

**ECOFISIOLOGIA DO FEIJOEIRO. V - RELAÇÃO ENTRE O RENDIMENTO DE GRÃOS  
E A DEFICIÊNCIA HÍDRICA DO SOLO<sup>1</sup>**

**ECOPHYSIOLOGY OF COMMOM BEAN. V - RELATIONSHIP BETWEEN YIELD AND  
WATER DEFICIT**

Angelo Mendes Massignam<sup>2</sup>, Roger Delmar Flesch<sup>3</sup>, Hamilton Justino Vieira<sup>4</sup>, Flávio Brea Victoria<sup>5</sup>  
e Silmar Hemp<sup>6</sup>

**RESUMO**

O objetivo deste estudo foi determinar um modelo para previsão de rendimento de grãos do feijoeiro em função do total de deficiência hídrica do solo na floração. Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. - Epagri, em Campos Novos - SC e no Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades em Chapecó - SC, nos anos agrícolas 1986/87, 1988/89, 1989/90 e 1990/1991. O delineamento utilizado foi blocos casualizados com quatro repetições no esquema fatorial 12x2 (12 épocas e duas cultivares). As cultivares utilizadas foram Carioca 80 e Rio Tibagi. As épocas de semeadura foram espaçadas de 20 dias, com início em agosto (05/08 para Chapecó e 28/08 para Campos Novos). Foram desenvolvidos modelos não lineares para a estimativa do rendimento de grãos em função do total de deficiência hídrica na floração para a cultura. A resposta do feijoeiro à deficiência hídrica do solo variou entre cultivares e entre locais, com maior variação para locais. Os modelos permitiram estimar o rendimento do feijoeiro baseando-se nos totais de deficiência hídrica na floração. O rendimento de grãos diminuiu à medida que o total da deficiência hídrica aumentou,

---

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido com recursos financeiro do CNPq e do Projeto Microbacias - BIRD e Epagri.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agrometeorologia, Epagri, EECN. CP.116, Fone/Fax (049) 541-0748. 89.620-000 - Campos Novos - SC. E-mail: massigna@epagri.rct-sc.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Epagri, CPPP. CP.791, Fone (049) 723-4877, Fax (049) 723-0600. 89.801-970 - Chapecó - SC.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Epagri, SEDE, Fone (048) 239-8050, Fax (048) 239-8065, 88.034-901 - Florianópolis - SC. E-mail: vieira@climerh.rct-sc.br

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Irrigação e Drenagem, Epagri, CPPP. CP. 791, Fone (049) 723-4877, Fax (049) 723-0600. 89.801-970 - Chapecó - SC.

porém, ocorreu um rápido decréscimo do rendimento de grãos principalmente quando o total de deficiência hídrica foi maior que 20mm.

**Palavras-chave:** feijoeiro, deficiência hídrica, rendimento, modelo.

## SUMMARY

The purpose of this study was to determine the effect of water deficit on common bean yield and to develop a model to estimate this yield based on total water deficit. The experiments were conducted at the Experimental Station of Epagri in Campos Novos and at the Research Center for Small Farms (CPPP) in Chapecó, in 1986/87, 1988/89, 1989/90 and 1990/91. The experimental design was randomized block in factorial 12x2 (12 sowing time and 2 cultivars). The cultivars used were Carioca 80 and Rio Tibagi. Sowing time were set at intervals of 20 days beginning on August (05/08 for Chapecó and 28/08 for Campos Novos). No linear models were developed to estimate the yield based on the total water deficit. The response of common bean to water deficit varied between cultivars and between local. Local presented higher variation of response. Estimates of common bean yield may be based on the total water deficit at flowering. The yield of common bean decreased when the water deficit increased, however, there was larger decrease of yield when the water deficit was higher than 20mm.

**Key words:** common bean, water deficit, yield, models.

## INTRODUÇÃO

As interações entre planta, atmosfera e solo são complexas, do ponto de vista físico e agrônomo, porém a produtividade das culturas é diretamente proporcional ao teor de água disponível nos diferentes sub-períodos críticos do desenvolvimento das plantas. Essa disponibilidade pode ser quantificada através do balanço hídrico que é uma função da precipitação e da evapotranspiração do local (PEDRO JUNIOR et al., 1983).

