

EFEITOS DE MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO E A QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO¹

PEDRO ABEL VIEIRA-JUNIOR², DURVAL DOURADO-NETO³, OSCAR JOSÉ SMIDERLE⁴ e SILVIO MOURE CICERO⁵

RESUMO - Com o objetivo de verificar se na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) o sistema de irrigação afeta os componentes de rendimento (índice de área foliar, incidência de doenças foliares, altura de planta, número de vagens por planta e população de plantas por unidade de área) e a qualidade da semente produzida, foi conduzido um experimento sob irrigação por sulcos de infiltração e por aspersão convencional. O experimento foi instalado em 25 de junho de 1996 em área experimental do Departamento de Agricultura da ESALQ/USP (Piracicaba, SP), empregando-se o cultivar IAPAR-14. O experimento foi conduzido otimizando os aspectos de nutrição, e controles de pragas e de plantas daninhas, porém sem qualquer aplicação de fungicidas. Foi adotado intervalo de três dias entre irrigações para ambos os sistemas, e utilizada a evapotranspiração acumulada estimada pelo método do Tanque Classe A. A área e os danos foliares foram avaliados no estádio fenológico R7 através de uma técnica de análise de imagem computadorizada (SIARCS). Por ocasião da colheita, procedeu-se a determinação da altura de plantas, número de vagens por planta, densidade populacional (razão entre número de plantas e área útil da parcela) e rendimento de sementes (corrigido para o teor de água nas sementes de 12%). A qualidade das sementes foi avaliada pela sanidade (método do papel de filtro), germinação e vigor (teste de frio com terra, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e emergência em campo). O sistema de irrigação por aspersão afetou negativamente o rendimento, favorecendo a incidência de ferrugem (*Uromyces phaseoli*) e mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) e promoveu reduções nas áreas foliares total e útil, altura de planta, número de vagens por planta e densidade de plantas por unidade de área. A avaliação da sanidade das sementes permitiu concluir que o sistema de irrigação por aspersão favoreceu a ocorrência de patógenos nas sementes, notadamente *Rhizoctonia solani*, com consequente redução na germinação e no vigor. Dessa forma a irrigação por sulcos é qualitativamente superior à irrigação por aspersão, na condução da produção de sementes de feijão.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, semente, análise de imagem, sanidade de semente.

EFFECT OF IRRIGATION METHODS ON YIELD AND SEED QUALITY OF COMMON BEAN

ABSTRACT - With the purpose of verifying if the irrigation system affects the common bean (cultivar IAPAR-14) yield components (leaf area index, leaf disease incidence, plant height, number of beans per plant and plant population) and the seed quality, a field experiment was carried out using furrow and sprinkler irrigation at Agricultural Department, University of São Paulo, in Piracicaba-SP, Brazil. The plant nutrition, and pest and weed control were optimized. There was no fungicide application. The irrigation system was used to apply the accumulated maximum evapotranspiration, computed by Pan Evaporation Method, each three days. The leaf area and leaf damage were evaluated at fenologic stage R7 using computerized image analysis technique (by SIARCS software). At harvest time, the plant height, number of beans per plant, plant population and yield seeds (moisture corrected to 12%). The seed quality was evaluated by sanity (paper filter method), germination and vigor (cold test, first germination counting, accelerated aging and field emergence tests). In the sprinkler irrigation system, the incidence of *Uromyces phaseoli* and *Phaeoisariopsis griseola* was high, the yield was low and the total and useful leaf area plant height, number of beans per plant and population were reduced. The seed sanity evaluation allowed to verify that the incidence of seed pathogens was high under sprinkler irrigation system, as *Rhizoctonia solani* mainly, where the germination and vigor were reduced. Therefore, the common bean seed quality was superior under furrow irrigation system.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, seed, image processing, seed health.

¹ Aceito para publicação em 05/06/98.

² Pesquisador EMBRAPA/SPSB, Gerência local de Ponta Grossa, Cx. Postal 970, 84100-970, Ponta Grossa-PR. Email pavieira@cnpms.embrapa.br

³ Prof. Doutor, Depto. de Agricultura, ESALQ/USP, Cx. Postal 9, 13418-900, Piracicaba-SP. Bolsista do CNPq. Email dourado@carpa.ciagi.usp.br.

