

DESENVOLVIMENTO DOS FRUTOS DE FEIJÃO EM DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO¹

SARASVATE HOSTALÁCIO² e IVANY F.M. VÁLIO³

RESUMO - O desenvolvimento dos frutos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Goiano Precoce foi acompanhado a intervalos regulares, através da avaliação do volume e peso seco, representados por polinômios do primeiro e segundo grau. Verificou-se que os frutos originados de plantas que tiveram frequência de irrigação duas vezes por semana apresentaram melhor desenvolvimento do volume e ganho de peso. Também ficou evidenciada a influência da água no desenvolvimento e rendimento dos frutos de feijão. Os volumes encontrados nos três regimes de irrigação sem estresse hídrico foram sempre maiores do que aqueles de planta com estresse hídrico.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris* L., estresse hídrico.

BEAN FRUIT DEVELOPMENT IN DIFFERENT IRRIGATION REGIMES

ABSTRACT - The fruit development of *Phaseolus vulgaris* L. cv. Goiano Precoce was followed at different time intervals by means of volume and dry weight changes. The relationship between these values and age of the fruits could be represented by a 1st and 2nd-grade polynomial function. Fruits from plants under a twice-a-week irrigation regime showed better development and weight gain. The influence of water regime upon the development of bean fruits was evident under the three irrigation regimes studied: the volume of the fruits was always higher in plants without water stress than in plants subjected to water stress.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L., water stress.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) atualmente conta com grande quantidade de cultivares, cuja semente madura difere grandemente em tamanho (Hudson et al. 1973). Como o tamanho da semente de uma dada cultivar pode ser determinado pela interação de muitos fatores do desenvolvimento, em especial, o suprimento de água (Hsu 1979), também o crescimento do fruto de uma dada cultivar pode ser determinado pela interação de vários fatores ambientais.

O desenvolvimento do fruto de feijão, um tipo deiscente de características próprias, provavelmente influirá no desenvolvimento e tamanho da semente.

Experimentos de melhoramento e genética básica têm identificado alguns genes que contribuem para determinação do tamanho da semente (Yarnell 1965, Davies 1975, Bravo et al. 1980, Frank & Fehr 1981). O mecanismo da regulação do desen-

volvimento do fruto e da semente de feijão tem sido pouco explorado. Portanto, do ponto de vista do desenvolvimento, é importante entender como o tamanho da semente e do fruto é alcançado no curso da ontogênese.

O fruto de feijão, tipo legume deiscente, é formado por um envoltório protetor, ou seja, a vagem (casca ou parede do fruto) e várias sementes. O fruto é constituído de uma estrutura formada de três camadas. A camada externa é representada por um conjunto de células de formato regular e aspecto retangular, entremeada por pêlos e estômatos. A camada mediana é constituída de células de formato irregular, de vários aspectos, contendo cloroplastos, o que lhe confere a cor verde e a possibilidade de realizar fotossíntese. A camada interna é formada de células alongadas, curtas e de aspecto colunar. Esta estrutura envoltória é percorrida por um sistema vascular (Doutt 1932, Sinha et al. 1978 e Hsu 1979). A semente, também, constituída de três camadas no início do desenvolvimento, transforma-se, no final, num órgão de características próprias, ou seja, casca (2n), embrião (2n) e endosperma (3n).

O tamanho do fruto, isto é, a estrutura formada pela parede do fruto e sementes, é regulado, no curso do desenvolvimento, por mecanismos da

¹ Aceito para publicação em 28 de outubro de 1983.

² Eng^o - Agr^o, Dr. Professor-Adjunto Dep. de Biologia Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Caixa Postal 37 - CEP 37200 - Lavras, MG.

³ Biólogo, Ph.D., Professor-Titular Dep. de Fisiologia Vegetal, I.B. UNICAMP - CEP 13100 - Campinas, SP.

planta, do fruto e da semente, e por fatores ambientais que se interagem. O efeito líquido destas interações é refletido nas mudanças de tamanho no curso do desenvolvimento (Hudson et al. 1973). Dentre os fatores do meio ambiente, o suprimento de água, provavelmente, vai influenciar, direta ou indiretamente, o desenvolvimento do fruto.

Recentes estudos de Bravo et al. (1980) e de Frank & Fehr (1981), com o objetivo de determinar a influência do comprimento, largura e espessura da vagem sobre o número de sementes, mostraram que o uso dessas medidas físicas foram importantes para avaliar a área e volume do fruto. Entretanto, a largura foi considerada a medida física mais prática de ser realizada e a mais eficaz para ser usada na seleção indireta.