É importante conhecer de forma quantitativa o efeito da deficiência hídrica no rendimento de grãos do feijoeiro, pois os danos ocasionados dependem da duração, da intensidade, da frequência e da época de sua ocorrência (GUIMARÃES, 1996). Em lavouras conduzidas sem

---

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Epagri, CPPP. CP.791, Fone (049) 723-4877, Fax (049) 723-0600. 89.801-970 - Chapecó - SC.

irrigação, estas informações permitem tirar melhor proveito da precipitação, ajustando a época de semeadura, de maneira que o período mais crítico do feijoeiro à deficiência hídrica coincida com o período de menor probabilidade de ocorrência da mesma. O feijoeiro é uma espécie pouco tolerante à seca em decorrência de suas limitações anatômicas e fisiológicas e pela baixa capacidade de recuperação em condições de deficiência hídrica (FANCELLI & DOURADO NETO, 1991).

A deficiência hídrica no sub-período semeadura-emergência pode afetar sensivelmente o processo germinativo, resultando em baixo estande de plantas (FANCELLI & DOURADO NETO, 1991; GUIMARÃES, 1996). Deficiência hídrica no estágio vegetativo não reduz significativamente o rendimento, o que indica que há tempo suficiente para que as plantas se recuperem (CALVACHE et al. 1997a). Entretanto, a deficiência hídrica poderá paralisar o crescimento, tendo efeito indireto no rendimento de grãos, pela redução da área folhar (FANCELLI & DOURADO NETO, 1991; GUIMARÃES, 1996). Segundo ACOSTA GALLEGOS & SHIBATA (1989) o decréscimo do rendimento, quando ocorre deficiência hídrica, pode estar relacionado com o decréscimo do índice de área folhar.

A ocorrência de pequena deficiência hídrica no início do desenvolvimento da cultura pode estimular um maior desenvolvimento radicular das plantas (FANCELLI & DOURADO NETO, 1991) pois a eficiência radicular na absorção de água aumenta com a profundidade do solo (GUIMARÃES, 1996; GUIMARÃES et al., 1996a). Porém, com a intensificação da deficiência hídrica ocorre a redução do sistema radicular (GUIMARÃES et al., 1996b).

A deficiência hídrica na floração, quando ocorre com intensidade e duração elevadas, determina efeito negativo sobre o rendimento (WESTPHALEN & BERGAMASCHI, 1979; CALVACHE et al., 1997a). O feijoeiro tem demonstrado ser altamente sensível neste estágio fenológico, constituindo-se no período mais crítico à deficiência hídrica (CALVACHE et al., 1997b). Períodos de deficiência hídrica de uma semana por ocasião da floração podem promover queda do rendimento ao redor de 48% (FANCELLI & DOURADO NETO, 1991). Garrido et al. apud FANCELLI & DOURADO NETO, (1991) constataram perda correspondente a 58% quando a deficiência hídrica ocorreu no período efetivo de formação de vagens.

A deficiência hídrica quando ocorre no enchimento de grãos também causa um efeito negativo sobre o rendimento (WESTPHALEN & BERGAMASCHI, 1979), prejudicando a formação dos grãos ou reduzindo o seu peso (GUIMARÃES, 1996).

Segundo LIMA (1978), o crescimento é particularmente sensível à deficiência hídrica pois está estritamente relacionado à turgescência. A perda desta reduz a multiplicação e o alongamento

das células, resultando em plantas menores. Quando a deficiência hídrica ocorre durante a floração, a redução do rendimento parece ser afetada pela diminuição do número de vagens e do número de grãos por vagens (ROBINS & DOMINGO, 1956; ACOSTA GALLEGOS & SHIBATA, 1989; ACOSTA DÍAZ et al., 1994; GUIMARÃES et al., 1996b. Quando a deficiência hídrica ocorre antes da floração, tende a diminuir o número de vagens e quando a deficiência hídrica ocorre depois da floração, isto é, início da frutificação até a maturação, resulta em redução do peso do grão (ROBINS & DOMINGO, 1956; ACOSTA GALLEGOS & SHIBATA, 1989).

