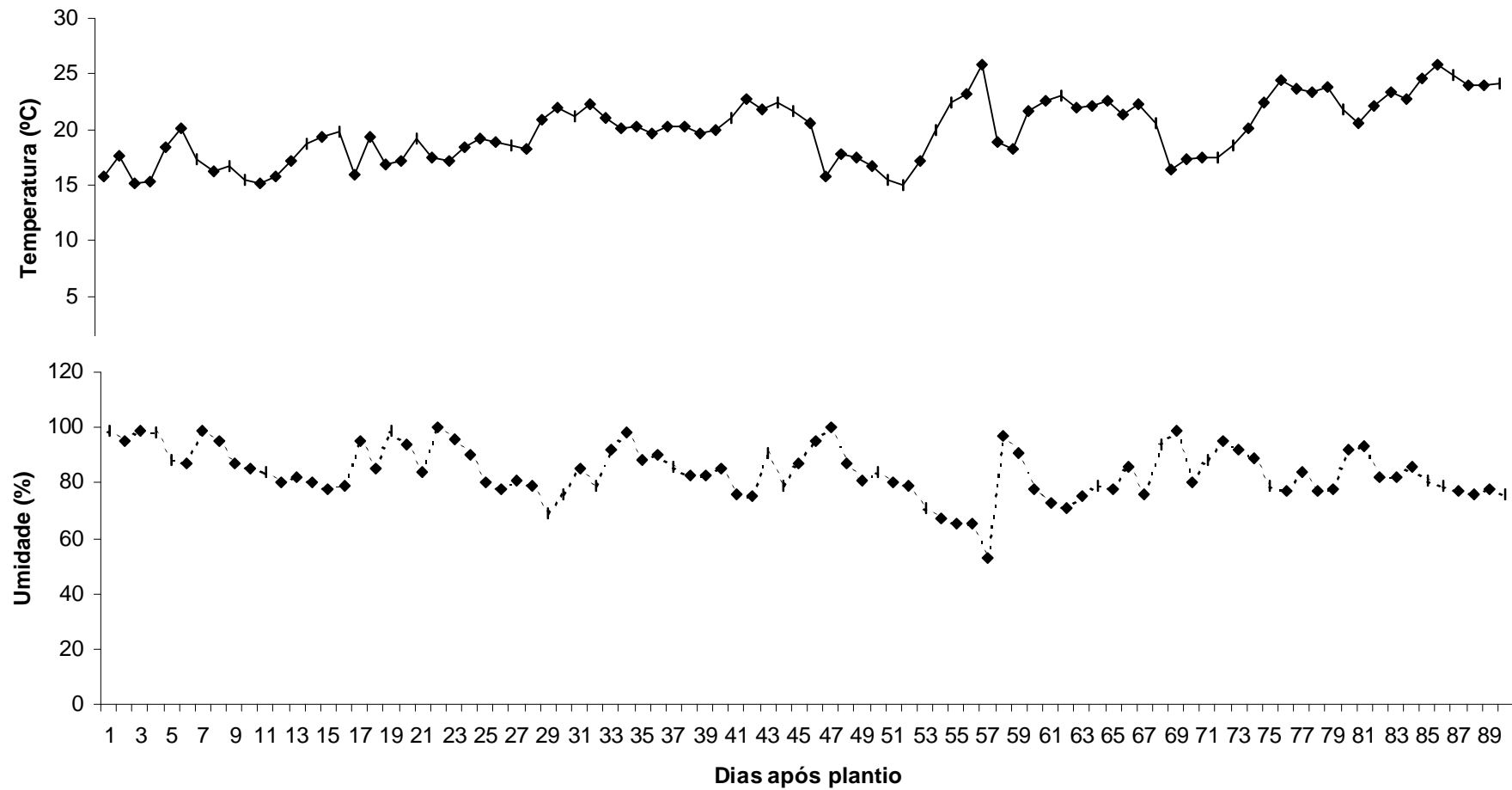
Zambolim, L., Casa, R.T., Reis, E.M. Manejo integrado de doenças em plantio direto. Belo Horizonte, Informe Agropecuário, 22(208): 73-83. 2001.

Zambolim, L., Chaves, G.M. Doenças do feijoeiro e seu controle. Belo Horizonte, Informe Agropecuário 8(4): 49-63. 1978.