Os estudos de Sinha et al. (1978) mostraram, para o feijão-mungo, que o aumento rápido em matéria seca, proteína e amido na semente, no estágio inicial do desenvolvimento, é compensado, em parte, por um decréscimo destes componentes na parede do fruto.

A importância da parede do fruto, no desenvolvimento da semente, tem sido mostrada por vários autores (Crookston et al. 1974, Khanna & Sinha 1976 e Sinha & Sane 1976). Mais recentemente, Sinha et al. (1978) estudaram o aspecto do órgão como uma unidade fotossinteticamente ativa, constituída de pigmentos verdes (clorófitos) e estômatos, e sua contribuição para o desenvolvimento da semente.

Hudson et al. (1973), numa revisão do problema do tamanho da semente, afirmaram que o órgão é suficientemente estável para ser usado como uma das variáveis para identificação de cultivares, merecendo estudo mais detalhado quanto ao fator água.

Em ervilha, Davies (1975), fazendo uso de híbridos recíprocos entre variedades diferenciadas pelo tamanho da semente, mostrou que isto tem permitido o reconhecimento de dois sistemas de controle, ou seja, um interno, dependente unicamente do genótipo da semente, e outro externo, dependente dos fatores ambientais.

A respeito dos fatores que regulam o desenvolvimento da semente, pouco é conhecido. Dentre estes, têm sido investigados o movimento de assi-

milados para semente, o papel relativo dos drenos na semente e as fontes de assimilados. O fator água, embora seja deixado de lado, necessita ser esclarecido.

Duarte & Adams (1972) mostraram que o número de vagens por planta foi altamente correlacionado com o rendimento, embora não foi possível estimar a capacidade da casca do fruto em produzir assimilados. Entretanto em *Vicia faba* L., Kipps & Boulter (1974) mostraram que a vagem contribuiu com 1/10 do carbono fornecido pela folha.

O estudo de Crookston et al. (1974) permitiu, através de determinação das mudanças de CO₂, atividade enzimática e observações anatômicas, considerar a casca do fruto como órgão fotossintetizante ativo.

Este estudo é mais uma exploração do aspecto do desenvolvimento do fruto de feijão Goiano Precoce, em diferentes regimes de irrigação e mais a aplicação do estresse hídrico dentro de cada regime.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Goiano Precoce, fornecidas pela Seção de Leguminosas do Instituto Agrônomo de Campinas, foram plantadas em vasos.

As plantas foram mantidas em casa de vegetação e submetidas a três regimes de irrigação (A = plantas irrigadas diariamente; B = plantas irrigadas duas vezes por semana; C = plantas irrigadas uma vez por semana) e mais a aplicação de estresse hídrico em cada regime de irrigação.

As flores foram marcadas com lã de diferentes cores ou combinações delas no período de antese, diariamente, das 9 às 10 horas da manhã.

O tamanho do fruto foi definido por dois parâmetros físicos, volume e peso seco.

O método baseado no princípio de Arquimedes foi empregado para medida do volume do fruto fresco. O fruto a ser medido foi fixado na ponta de uma agulha presa a um pedaço de linha, a qual foi presa, na outra extremidade, a uma roldana com manivela, presa a um suporte fixo ao bécker, através de um anel presilha. O bécker com água ficava sobre o prato de uma balança. Por meio de ajuste da manivela foi possível determinar o peso do fruto no ar e na água.

O volume do fruto, nas diferentes idades de 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 40 dias após a antese, foi calculado segundo a equação de Hsu (1979), isto é:

$$V = (\text{peso do fruto no ar} - \text{peso do fruto na água}) / \text{densidade da água}.$$

RESULTADOS

O aspecto mais interessante do fruto de feijão é o desenvolvimento diferencial. O nosso propósito foi observar o desenvolvimento num primeiro estudo do fruto, através de dois parâmetros físicos, ou seja, o volume e peso seco do fruto, em diferentes idades, em três regimes de irrigação e mais a condição de estresse hídrico (Fig. 1 A, B e C e Fig. 2 A, B e C).