Diversos pesquisadores tem trabalhado com o objetivo de desenvolver ou testar modelos que relacionam o rendimento de grãos com deficiência hídrica do solo ou com a precipitação (AGUINSKY et al., 1988; PEDRO JUNIOR et al., 1983; BRUNINI et al., 1983; MATZENAUER et al., 1995 e BARBI et al., 1996).

O objetivo deste estudo foi determinar o efeito da deficiência hídrica no rendimento de grãos do feijoeiro e elaborar um modelo para previsão do rendimento de grãos em função do total de deficiência hídrica na floração.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. - Epagri, em Campos Novos - SC e no Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades em Chapecó - SC, nos anos agrícolas 1986/87, 1988/89, 1989/90 e 1990/1991. O delineamento utilizado foi blocos casualizados com quatro repetições no esquema fatorial 12x2 (12 épocas e duas cultivares). As cultivares utilizadas foram Carioca 80 e Rio Tibagi. As épocas de semeadura foram espaçadas de 20 dias, com início em agosto (05/08 para Chapecó e 28/08 para Campos Novos). Mais detalhes foram apresentados no primeiro trabalho desta série (MASSIGNAM et al., 1998a).

Foram desenvolvidos modelos não lineares para a estimativa do rendimento de grãos do feijoeiro (duas cultivares e dois locais) em função do total de deficiência hídrica na floração (de seis dias antes a seis dias após a floração), cuja expressão matemática é:

$$rend = \frac{a}{1 + e^{(b+k \times DEF)}}$$

onde: *rend* é o rendimento de grãos do feijoeiro, em kg/ha; *DEF* é o total de deficiência hídrica na floração, em mm e *a, b, k* são os parâmetros do modelo.

Os parâmetros *a, b* e *k* foram estimados pelo programa SAS (SAS INSTITUTE, 1989), através do método do critério de convergência.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos para a estimativa do rendimento de grãos do feijoeiro em função do total de deficiência hídrica na floração, coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e o número de observações utilizado em cada modelo (*n*), são apresentados a seguir:

1) modelo para a cultivar Carioca 80

$$rend = \frac{1523,5679}{1 + e^{(-4,8567+0,1739 \times DEF)}} \quad r^2 = 0,62 \quad n=47 \quad (2)$$

2) modelo para a cultivar Rio Tibagi:

$$rend = \frac{1420,1718}{1 + e^{(-6,9291+0,2709 \times DEF)}} \quad r^2 = 0,87 \quad n=25 \quad (3)$$

3) modelo para a cultivar Carioca 80 e Rio Tibagi em Campos Novos:

$$rend = \frac{1381,1280}{1 + e^{(-12,3430+0,4113 \times DEF)}} \quad r^2 = 0,77 \quad n=46 \quad (4)$$

4) modelo para a cultivar Carioca 80 e Rio Tibagi em Chapecó:

$$rend = \frac{1854,9455}{1 + e^{(-3,4825+0,1552 \times DEF)}} \quad r^2 = 0,73 \quad n=26 \quad (5)$$

5) modelo para a cultivar Carioca 80 e Rio Tibagi em Chapecó e em Campos Novos:

