

ECOFISIOLOGIA DO FEIJOEIRO. II - REDUÇÃO DO RENDIMENTO PELA OCORRÊNCIA DE ALTAS TEMPERATURAS NO FLORESCIMENTO¹

ECOPHYSIOLOGY OF COMMOM BEAN. II. YIELD REDUCTION BY HIGH TEMPERATURE AT FLOWERING

Angelo Mendes Massignam², Hamilton Justino Vieira³, Silmar Hemp⁴ e Roger Delmar Flesch⁵

RESUMO

O objetivo deste estudo foi estabelecer relações entre a temperatura máxima e o rendimento de grãos do feijoeiro. 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 de 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 semeaduras foram espaçadas de 20 dias começando em agosto. Neste estudo foi utilizado a média da temperatura máxima do início da floração ao início da frutificação, fixando-se 7 dias antes da floração a 20 dias depois da floração para cada época de semeadura, local, ano e cultivar. A temperatura máxima na floração foi relacionado com o rendimento do feijoeiro, através de regressões. Temperaturas máximas superiores a 28,0°C na floração, aliadas à deficiência hídrica, causaram redução no rendimento de grãos e aumento na variabilidade do rendimento de grãos.

Palavras-chave: feijoeiro, altas temperatura, rendimento.

SUMMARY

¹ Trabalho desenvolvido com recursos financeiro do CNPq e do Projeto Microbacias - BIRD e Epagri

² 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

³ 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

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Agronomia, Epagri, CPPP. CP.791, Fone (049) 723-4877, Fax (049) 723-0600. 89.801-970 - Chapecó - SC.

The purpose of this study was to establish a relationship between high temperature and yield of common bean. Experiments were conducted by EPAGRI in the Experimental Station of Campos Novos and at the Research Center for Small Farms (CPPP) in Chapecó. The experimental design was randomized block in factorial 12x2 (12 sowing time and 2 cultivars). The experiments were conducted in 1986/87, 1988/89, 1989/90 and 1990/91. The cultivars used were Carioca 80 and Rio Tibagi. Sowing time were set at intervals of 20 days beginning on August. It was utilized the average of maximum temperature from flowering to final fructification, fixing seven days before flowering and twenty days after flowering for each sowing time, local and cultivar. Daily maximum temperature during the correspondent periods was recorded and related with the yield. Maximum temperature higher than 28.0°C during the flowering, together with water deficit, reduced yield and increased the yield variability.

Key words: common bean, high temperature, yield.

INTRODUÇÃO

Em estudos fisiológicos do feijoeiro conduzidos sob condições controladas, Saenz apud EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1978) considerou como ideal a faixa térmica de 18,0 a 24,0°C, para o desenvolvimento das variedades de regiões tropicais. Para as variedades adaptadas a maiores altitudes, temperaturas médias de 15,0 a 21,0°C são consideradas ideais, conforme Mac Gillivray apud EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (1978). Em latitudes médias, o feijoeiro comum se desenvolve bem quando a temperatura do ar oscila entre 19,0 a 22,0°C, com máximas não superiores a 30,0°C e média das mínimas não inferiores a 8,3°C (GARCIA, 1969). Segundo DOORENBOS & KASSAM (1994), as temperaturas médias diárias ótimas para o feijoeiro oscilam entre 15,0 a 20,0°C e a temperatura mínima é de 10,0°C e a máxima de 27,0°C. Davis apud THOMÉ (1985), encontrou correlação negativa entre a percentagem de legumes efetivos e a temperatura superior a 24,0°C.

Temperaturas superiores a 30,0°C, associadas à baixa umidade relativa do ar no período de floração, interferem no metabolismo da reprodução, diminuindo o número de sementes por vagem e a persistência das flores e das vagens (CRUZ, 1977).

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Epagri, CPPP. CP.791, Fone (049) 723-4877, Fax (049) 723-0600. 89.801-970 - Chapecó - SC.

Em estudo de época de semeadura do feijoeiro em Viamão, Estado Rio Grande do Sul, SILVA (1975) verificou que a ação conjunta da deficiência hídrica do solo e altas temperaturas foi a causa principal da redução drástica no rendimento de grãos nas semeaduras de outubro e novembro.