Volume - Observa-se que houve a mesma tendência de relação entre as mudanças de volume do fruto fresco, originado de plantas, com e sem estresse hídrico, irrigadas diariamente (Fig. 1 A). O volume aumentou rapidamente a partir do quinto dia até o 28º dia, no qual alcançou o pico máximo (A sem estresse = 7,4 cm³ e A com estresse = 6,1 cm³). No início, a diferença de valores entre frutos de plantas sob influência ou não do estresse hídrico é pequena, depois aumenta até atingir o máximo de 1,3 cm³ entre os picos máximos, mostrando bem claramente que o fator água, nesta fase de desenvolvimento, é muito importante.

Os frutos de plantas irrigadas duas vezes por semana (Fig. 1B), com e sem estresse hídrico, apresentaram o mesmo comportamento, embora a diferença de valores entre picos máximos seja um pouco menor (1,25 cm³). A diferença de valores, no início, é pequena, depois aumenta, atingindo picos máximos superiores aos do tratamento A (B sem estresse = 7,5 cm³ e B com estresse = 6,3 cm³). Isto mostra que uma freqüência de água duas vezes por semana é melhor, mesmo havendo influência do estresse hídrico.

Os frutos de plantas irrigadas uma vez por semana (Fig. 1 C), com e sem estresse hídrico, também apresentaram a mesma tendência, com valores diferentes e menores (C sem estresse = 6,95 cm³ e C com estresse = 6,3 cm³). Neste tratamento, mesmo as plantas estando adaptadas à condição de falta de água (sete em sete dias), a aplicação de mais quatro dias de falta de água foi capaz de reduzir ainda mais o volume do fruto em seu desenvolvimento. Os volumes dos frutos originados de plantas sem estresse hídrico, nos tratamentos estudados ao 40º dia após a antese, apresentaram valores A > B > C. Os frutos originados

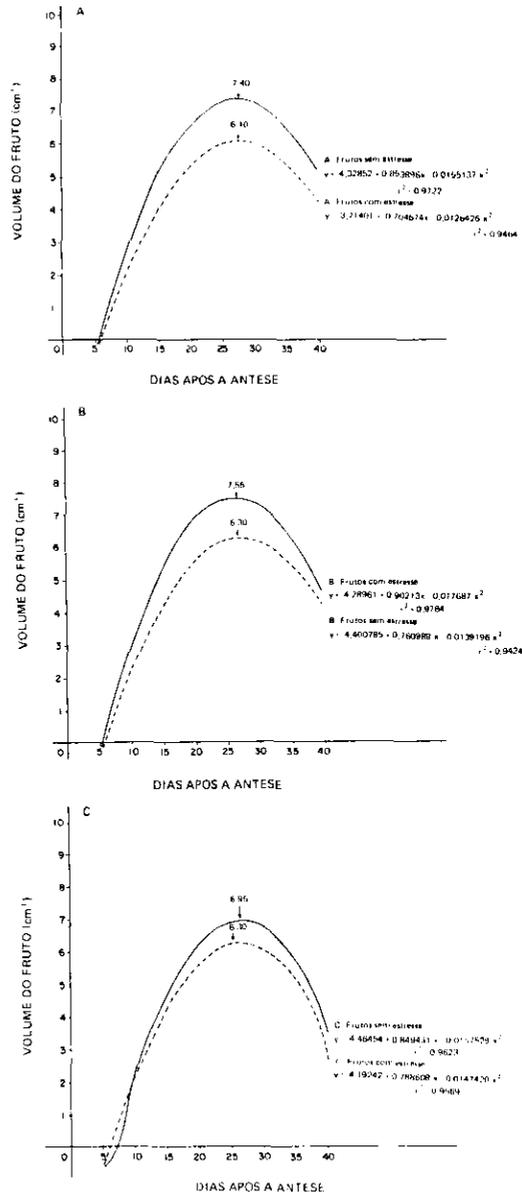


FIG. 1. Volume do fruto de feijão, cultivar Goiano Pracece, nos diferentes regimes de irrigação e mais a aplicação de estresse hídrico dentro de cada regime.

A - Volume de fruto originado de plantas irrigadas diariamente.

B - Volume de fruto originado de plantas irrigadas duas vezes por semana.

C - Volume de fruto originado de plantas irrigadas uma vez por semana; sem estresse hídrico ———; com estresse hídrico - - - - .