⁴ Pesquisador, EMBRAPA/CPAFRR, Cx. Postal 133, 69301-970, Boa Vista-RR.

⁵ Prof. Titular, Depto. de Agricultura, ESALQ/USP.

INTRODUÇÃO

A exploração comercial do feijão usualmente apresenta um elevado nível de problemas sanitários após o florescimento das plantas, cerca de 95% dos casos. Perdas de 7% a 10% do rendimento final de sementes e grãos são devidas ao amassamento e à queda de flores e de vagens pela ação mecâni-

ca de máquinas e implementos agrícolas empregados na aplicação de fungicidas (Bulisani, 1991).

A irrigação por sulcos de infiltração e por aspersão convencional têm como diferença básica a forma de aplicação da água. Ao contrário da irrigação por sulcos, a aspersão favorece a ocorrência de doenças foliares, disseminando esporos pelo choque mecânico da gota de água sobre a folha da planta, pelo molhamento de toda parte aérea da planta e pela alteração de microclima ao nível de dossel (Doorenbos & Kassan, 1994). A evolução epidemiológica de ferrugem e mancha angular é favorecida por condições de alta umidade e alta temperatura. O molhamento da folha e alta temperatura são condições ideais para que ocorra a rápida germinação e estabelecimento dos esporos de ambos os patógenos. A ferrugem necessita de um período de molhamento de quatro horas para que ocorra a germinação dos esporos, seguido de um período seco, que facilita o transporte dos esporos pela ação do vento e de outros agentes (Lucca Filho 1985 e Goulart, 1992).

Os níveis de incidência de ferrugem (*Uromyces phaseoli*) e mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) nas folhas têm sido avaliados através de notas atribuídas por um observador ou por comparação visual de áreas afetadas, sendo subjetivos e imprecisos esses procedimentos (Kranz, 1974). A utilização da técnica de digitalização de imagens com recursos computacionais viabiliza a determinação das lesões de forma mais precisa e com maior exatidão.

Este trabalho teve o objetivo de verificar se a irrigação por sulcos de infiltração e por aspersão convencional afetam a incidência de doenças foliares, através da utilização da técnica de

análise de imagens, o rendimento de grãos e a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão cultivar IAPAR-14.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com a cultura do feijão, cultivar IAPAR-14, numa terra roxa estruturada eutrófica na área experimental do Departamento de Agricultura da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. A cultura foi implantada em 25 de junho de 1996, com as linhas de semeadura espaçadas de 0,5 m entre si. Quanto aos aspectos de nutrição, controle de pragas e plantas daninhas, a cultura foi adequadamente conduzida, segundo as recomendações de Bulisani (1991) e Fancelli (1991), porém não foi feita nenhuma aplicação de fungicidas.

Até o estádio fenológico R5 (Fancelli, 1991), toda a área do experimento foi irrigada por sulcos, que apresentavam seção transversal de 0,4 x 0,1m. Após esse estádio foi adotado o sistema de irrigação por aspersão convencional fixo em metade da área experimental.

Foram demarcadas seis parcelas adjacentes, compostas de oito linhas com cinco m de comprimento de área total e seis linhas com quatro m de comprimento de área útil, para cada sistema de irrigação em áreas uniformes e contíguas.

Adotou-se um intervalo de irrigações igual a três dias para os dois sistemas utilizados. A lâmina de água foi determinada pela evapotranspiração acumulada estimada pelo método do Tanque Classe A, conforme apresentado na Figura 1, sendo aplicada a mesma lâmina para ambos os sistemas (Pruitt & Vaux