Estudos dos efeitos das altas temperaturas na floração sobre o rendimento de grãos mostraram que as primeiras flores foram as mais importantes para o rendimento de grãos, enquanto que as últimas flores tiveram elevado abortamento; as altas temperaturas reduziram a porcentagem de flores que alcançavam a maturidade devido ao elevado abortamento e também reduziram o número de grãos por vagens (SMITH & PRYOR, 1962). As temperaturas altas tem efeito na atividade metabólica e talvez, como consequência disto, reflita o seu efeito sobre a viabilidade dos grãos de pólen, crescimento do tubo polínico e do embrião (PORTES, 1996).

WESTPHALEN & BERGAMASCHI (1977), citam que o efeito das altas temperaturas depende da duração da “onda de calor” e que o enchimento dos grãos também é prejudicado, já que as altas temperaturas, durante a noite e o dia, ativam a respiração, reduzindo a fotossíntese líquida.

Segundo VIEIRA & MASSIGNAM (1992) no Estado de Santa Catarina as regiões litorâneas e Oeste apresentam períodos em que as temperaturas máximas atingem valores críticos para o florescimento e desenvolvimento das vagens, durante a estação de crescimento do feijoeiro. Em determinadas épocas isto pode ser um fator impeditivo à exploração comercial da cultura. Estas regiões representam 60 a 70 % da área semeada com feijoeiro no Estado de Santa Catarina (INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA, 1996).

O objetivo deste estudo foi estabelecer relações entre temperatura máxima e o rendimento de grãos do feijoeiro, em Santa Catarina.

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 semeaduras 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).

A deficiência hídrica na floração para o feijoeiro foi obtido pelo somatório da deficiência hídrica diária de seis dias antes da floração a seis dias após a floração, para cada época de semeadura, local, ano e cultivar.

Utilizou-se a média da temperatura máxima diária do início da floração ao início da frutificação, fixando-se sete dias antes da floração a 20 dias após a floração para cada época de semeadura, local, ano e cultivar. A temperatura máxima do ar na floração foi correlacionada, através de regressão quadrática, com o rendimento de grãos.

Para visualizar a variabilidade do rendimento de grãos em função da temperatura máxima na floração foi feito uma distribuição de frequência da média das temperaturas máximas na floração. Calculou-se o coeficiente de variação dos rendimentos de grãos correspondentes a cada uma das sete classe de temperatura máxima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os dados de rendimento de grãos do feijoeiro em função da temperatura máxima do início da floração ao início da frutificação, para as cultivares Carioca 80 e Rio Tibagi, em Campos Novos e Chapecó nos anos agrícolas de 1986/87, 1988/89, 1989/90 e 1990/1991. Analisando os resultados da Figura 1, observa-se que houve um certo grau de associação entre a temperatura máxima do início da floração ao início da frutificação e o rendimento de grãos. A análise da variância da regressão quadrática do rendimento de grãos do feijoeiro e a temperatura máxima do início da floração ao início da frutificação foi significativa ao nível de 0,01, apresentando coeficiente de determinação baixo ($r^2=0,323$). SMITH & PRYOR (1962) estudando a correlação e regressão entre as temperaturas máximas e a porcentagem de flores que alcançaram a maturidade e o número de grãos por vagem encontraram valores menores de coeficiente de determinação. Houve dificuldade em caracterizar o efeito das temperaturas máximas na floração sobre o rendimento de grãos, em virtude da associação entre a ocorrência da temperatura máxima e da deficiência hídrica e a sazonalidade da ocorrência das temperaturas máximas com o efeito da época de semeadura.

Inserir figura 1

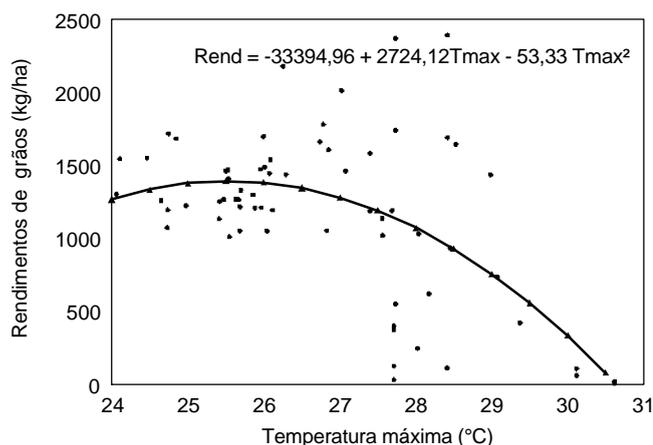


Figura 1. Rendimento de grãos (Rend) do feijoeiro em função da temperatura máxima do início da floração ao início da frutificação, para as cultivares Carioca 80 e Rio Tibagi, em Campos Novos e Chapecó nos anos agrícolas 1986/87, 1988/89, 1989/90 e 1990/91.