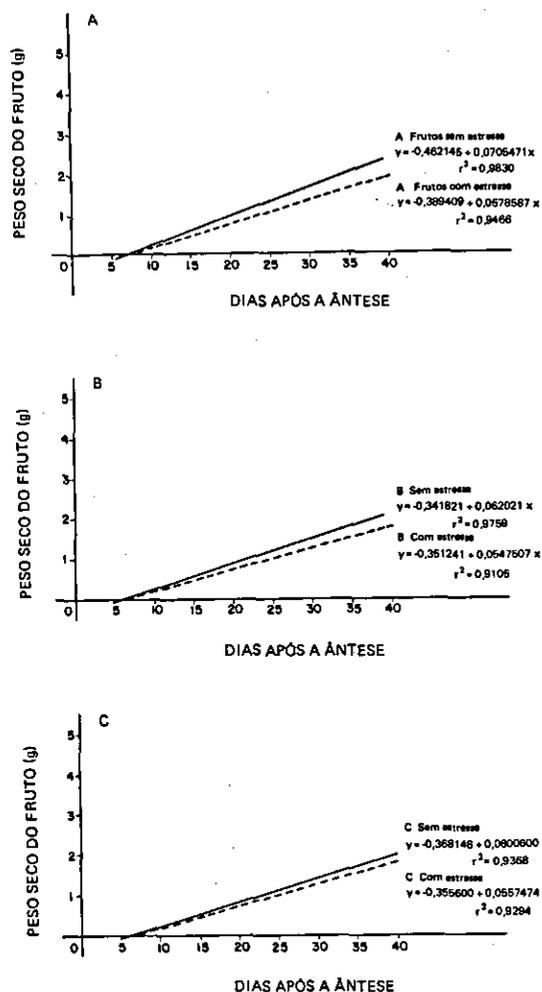


FIG. 2. Desenvolvimento do fruto de feijão, cultivar Goiano Precoce, nos três diferentes regimes de irrigação estudados.

- A - Peso seco de fruto originado de plantas irrigadas diariamente.
- B - Peso seco de fruto originado de plantas irrigadas duas vezes por semana.
- C - Peso seco de fruto originado de plantas irrigadas uma vez por semana; sem estresse hídrico —————; com estresse hídrico - - - - -.

de plantas com estresse hídrico foram $A > B = C$ (Fig. 1 A, B e C), ao 25^o dia após a antese, embora, no 40^o dia após a antese, os valores fossem $A \approx B > C$.

Peso Seco - Uma análise das mudanças do peso seco, nas diferentes fases do desenvolvimento do fruto de feijão, confirmou as diferenças no crescimento padrão exibido pela tomada do volume do fruto fresco. O peso do fruto, nas diferentes idades e nos diferentes regimes de irrigação e mais condições de estresse hídrico, exibiu crescimento padrão semelhante, embora existam diferenças no curso do crescimento. No final do desenvolvimento, ou seja, no 40^o dia após a antese, o peso seco dos frutos originados de plantas sem estresse hídrico, nos tratamentos estudados, apresentou valores $A > B > C$, embora, para os frutos originados de plantas com estresse hídrico, os valores fossem $A \approx B \approx C$ (Fig. 2 A, B e C), confirmando os dados obtidos através da tomada de volume.

DISCUSSÃO

O presente estudo foi feito com a intenção de entender o crescimento padrão do fruto de feijão sob influência de diferentes regimes de irrigação e a condição de estresse hídrico. Ficou evidenciada a influência da água no desenvolvimento e rendimento do fruto de feijão 'Goiano Precoce'. Os volumes encontrados nas diferentes fases de crescimento do fruto de plantas, nos três regimes de irrigação, sem estresse hídrico, foram sempre maiores do que aqueles de plantas com estresse hídrico. Mesmo entre os três regimes aplicados, sem influência do estresse hídrico, houve diferenças. O melhor desenvolvimento do fruto foi encontrado no tratamento A; entretanto, a água fornecida duas vezes por semana até capacidade de campo (30% peso/peso) foi o melhor esquema para maior produtividade, mostrando que nem muita água e nem pouca água é o ideal.

Estas nossas observações estão de acordo com as de Sinha et al. (1978).

O curso de desenvolvimento do fruto, seguido nos diferentes tratamentos estudados, indica que o aumento de volume ou peso, durante o curso de formação do fruto de feijão, é regulado por um mecanismo interno, condicionado pela própria planta, no qual a água tem participação importante. Verifica-se, também, que a quantidade de água a aplicar e a frequência de aplicação são condições para garantir a produtividade. Este tipo de meca-

nismo também foi sugerido por Hsu (1979), com respeito à semelhança do padrão de desenvolvimento da casca da semente, embrião e cotilédones.