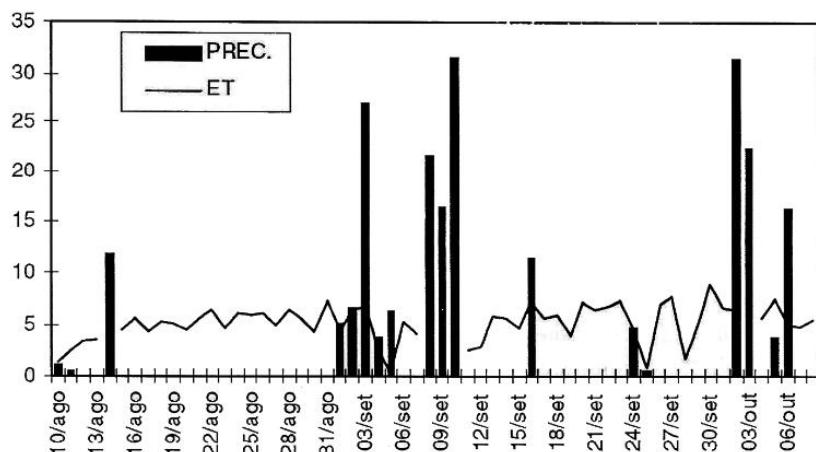


FIG. 1. Precipitação (mm.dia⁻¹) e evapotranspiração (mm.dia⁻¹) referente à cultura de feijão (método do Tanque Classe A) ocorridas entre o estádio fenológico R5 e a colheita (9 de outubro de 1996). Depto. de Agricultura, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

Jr., 1983 e Doorenbos & Kassan, 1994). No sistema de aspersão a lâmina foi aplicada em área total e no sistema por superfície em cada sulco.

A colheita foi realizada no dia nove de outubro, estágio fenológico R8. As estimativas da altura das plantas e o número de vagens por planta foram determinadas na colheita e a densidade populacional foi avaliada pela razão obtida entre o número de plantas e a área útil (12m^2) de cada parcela. O rendimento de grãos (g.m^{-2}) foi corrigido para o conteúdo de água igual a 12%.

A área foliar foi determinada por análise de imagens com emprego do sistema SIARCS 3.0, desenvolvido pela Embrapa/CNPDIA (Jorge et al., 1996). As imagens foram digitalizadas com um scanner de mesa (marca Hewlett Packard, modelo 4C, com resolução de 150 dpi), usando as folhas destacadas de duas plantas por parcela.

Por comparação visual de cores, fez-se a calibração utilizando recursos computacionais para o reconhecimento das imagens referentes às áreas totais e às áreas úteis, bem como as áreas lesionadas por ferrugem e por mancha angular. As áreas totais foram as compreendidas pelas cores verde, amarelo, preto e marrom. As áreas necrosadas foram aquelas compreendidas pelas cores marrom e preto. Após o reconhecimento e isolamento das áreas totais e lesionadas, o sistema SIARCS 3.0 procedeu a binarização das imagens e contagem do número de pixels compreendido em cada área, sendo assim possível a estimativa das áreas total e lesionada. A área foliar útil foi obtida pela diferença entre a área foliar total e a área lesionada.

O índice de infecção por ferrugem (*Uromyces phaseoli*) e por mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) foi obtido por contagem manual do número total de lesões presentes nas folhas das duas plantas empregadas para a digitalização das imagens.

O teor de água nas sementes foi determinado em duas repetições contendo aproximadamente 20g de sementes, pelo método de estufa a 105°C (Brasil, 1992) logo após a colheita. A secagem das sementes até atingir o conteúdo de água de 12% foi realizada em estufa com circulação de ar, regulada para 40°C , por um período de cinco dias. Posteriormente foi determinada a massa de 100 sementes, o vigor e a sanidade (Marcos Filho et al., 1987).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada em quatro repetições contendo 50 sementes cada, através dos testes de germinação, emergência no campo aos 21 dias e vigor: teste de frio com terra por sete dias a 10°C , primeira contagem do teste de germinação realizada aos quatro dias e pelo teste de envelhecimento acelerado por 96 horas a $42^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ (Marcos Filho et al., 1987). A sanidade foi avaliada em oito repetições contendo 25 sementes cada, pelo método de incubação em papel de filtro por sete dias a $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ com fotofase de 12 horas de luz fluorescente (Henning, 1996).

Os resultados obtidos foram analisados com emprego do sistema estatístico SAS (SAS, 1990) empregando-se o teste t-Cochran a 5% de probabilidade (Spiegel, 1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ferrugem foi o patógeno com maior ocorrência neste experimento conforme pode ser visto pelas médias apresentadas na Tabela 1. Além do microclima de alta umidade seguido de período seco provocado pelo sistema de aspersão, propício para o desenvolvimento e disseminação desse patógeno, o transporte de esporos foi intensificado pela ação de impacto das gotas do sistema de irrigação por aspersão (Sartorato, 1991).