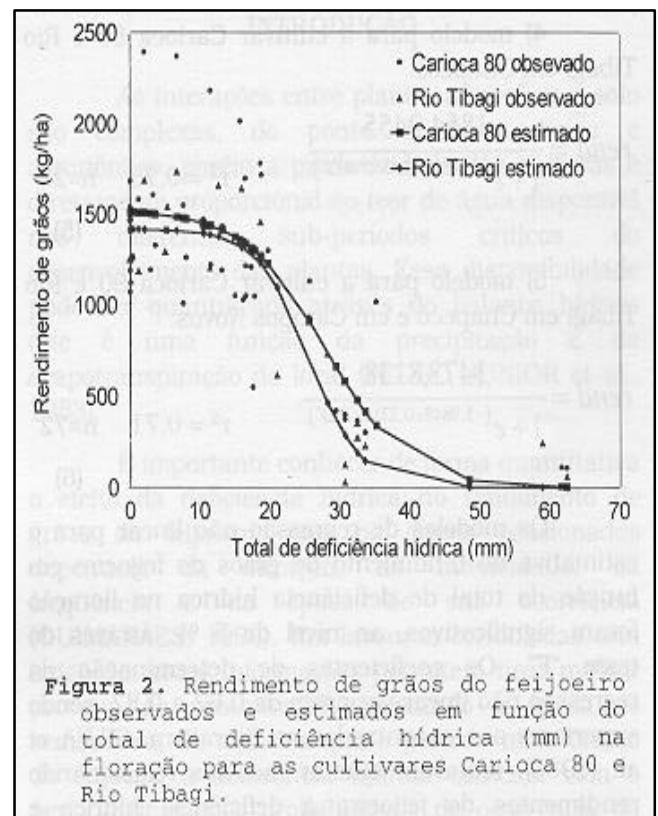
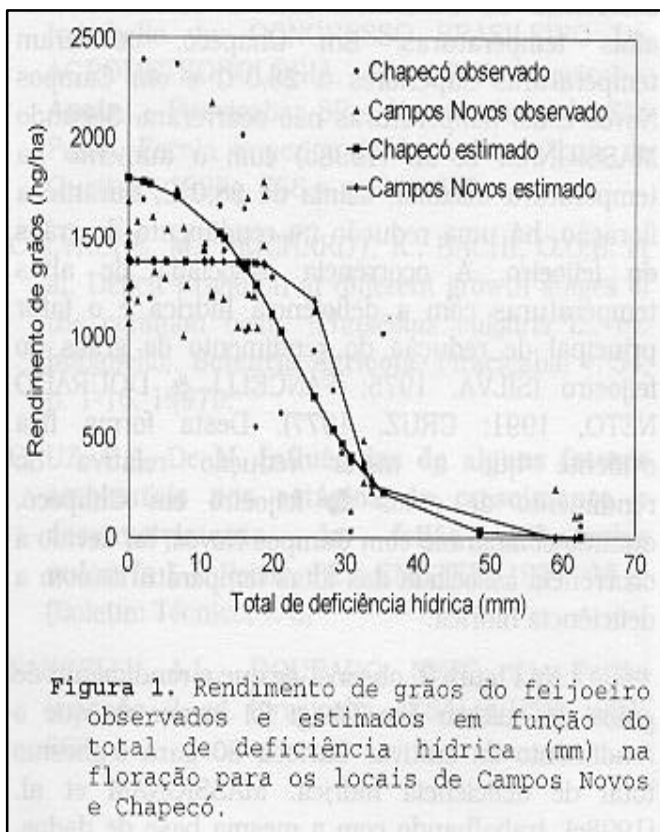
$$rend = \frac{1473,8138}{1 + e^{(-5,9848 + 0,2218 \times DEF)}} \quad r^2 = 0,71 \quad n=72 \quad (6)$$

Os modelos de regressão não linear para a estimativa do rendimento de grãos do feijoeiro em função do total de deficiência hídrica na floração foram significativos, ao nível de 5 %, através do teste “F”. Os coeficientes de determinação da regressão não linear variaram de 0,62 a 0,87, sendo superiores aos encontrados na literatura. SILVA et al. (1986), tentaram ajustar modelos relacionando rendimentos do feijoeiro à deficiência hídrica e temperatura média durante o ciclo. Os resultados foram modestos, com coeficiente de determinação entre 0,30 a 0,50 e apenas as variáveis representativas da tendência mostraram-se significativas.