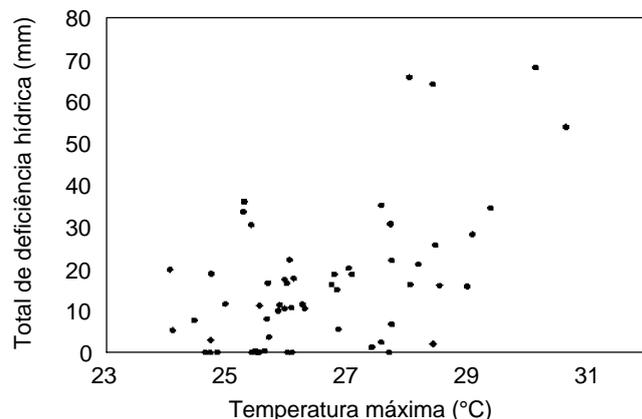


Figura 2. Relação entre deficiência hídrica na floração (mm) e a média das temperaturas máximas do início da floração ao início da frutificação, para as cultivares Carioca 80 e Rio Tibagi, em Campos Novos e Chapecó, nos anos agrícolas 1986/87, 1988/89, 1989/90 e 1990/91.

A Figura 2 apresenta o total de deficiência hídrica na floração e a média das temperaturas máximas do início da floração ao início da frutificação, para as cultivares Carioca 80 e Rio Tibagi, para os locais de Campos Novos e Chapecó nos quatro anos agrícolas. Na faixa de temperaturas máximas entre 24,0 a 27,0°C o rendimento de grãos variou em torno de 1260 a 1394kg/ha, sendo que o maior rendimento de grãos ocorreu com temperatura máxima em torno de 25,5°C. À medida que a temperatura aumentou ocorreu um decréscimo no rendimento de grãos principalmente com temperaturas máximas superiores a 28,0°C. A análise da variância da regressão linear entre a temperatura máxima e a deficiência hídrica na floração foi significativa ao nível de 0,05, apresentando coeficiente de regressão baixo ($r^2=0,516$). Observou-se que a ocorrência de altas temperaturas máximas estavam associada a altos totais de deficiência hídrica. Portanto, a caracterização, a nível de campo, do efeito isolado das temperaturas altas e da deficiência hídrica é complexa.

O efeito da associação das altas temperaturas com a deficiência hídrica é o fator principal de redução do rendimento de grãos no feijoeiro (SILVA, 1975; FANCELLI & DOURADO NETO, 1991; CRUZ, 1977). Estudos mostraram que os efeitos fisiológicos da deficiência hídrica e das altas temperaturas são muitos semelhantes, o que dificulta ainda mais a sua caracterização a campo. SMITH & PRYOR (1962) demonstraram que as altas temperaturas, superiores a 26,7°C, durante a floração, reduziram a frutificação efetiva e o número de sementes por legume. Por outro lado,