Observou-se uma maior percentagem de área foliar lesionada nas plantas irrigadas por aspersão (23,26%) em comparação com as plantas irrigadas por sulcos (11,62%) ($P \geq 0,05$).

Em razão da maior evolução epidemiológica quando se usa o sistema de irrigação por aspersão, as plantas apresentaram menor desenvolvimento vegetativo. A área foliar total por planta na área irrigada por aspersão foi de $1713,7\text{cm}^2$ contra $4861,3\text{cm}^2$ para a área irrigada por sulcos, concordando com os dados obtidos Bulisani (1991).

O número de vagens por planta foi em média igual a 11,33 e 19,16 nas plantas irrigadas por aspersão e sulcos, respectivamente, diferindo significativamente a de 5% de probabilidade (Figura 2). No entanto, a massa de 100 sementes não diferiu significativamente (Figura 2), o que demonstra que a participação de fotoassimilados não foi afetada.

As plantas irrigadas por aspersão produziram $78,34\text{g.m}^{-2}$ de sementes contra $115,95\text{g.m}^{-2}$ de sementes produzidas pelas

TABELA 1. Área foliar total (cm^2), lesionada (cm^2) e útil (cm^2), porcentagem da área total lesionada (Patl, %) e incidência de doença (%) na cultura de feijão, cultivar IAPAR-14, no estádio fenológico R7 referentes aos sistemas de irrigação por aspersão e por sulcos. Depto. de Agricultura, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

Total	Lesionada	Útil	Patl (%)	Incidência de doença (%)	
				Ferrugem	Mancha angular
Aspersão					
1713,7 ¹	398,6	1315,1	23,3	96	4
Sulcos					
4861,3 ¹	564,9	4294,4	11,6	94	6

¹ Linhas referentes aos valores médios, os quais diferem entre si a 5% pelo teste t-Cochran.

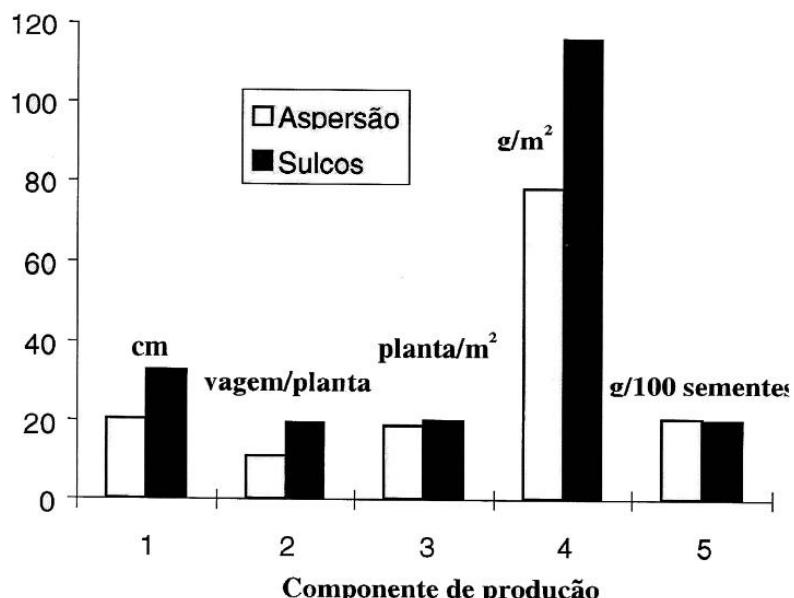


FIG. 2. Componentes de produção da cultura de feijão, cultivar IAPAR-14: 1) altura de planta (cm); 2) número de vagens por planta (vagem.planta⁻¹); 3) densidade populacional (planta.m⁻²); 4) rendimento (g.m⁻²) e 5) massa de 100 sementes (g), obtidos sob irrigação por aspersão e por sulcos. Os componentes 1, 2 e 4 diferem entre si, a 5% pelo teste t-Cochran. Depto. de Agricultura, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

plantas irrigadas por sulcos, com a mesma densidade populacional de 200.000 plantas por hectare (Figura 2). Esse menor rendimento é consequência do menor número de vagens por planta, ocasionada pelo menor índice de área foliar útil na fase reprodutiva. Esse, por sua vez, é função do menor desenvolvimento vegetativo, devido a predisposição do ambiente à ocorrência do desenvolvimento epidemiológico dos patógenos presentes, que nesse caso específico foram ferrugem e mancha angular.