A resposta do feijoeiro à deficiência hídrica (Figuras 1 e 2) variou entre cultivares e entre locais. Na Figura 1 observa-se que o rendimento de grãos em Chapecó foi maior do que em Campos Novos para um total de deficiência hídrica menor que 20 mm. Para deficiência hídrica maior que 20mm ocorreu um comportamento inverso. A resposta do rendimento em função da deficiência hídrica para os dois locais foi diferente. Em Campos Novos o rendimento permaneceu praticamente constante quando a deficiência hídrica foi de 0 a 20mm, e decresceu rapidamente quando o total de deficiência hídrica foi maior que 20mm. A maior taxa do decréscimo do rendimento foi com deficiência hídrica em torno de 30mm. Em Chapecó houve um decréscimo gradual do rendimento de grãos com a ocorrência da deficiência hídrica e a maior taxa do decréscimo deste foi com deficiência hídrica em torno de 22mm. Observou-se que o rendimento de grãos em Chapecó diminuiu mais do que em Campos Novos, para o mesmo total de deficiência hídrica. Esta redução pode ser atribuída à ocorrência da deficiência hídrica associada com altas temperaturas. Em Chapecó, ocorreram temperaturas superiores a 28,0°C e em Campos Novos estas temperaturas não ocorreram. Segundo MASSIGNAM et al. (1998b) com o aumento da temperatura máxima, acima de 28,0°C, durante a floração, há uma redução no rendimento de grãos do feijoeiro. A ocorrência associada de altas temperaturas com a deficiência hídrica é o fator principal de redução do rendimento de grãos do feijoeiro (SILVA, 1975; FANCELLI & DOURADO NETO, 1991; CRUZ, 1977). Desta forma fica evidente que a maior redução relativa do rendimento de grãos do feijoeiro em Chapecó, quando comparado com Campos Novos, foi devido à ocorrência associada das altas temperaturas com a deficiência hídrica.

Na Figura 2, observa-se que o rendimento de grãos da cultivar Rio Tibagi foi menor do que o rendimento da cultivar Carioca 80 para o mesmo total de deficiência hídrica. MASSIGNAM et al.

(1998c), trabalhando com a mesma base de dados, compararam os rendimentos de grãos das duas cultivares e observaram que ambas apresentaram curva de resposta do rendimento de grãos semelhantes em função da época de semeadura. A cultivar Carioca 80 apresentou rendimentos de grãos maiores do que os da cultivar Rio Tibagi, independente da época de semeadura e do local. Na Figura 3 observa-se que as curvas de rendimento relativos das duas cultivares são muito semelhantes. Entretanto, o rendimento relativo da cultivar Rio Tibagi foi maior do que a cultivar Carioca 80 quando a deficiência hídrica foi menor que 20mm. Quando maior de 20mm o comportamento foi inverso. A maior taxa do decréscimo do rendimento relativo da cultivar Carioca

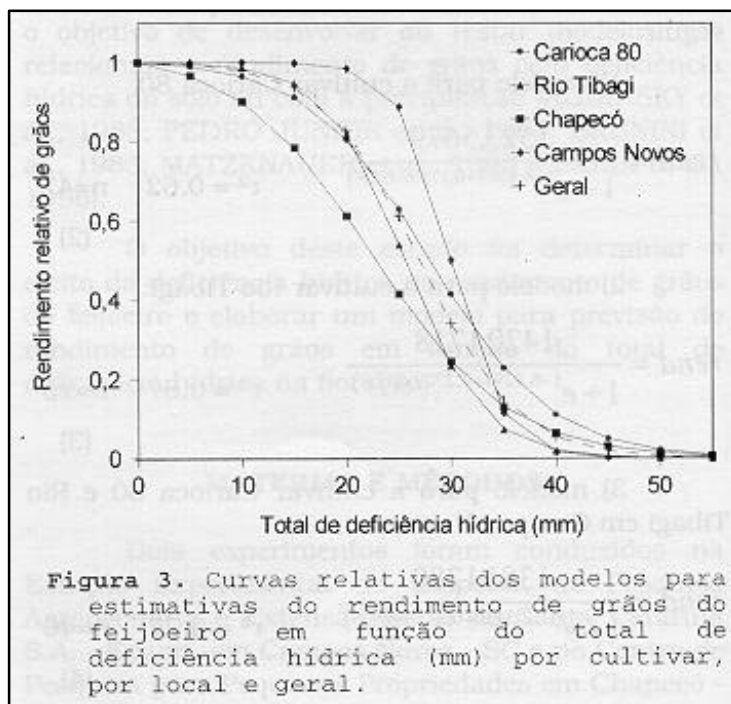


80 e Rio Tibagi ocorreu quando a deficiência hídrica foi em torno de 28mm e 26mm, respectivamente. Porém, a taxa do decréscimo do rendimento para a cultivar Rio Tibagi foi maior do que para a cultivar Carioca 80.