Alguns pesquisadores têm mostrado a importância da parede do fruto no desenvolvimento da semente, como elemento fotossintetizante (Crookston et al. 1974), ou como reservatório de elementos necessários ao desenvolvimento da semente (Sinha et al. 1978), Khanna & Sinha 1976, Sinha & Sane 1976).

O peso do fruto (casca do fruto + semente), com valores crescente até o 40^o dia após a ântese, observados neste trabalho, são semelhantes àqueles encontrados por Sinha et al. (1978), em feijão-mungo, e por Hsu (1979), em duas cultivares de feijão TH e PT.

O método de medida de volume, adotado, parece bem prático e de amplo potencial de aplicação, sendo particularmente eficiente para medir o aumento do crescimento de frutos pequenos e de forma irregular. Segundo Hsu (1979), os processos de determinação do tamanho da semente, como: translocação de nutrientes das partes vegetativas para a parede do fruto e daí para as sementes em desenvolvimento; duração de multiplicação de células da parede do fruto e da semente; extensão da armazenagem do material sintetizado e seqüestração, podem ser afetados por vários mecanismos reguladores e, conseqüentemente, afetam o tamanho do fruto e semente. Mais investigações serão necessárias para determinar a exata natureza destes mecanismos e sua interação com água, temperatura e outros fatores, nos diferentes estádios de desenvolvimento do fruto e semente, e a interrelação entre parede do fruto e semente.

CONCLUSÕES

1. O fator água influencia no desenvolvimento do fruto de feijão cv. Goiano Precoce.
2. As plantas que receberam freqüência de ir-

rigação diária apresentaram melhor desenvolvimento do volume do fruto.

3. O método adotado para medida de volume pareceu bem prático e de amplo potencial de aplicação.

4. O método foi bem eficiente em medir o volume de frutos nos estádios iniciais do desenvolvimento e de forma irregular.

REFERÊNCIAS

- BRAVO, J.A.; FEHR, W.R. & CIANZIO, S.R. de. Use of pod width for indirect selection of seed weight in soybean. *Crop Sci.*, 20:507-10, 1980.
- CROOKSTON, R.K.; O'TOOLE, J. & OZBUN, J.L. Characterisation of the bean pod as a photosynthesizing. *Crop. Sci.*, 14:708-12, 1974.
- DAVIES, D.R. Studies of seed development in *Pisum sativum*. I. Seed size in reciprocal crosses. *Planta*, 124: 297-302, 1975.
- DOUTT, M.T. Anatomy of *Phaseolus vulgaris* L. var. Black. Valentine, East Lansing, Michigan Agricultural Experiment Station, 1932. (Michigan Agricultural Experiment. Michigan Technical Bulletin, 128).
- DUARTE, R.A. & ADAMS, M.W. A path coefficient analysis of some yield component interrelation in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Sci.*, 12: 579-82, 1972.
- FRANK, S.J. & FEHR, W.R. Association among pod dimension and seed weight in soybean. *Crop Sci.*, 21(4):547-50, 1981.
- HSU, F.C. A development analysis of seed in common bean. *Crop Sci.*, 19:226-30, 1979.
- HUDSON, L.W.; DIETZ, A.M. & PESHO, G.R. Bean inventory (*Phaseolus vulgaris* L.). Western Regional Plant Introduction. Pullman, Wash, 1973.
- KHANNA, R. & SINHA, S.K. Importance of fruit wall in seed yield of pea (*Pisum sativum* L.) and mustard (*Brassica campestris* L.). *Indian Exp. Biol.*, 14: 159-62, 1976.
- KIPPS, A.E. & BOULTER, D. Origins of the amino acids in pods and seeds of *Vicia faba* L. *New Phytol.*, 73: 675-84, 1974.
- SINHA, S.K.; GANAPARHY, P.S. & SAVITHRI, K.S. Fruit and seed development in mung beans (*Phaseolus aureus* Roxb.). *J. Agric. Sci., Camb.*, 90:551-6, 1978.
- SINHA, S.K. & SANE, P.V. Relative photosynthesis rate in leaves and fruit wall of peas. *Indian J. Exp. Biol.*, 14:592-4, 1976.
- YARNELL, S.H. Cytogenetics of the vegetable crops. IV. *Bot. Rev.*, 31:247-330, 1965.