Uma redução do índice de área foliar útil diminui a área fotossinteticamente ativa, com consequente redução na produção de fotoassimilados, notadamente, a partir do estádio fenológico R5 quando os drenos principais da planta são os órgãos reprodutivos (Chang, 1968 e Fancelli, 1991).

O conteúdo de água das sementes produzidas sob o sistema de irrigação por sulcos (Figura 3) foi maior. Esse fato pode ser atribuído ao maior desenvolvimento vegetativo das plantas sob esse sistema de irrigação, o qual propiciou aumento de seu ciclo vital.

Os resultados dos testes de sanidade (Tabela 2) confirmam que a irrigação por aspersão proporcionou maior incidência dos patógenos *Fusarium semitectum* e *Rhizoctonia solani* nas sementes e indicam que *Aspergillus* sp., em ambos os sis-

temas de irrigação, não diferiu significativamente, enquanto que *Penicillium* sp. apresentou maior incidência, diferindo significativamente, para o sistema de irrigação por sulcos.

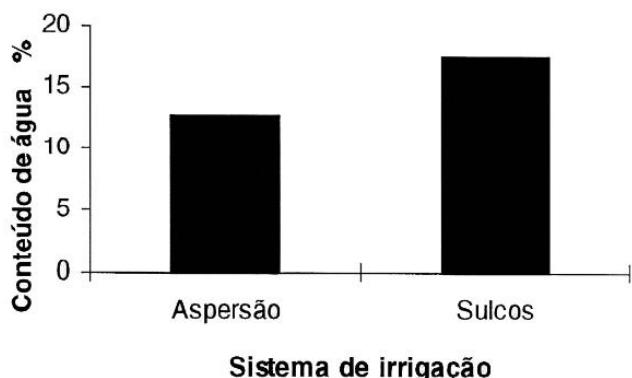


FIG. 3. Conteúdo de água (%) nas sementes de feijão, cultivar IAPAR-14, produzidas sob irrigação por aspersão e por sulcos. Os resultados diferem entre si a 5% pelo teste t-Cochran. Depto. de Agricultura, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

TABELA 2. Patógenos presentes e suas respectivas incidências (%) em sementes de feijão, cultivar IAPAR-14, produzidas com irrigação por aspersão e por sulcos. Depto. de Agricultura, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

<i>Penicillium</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Fusarium semitectum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>
6,00 ¹	0,33 ²	1,17 ¹	6,17 ¹
		Aspersão	
9,17 ¹	0,83 ²	0,33 ¹	0,00 ¹
		Sulcos	

Colunas referente a valores médios, os quais diferem entre si (¹) e não diferem entre si (²) a 5% pelo teste t-Cochran.

A maior incidência de *Penicillium* sp. foi devida ao maior conteúdo de água das sementes no ponto de colheita para o sistema de irrigação por sulcos (Novembre & Marcos Filho, 1991) associado ao tempo de secagem (cinco dias) e à menor incidência relativa de outros patógenos (Tabela 2). No entanto, os níveis de severidade de ambos os patógenos não são suficientes para afetar o vigor das sementes (Pinto, 1991).

As sementes produzidas sob o sistema de irrigação por aspersão apresentaram menor germinação e vigor, avaliado pelos testes aplicados apresentados na Figura 4.

O menor resultado de vigor observado para as sementes produzidas sob o sistema de irrigação por aspersão foi devido à maior incidência de patógenos nas sementes, notadamente *Rhizoctonia solani* (Lucca Filho, 1985 e Moraes, 1995).