As curvas de rendimento relativo, apresentadas na Figura 3, são semelhantes à curva do rendimento relativo do feijoeiro em função do número de dias com deficiência hídrica no período da floração à plena frutificação apresentado por MAGALHÃES & MILLAR (1978). Isto indica que os modelos matemáticos para previsão do rendimento apresentam coerência fisiológica.

Os modelos que estimam o rendimento de grãos do feijoeiro em função do total de deficiência hídrica na floração apresentam algumas limitações por não introduzir diretamente a

influência das temperaturas altas, da época de semeadura e da ocorrência de deficiência hídrica em outros sub-períodos fenológicos. Segundo alguns autores (MOTA & SHAN, 1975 e Davis apud SILVA, 1975) diferenças no rendimento do feijoeiro, têm sido principalmente atribuídas a altas temperaturas e à deficiência hídrica do solo e, segundo MASSIGNAM et al. (1998c) o rendimento do feijoeiro varia com a época de semeadura. Outra limitação do modelo é a não consideração do nível tecnológico utilizado no cultivo.



Para tentar minimizar os efeitos das limitações dos modelos propostos, o parâmetro “a” (1.473,8138) do modelo para a cultivar Carioca 80 e Rio Tibagi em Chapecó e em Campos Novos (equação 6) foi decomposto em uma constante e em rendimento esperado, de tal forma que quando o total de deficiência hídrica for igual a zero o rendimento obtido através do modelo será igual ao rendimento esperado.

$$rend = \frac{1,0025 \cdot rendesp}{1 + e^{(-5,9848 + 0,2218 \times DEF)}} \quad (7)$$

Considera-se rendimento esperado (rendesp) aquele rendimento que pode variar de acordo com o local, a variedade, a época de semeadura e o nível tecnológico.



Analisando o modelo (equação 7) verifica-se que a redução relativa do rendimento de grãos para um determinado valor de deficiência hídrica é independente do rendimento esperado. Houve redução no rendimento de grãos do feijoeiro de 3, 19, 59 e 89% quando o total de deficiência hídrica foi de 10, 20, 30 e 40mm, respectivamente. Com base nos modelos apresentados verificou-se que o rendimento de grãos diminuiu à medida que o total da deficiência hídrica aumentou, porém, ocorreu um rápido decréscimo do rendimento de grãos quando o total de deficiência hídrica foi maior que 20mm.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

1. O rendimento relativo de grãos diminui à medida que o total da deficiência hídrica aumenta, porém ocorre um rápido decréscimo do rendimento de grãos quando o total de deficiência hídrica é maior que 20mm.
2. A resposta do feijoeiro à deficiência hídrica varia entre cultivares e entre locais.
3. Modelos não lineares podem ser utilizados para estimar o rendimento de grãos do feijoeiro com base nos totais de deficiência hídrica na floração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA DÍAZ, E., SÁNCHEZ, T.N., SHIBATA, J.K. et al. Efecto de la sequia en el rendimiento y en la asignación de matéria seca en frijoleiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agrociencia: série Fitotecnia**, Chapingo, v. 5, n. 1, p. 53-65, 1994.
- ACOSTA GALLEGOS, J., SHIBATA, L.K. Effect of water stress on growth and yield of indeterminate dry-bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 20, p. 81-93, 1989.
- AGUINSKY, S.D., DORFMAN, R., MATZENAUER, R Modelos para prognóstico e otimização do rendimento do milho (*Zea mays* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., 1988, Florianópolis, SC. **Anais...**, Florianópolis : Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1988, v. 1, 641 p. p. 161-179.