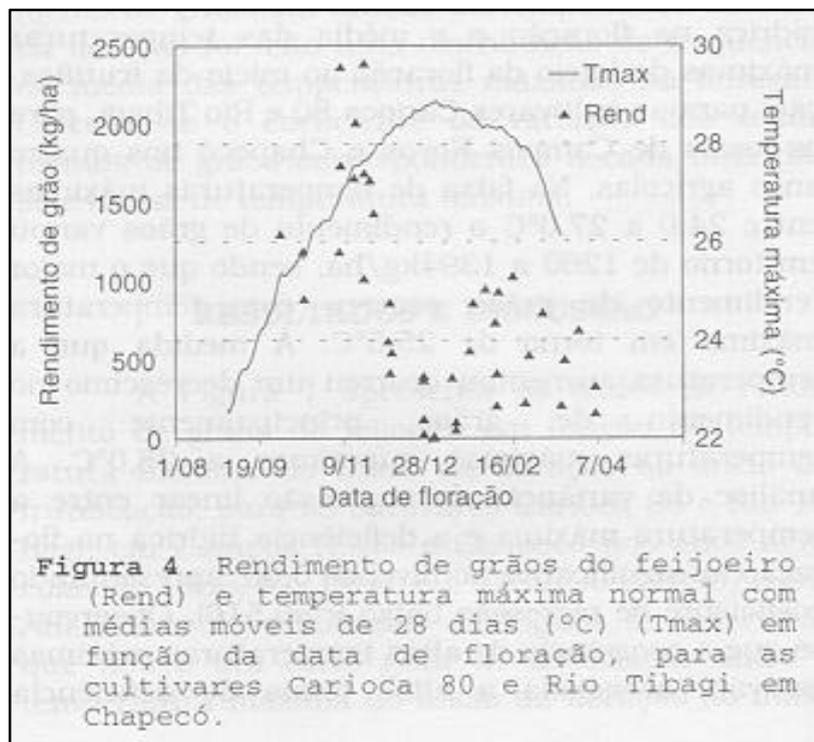
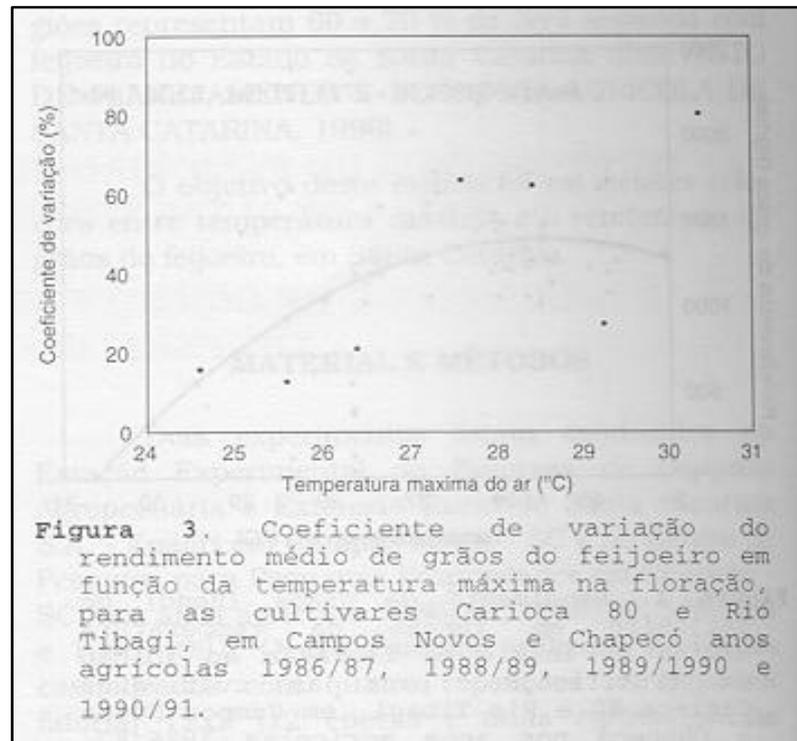
MAGALHÃES et al. (1979) mostraram que a falta de água, na fase do início da floração à plena floração, provoca abscisão de flores, polinização deficiente e redução de número de vagens e número de grãos por vagem.

Em Chapecó, a média das temperaturas máximas do início da floração ao início da frutificação foi superior a 28°C nas épocas de semeadura efetuadas entre 20/10 a 29/11, enquanto que em Campos Novos a média das temperaturas máximas foi inferior a 28°C. Analisando a ocorrência da normal da temperatura máxima com média móvel de 28 dias para Chapecó, verificou-se que esta ocorre no período de 1° de dezembro a 21 de fevereiro. De um modo geral, para o Estado de Santa Catarina a maior probabilidade de ocorrência de temperaturas altas e de deficiência hídricas são coincidentes e ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Em Chapecó, os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (MASSIGNAM, 1993) e em Campos Novos os meses de novembro, dezembro e janeiro (MASSIGNAM⁶, dados não publicados) são os que apresentam uma maior frequência de ocorrência de deficiência hídrica mensal. Os dados indicam que a probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica é maior em Chapecó quando comparado a Campos Novos. Portanto, a redução do rendimento de grãos do feijoeiro, devido ao efeito da associação das altas temperaturas com a deficiência hídrica é maior em Chapecó do que em Campos Novos.