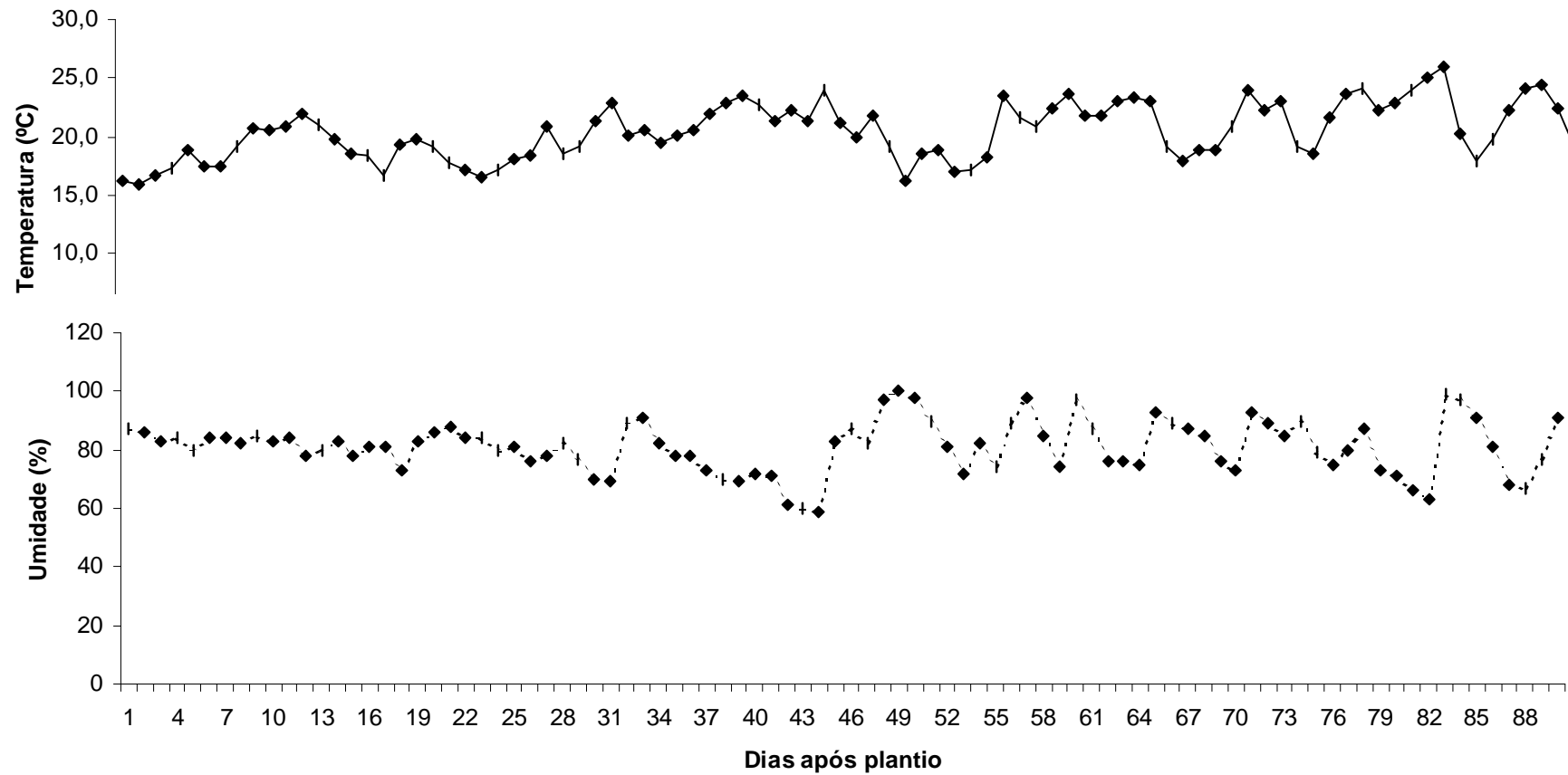
Zambolim, L., Chaves, G.M., Del Peloso, M.C. Aspectos das principais doenças do feijão no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Informe Agropecuário, 8(90): 20-29. 1982.

Waggoner, P.E., Berger, R. D. Defoliation, disease, and growth. *Phytopathology* 77: 393-398. 1987.

APÊNDICES



Apêndice 1. Oscilações da temperatura (°C) e da umidade relativa (%) ocorridas durante a condução do experimento em Coimbra, 2003.



Apêndice 2. Oscilações da temperatura (°C) e da umidade relativa (%) ocorridas durante a condução do experimento em Coimbra, 2004.