- BARBI, N.A., BERLATO, M.A., BERGAMASCHI, H et al. Modelo agrometeorológico de predição do rendimento do girassol: I. Relação entre rendimento e índice hídrico. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 7-17, 1996.
- BRUNINI, O., MIRANDA, M.A.C. de, MASCARENHAS, H.A.A. et al. Influência da água disponível no solo sobre a produção de cultivares de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 1983, Campinas. **Resumos...**, Campinas : Fundação Cargill, 1983. 200 p. p. 148-149.
- CALVACHE, M., REICHARDT, K, BACHI, O.O.S. Efeito de épocas de deficiência hídrica na evapotranspiração atual da cultura do feijão cv. Imbabello. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba, SP : Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997a. 758 p. p. 668-670.
- CALVACHE, M., REICHARDT, K., BACHI, O.O.S. et al. Deficit irrigation at different growth stages of the common bean. (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Imbabello). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, p. 1-16, 1997b.
- CRUZ, C.A. De M. **Influências de alguns fatores ambientais nos estágios de crescimento e desenvolvimento do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Recife, PE : EMATER, 1977. 15 p. (Boletim Técnico, v. 3)
- FANCELLI, A.L., DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado**. 2. ed, Piracicaba : ESALQ/USP, 1991. 266 p.
- GUIMARÃES, C.M., STONE, L.F., BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. I. Densidade e eficiência radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 393-399, 1996a.
- GUIMARÃES, C.M., STONE, L.F., BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. II Produtividade e componentes agrônômicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 7, p. 481-488, 1996b.
- GUIMARÃES, C.M. Relações hídricas. In: ARAÚJO, R.S., RAVA, C.A., STONE, L.F. et al. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, SP : POTAFOS, 1996. 786 p. p. 139-167.
- LIMA, M.G. de. **Estudo da resistência à seca em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Piracicaba, 1978. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1978.

- MAGALHÃES, A.A., MILLAR, A.A. Efeito do déficit de água no período reprodutivo sobre a produção do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 55-60, 1978.
- MASSIGNAM, A.M., VIEIRA, H.J., HEMP, S. et al. Ecofisiologia do feijoeiro. I - Determinação do período mais crítico à deficiência hídrica do solo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 35-39, 1998a.
- MASSIGNAM, A.M., VIEIRA, H.J., HEMP, S. et al. Ecofisiologia do feijoeiro. II - Redução do rendimento pela ocorrência de altas temperaturas no florescimento. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 41-45, 1998b.
- MASSIGNAM, A.M., VIEIRA, H.J., HEMP, S. et al. Ecofisiologia do feijoeiro. IV - Rendimento de grãos sob diferentes épocas de semeadura no estado de santa catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 55-61, 1998c.
- MATZENAUER, R., HOMERO, B., BERLATO, M.A. et al. Modelos agrometeorológicos para estimativa do rendimento de milho em função da disponibilidade hídrica no Estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9., 1995, Campina Grande, PA. **Anais...**, Campina Grande : Universidade da Paraíba, 1995. 500 p. p.389-392.
- MOTA, F.S. da, SHAN, R.H. Determination of optimum sowing time for black beans in southern Brazil. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 205-220. 1975.
- PEDRO JUNIOR, M.J., CAMARGO, M.V.P. de, MIRANDA, M.A.C. de et al. Teste de modelo agrometeorológico para estimativa da produtividade da cultura da soja de ciclo precoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 1983, Campinas. **Resumos...**, Campinas : Fundação Cargill, 1983. 200 p. p. 11-17.
- ROBINS, J.S., DOMINGO, C.E. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 48, p. 76-70, 1956.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User'S Guide. Version 6**. 4. ed, SAS Institute Inc. : Cary, North Carolina, USA, 1989. v. 2, 846 p.
- SILVA, A.V. da. **Efeito da época de semeadura, da adubação nitrogenada e da população de plantas sobre o rendimento de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Porto Alegre, 1975. 113 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1975.

SILVA, G.L.S.P. da, VICENTE, J.R., CASER, D.V. **Variações do tempo e produtividade agrícola: um subsídio à previsão de safras no Estado de São Paulo**. Campinas : Fundação CARGILL, 1986. 148 p. Cap. 10: Tempo e rendimento das culturas de amendoim, feijão e trigo. p. 94-95.

WESTPHALEN, .L., BERGAMASCHI, H. Recomendações de épocas de semeadura para a cultura do feijão no RS. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, v. 24, p. 3-5, 1979.