A Figura 3 apresenta o coeficiente de variação do rendimento médio de grãos do feijoeiro em função da temperatura máxima na floração, para as cultivares Carioca 80 e Rio Tibagi, em Campos Novos e Chapecó nos quatro anos agrícolas. Com a elevação da temperatura máxima, ocorreu uma tendência de aumento do coeficiente de variação do rendimento de grãos, isto é, aumentou a variabilidade dos rendimentos.

A Figura 4 apresenta o rendimento de grãos do feijoeiro e a temperatura máxima normal com médias móveis de 28 dias em função da data de floração para as cultivares Carioca 80 e Rio Tibagi em Chapecó. Observa-se que quando ocorreram temperaturas máximas normais com médias móveis de 28 dias maiores de 28,0°C, ocorreu uma redução acentuada do rendimento de grãos. Associando este resultado com os resultados descritos anteriormente, isto é, com o aumento da temperatura máxima, superior a 28,0°C, houve uma diminuição do rendimento e um aumento da variabilidade do mesmo. Portanto, para a escolha da época de semeadura do feijoeiro deve-se levar em consideração que o período de floração não coincida com períodos de ocorrência de temperaturas maiores que 28,0°C.

⁶ Angelo Mendes Massignam, Pesquisador da Epagri, EECN. CP.116, Fone/Fax (049) 541-0748. 89.620-000 - Campos Novos - SC. E-mail: massigna@epagri.rct-sc.br



CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que:

1. Temperaturas máximas superiores a 28,0°C na floração, aliadas à deficiência hídrica, causam redução no rendimento de grãos do feijoeiro e aumento na variabilidade do mesmo.
2. Para a escolha da época de semeadura do feijoeiro deve-se levar em consideração que o período de floração não coincida com períodos de ocorrência de temperaturas superiores a 28,0°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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)
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande : UFPB, 1994. 306 p.
- EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**. Porto Alegre : Pallotti, 1978. 150 p.
- FANCELLI, A.L., DOURADO NETO, D. **Feijão irrigado**. 2. ed, Piracicaba : ESALQ/USP, 1991. 266 p.
- GARCIA, J.B. Zonificación de *Phaseolus vulgaris* en función de su régimen hídrico. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 19, n. 3, p. 197-203, 1969.
- INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E ECONOMIA AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 1995**. Florianópolis, 1996. 168 p.
- MAGALHÃES, A.A., MILLAR, A.A., CHOUDHURY, E.N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. **Turrialba**, San Jose, v. 29, n. 4, p. 269-373, 1979.
- MASSIGNAM, A.M. Precipitação provável para Chapecó - SC, baseada na função de distribuição de probabilidade Gama. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8., 1993, Porto Alegre. **Resumos...**, Santa Maria : UFSM, 1993. 211 p. p. 155.

- 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, 1998.
- PORTES, T. de A. Ecofisiologia. 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. 101-137.
- 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.
- SMITH, F.L., PRYOR, R.H. Effects of maximum temperature and age on flowering and seed production in three bean varieties. **Hilgardia**, Berkeley, v. 33, n. 12, p. 669-688, 1962.
- THOMÉ, V. M. R. **Crescimento, desenvolvimento e rendimento de grãos de uma cultivar de feijoeiro de hábito de crescimento arbustivo determinado, em função de época de semeadura, espaçamento entre linhas e densidade de plantas**. Porto Alegre, 1985. 139 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985.
- VIEIRA, H.J., MASSIGNAM, A.M. Bioclimatologia da cultura do feijão. In: EMPRESA AGROPECUÁRIA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA. **A cultura de feijão em Santa Catarina**. Florianópolis, 1992, 285 p. p 75-81
- WESTPHALEN, S.L., BERGAMASCHI, H. Recomendações de épocas de semeadura para a cultura do feijão no Rio Grande do Sul. **Trigo & Soja**, Porto Alegre, v. 24, p. 3-5, 1977.