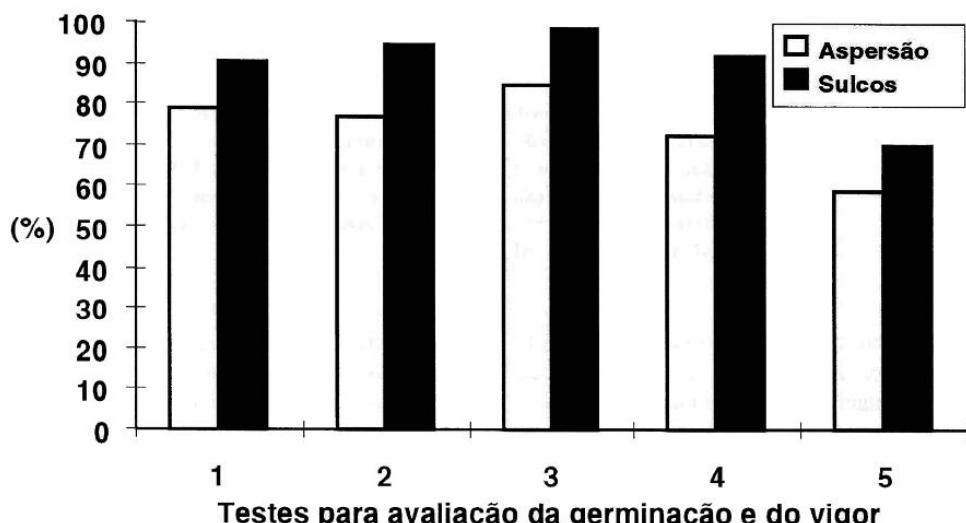


FIG. 4. Resultados médios (%) de testes para avaliação de germinação e vigor de sementes de feijão, cultivar IAPAR-14, produzidas sob irrigação por aspersão e por sulcos: 1) teste de frio com terra; 2) primeira contagem do teste de germinação; 3) germinação, 4) envelhecimento acelerado; 5) emergência em campo. Todos os componentes diferem entre si a 5% pelo teste t-Cochran. Depto. de Agricultura, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

CONCLUSÕES

O sistema de irrigação por aspersão, em relação ao sistema de irrigação por sulcos, favorece a incidência de ferrugem e mancha angular e a redução do rendimento na cultura do feijão, bem como favorece a incidência de patógenos de campo nas sementes, com redução na germinação e no vigor.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- BULISANI, E.A. Principais problemas da cultura do feijoeiro irrigado. In: FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D. (ed.). **Feijão irrigado**. Piracicaba: Depto. de Agricultura - ESALQ/USP, 1991. p.25-30.

- CHANG, J.H. **Climate and agriculture: an ecological survey.** Chicago: Aldine Publishing Company, 1968. p.46-56.
- DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas.** Campina Grande: UFPB, 1994. 123p. (Tradução de H.R. Gheyi; A.A.de Sousa; F.A.V. Damasceno & J.F.de Medeiros).
- FANCELLI, A.L. Fenologia e exigências climáticas do feijoeiro In: FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D. (ed.). **Feijão irrigado.** Piracicaba: Depto. de Agricultura - ESALQ/USP, 1991. p.7-24.
- GOULART, A.C.P. Efeito do tratamento de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com fungicidas. **Ciência e prática,** Lavras. v.16, n.2, p.214-8. 1992.
- HENNING, A.A. **Patologia de sementes.** Londrina: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Soja, 1996. 43p.
- JORGE, L.A.C. & CRESTANA, S. SIARCS 3.0: novo aplicativo para análise de imagens digitais aplicado a ciência do solo. IN: CONGRESSO LATINO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia-SP, ago. 1996. **Solo-Suelo 96.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 5p.
- KRANZ, J. **Epidemics of plant diseases. Mathematical analysis and modeling.** New York: Spring Verlag, 1974. 170p.
- LUCCA FILHO, O.A. Importância da sanidade na produção de sementes de alta qualidade. **Revista Brasileira de Sementes,** Brasília. v. 7, n.1, p.113-23. 1985.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M. & SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade de sementes.** Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- NOVEMBRE, A.D.L.C. & MARCOS FILHO, J. Tratamento fungicida e conservação de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes,** Brasília. v.13, n.2, p.105-12. 1991.
- PRUITT, W.O. & VAUX Jr., H.J. Crop water production functions. **Advances in Irrigation,** Berkeley. v.2, p.61-97. 1983.
- SARTORATO, A. Principais doenças da parte aérea do feijoeiro comum e seus controles. In: FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D. (ed.). **Feijão irrigado.** Piracicaba: Depto. de Agricultura - ESALQ/USP, 1991. p.71-85.
- SAS. **STAT USER'S GUIDE: version 6.** 4.ed. New York: SAS Institute Inc., 1990. 890p.
- SPIEGEL, M.R. **Probabilidade e estatística.** São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil, 1978. 734p.