Apêndice 3. Resumo da análise de variância no primeiro ensaio para alguns componentes de produção do feijoeiro e para área abaixo da curva de progresso da severidade e da incidência da ferrugem (Coimbra, MG, 2003)

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios								
		PROD	PMG	AACPF	AACPIF	AACPAF	PCS	PFS	PVS	PMST
Sistemas de Controle (SC)	6	228167.21 ^{NS}	705,88 ^{NS}	68,86 [*]	58540,57 ^{NS}	14401685,96 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,33 ^{NS}	0,57 ^{NS}	2,00 ^{NS}
Sistemas de Plantio (SP)	1	14046758.97 ^{**}	2523,76 ^{NS}	54,78 ^{NS}	193549,61 [*]	514257364,83 ^{**}	23,89 ^{**}	26,46 ^{**}	11,28 ^B	44,71 ^{**}
SC x SP	6	179605.09 ^{NS}	527,13 ^{NS}	3,85 ^{NS}	47551,69 ^{NS}	8824491,26 ^{NS}	0,59 ^{NS}	0,36 ^{NS}	1,35 ^{NS}	3,97 ^{NS}
Tratamentos	13	1268722.52	763,22	37,78	63854,09	50278032,94	2,21	2,35	1,75	6,20
Blocos	3	530662.84	567,58	6,15	6491,36	13448066,44	0,51	0,65	0,81	4,70
Resíduo	39	116350.97	668,39	21,92	28785,40	10781474,34	0,74	0,77	1,02	4,51
C.V. (%)		15,19	10,44	48,07	16,98	14,45	15,89	20,44	20,45	14,47

ns *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

PRÓD - produção ha⁻¹; PMG - peso de mil grãos (g); AACPF - área abaixo da curva de progresso da ferrugem; AACPIF - área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem; AACPAF - área abaixo da curva de progresso da área foliar (cm²); PMST - peso da matéria seca total (g); PFS - peso da folha seca (g); PVS - peso da vagem seca (g); PCS - peso do caule seco (g).

Apêndice 4. Resumo da análise de variância no segundo ensaio para alguns componentes de produção do feijoeiro e para área abaixo da curva de progresso da doença e incidência da ferrugem (Coimbra, MG, 2004)

Causas de Variação	G.L.	Quadrados Médios									
		PROD	PMG	AACPF	AACPIF	PCS	PFS	PVS	PMST	NV	PGS
Sistemas de Controle (SC)	6	37090,31 ^{NS}	54,73 ^{NS}	465,45 ^{**}	63041,05 ^{**}	0,64 ^{NS}	0,1993 ^{NS}	2,7219 ^{NS}	7,1673 ^{NS}	2,4833 ^{NS}	7,3509 ^{NS}
Sistemas de Plantio (SP)	1	7322933,44 ^{**}	38,43 ^{NS}	26,88 ^{NS}	251557,74 ^{**}	78,17 ^{**}	19,9135 ^{**}	0,0480 ^{NS}	175,1138 ^{**}	64,6784 ^{**}	50,2715 [*]
SC x SP	6	75820,68 ^{NS}	23,13 ^{NS}	40,65 ^{NS}	4871,86 ^{NS}	0,3078 ^{NS}	0,1292 ^{NS}	1,0213 ^{NS}	1,1531 ^{NS}	2,9459 ^{NS}	10,9799 ^{NS}
Tratamentos	13	615415,33	38,89	235,65	50695,01	6,4531	1,6835	1,7313	17,3105	7,4810	12,3274
Blocos	2	909,31	80,13	29,05	3643,54	0,5314	0,2012	1,9085	2,5624	0,4009	0,2032
Resíduo	26	47523,12	30,11	31,34	6509,29	0,8086	0,1889	2,0797	6,1682	4,9417	8,2389
C.V. (%)		9,78	2,47	17,36	4,61	12,15	11,60	11,87	10,65	17,44	18,12

ns, *, **: não-significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

AACPIF - área abaixo da curva de progresso da incidência da ferrugem; AACPF - área abaixo da curva de progresso da ferrugem; PMG - peso de mil grãos (g); PROD - produção ha⁻¹; AACPAF - área abaixo da curva de progresso da área foliar (cm²); PMST - peso da matéria seca total (g); PFS - peso da folha seca (g); PVS - peso da vagem seca (g); PCS - peso do caule seco (g); NV - número médio de vagens por planta; PGS - peso do grão seco (g).