

DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE FEIJÃO CV. GOIANO PRECOCE, EM DIFERENTES REGIMES DE IRRIGAÇÃO¹

SARASVATE HOSTALÁCIO² e IVANY F.M. VÁLIO³

RESUMO - O objetivo deste estudo foi observar a influência do fator água no crescimento e desenvolvimento do fruto do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Goiano Precoce. A influência da disponibilidade de água nas fases de prefloração, floração e frutificação foi especialmente observada. As plantas que receberam irrigação duas vezes por semana apresentaram melhor desenvolvimento vegetativo, ou seja, da ordem de 0,1910 g/g/dia e em torno de 0,243 mg/cm²/dia, com base no peso seco. A perda de botões florais provocada pelo estresse hídrico foi da ordem de 31,7% em plantas irrigadas diariamente; de 7,2% em plantas irrigadas uma vez por semana; em plantas irrigadas duas vezes por semana, 0%. Tanto as flores como os frutos foram fortemente afetados pela disponibilidade de água. Dentre todos os tratamentos estudados, observou-se, nos tratamentos sob estresse hídrico, maior percentual de perda (36 - 50%).

Termos para indexação: *Phaseolus*, frequência de irrigação, desenvolvimento da cultura, estresse de água em feijão.

BEAN PLANT CV. GOIANO PRECOCE DEVELOPMENT UNDER DIFFERENT IRRIGATION REGIMES

ABSTRACT - The influence of water on growth and development of fruits of bean plants *Phaseolus vulgaris* L. cv. Goiano Precoce was studied. The effect of water availability on the pre-flowering, flowering and fruiting stages received special attention. Plants under a twice a week irrigation regime showed the most rapid vegetative (relative growth rate = 0.1910 g/g/day and net assimilation rate = 0.243 mg/cm²/day). Abscission of flower buds was associated with changes in water stress: 31.7%, 7.2% and 0% in stressed plants that had been under irrigation every day, once a week and twice a week, respectively. Flowers and fruit set were also strongly affected by water availability; under water stress a higher percentage of abscission was observed in all the irrigation regimes studied (36% - 50%).

Index terms: *Phaseolus*, irrigation frequency, crop development, water stress in beans.

INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de alimentos e de recursos de água no mundo requer que a agricultura seja mais eficiente no uso da água, sem sacrifício da produção de alimentos e fibras. Tanto para uma agricultura irrigada como para a natural, é necessário melhor entendimento dos défices de água na planta e no solo, devido à sua influência no crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas.

A avaliação quantitativa do estresse hídrico é importante para uma série de programas de pesquisas, incluindo classe de solo e minerais. Contudo,

quando se faz uma avaliação da água do solo, da planta e dos estádios mais sensíveis do crescimento, que não corresponde à realidade devido a erros experimentais, os esforços efetivos de reabilitação do fator água-solo-plantas ficam seriamente limitados (Johnson & Brown 1977).

O feijão é um produto de grande importância mundial na alimentação dos povos, cujo cultivo localiza-se nas mais variadas condições, ou seja, vai desde as regiões ou períodos de cultivo dentro de regimes onde o regime pluviométrico é regular, até as condições áridas, onde é necessário cultivar com suprimento adequado de água a intervalos regulares, para garantir o rendimento adequado.

O Brasil, sendo um dos maiores produtores e consumidores de feijão, ainda necessita de conhecimentos dos padrões de desenvolvimento das fases críticas ou sensíveis aos défices de água.

De grande importância social e econômica, a cultura de feijão necessita de técnicos e de conhecimentos originados de um pesquisa de base regional. O comportamento de inúmeras cultivares exis-

¹ Aceito para publicação em 5 de janeiro de 1984.

Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à Univ. Estadual de Campinas, UNICAMP, São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração: Fisiologia Vegetal.

² Eng^o - Agr^o, Dr. Prof.-Adjunto de Fisiol. Veg., Dep. de Biol., Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, Caixa Postal 37 - CEP 37200 - Lavras, MG.

³ Biol., Ph.D., Prof.-Titular, Dep. de Fisiol. Veg. Inst. de Biol. UNICAMP - 13100 - Campinas, SP.

tentes, em relação à variação dos défices de água ao longo do ciclo fenológico, torna-se necessário para poder determinar o quanto, como e quando aplicar água em um cultivo de seca ou quando a estiagem se prolonga por muito tempo. Medina (1972) adverte que há necessidade de quantificar as quedas na produção de feijão em função da água necessária em cada fase do desenvolvimento.

Boyer & McPherson (1975) afirmam que o estresse hídrico severo limita a produção e que água é um fator crítico que deve ser tratado em pesquisa prioritária.

No momento, o conceito que se tem da influência dos défices de água no solo sobre o crescimento das plantas, uso da água pelas plantas e rendimento, é controlado diretamente por défices de água na planta e só indiretamente por défices de água no solo (Begg & Turner 1976). De fato, quando há um adequado suprimento de água no solo, os défices de água na planta podem ocorrer como resultado do aumento da demanda evaporativa para a atmosfera. Então, o déficit de água na planta que se desenvolve em uma situação particular, é o resultado de uma complexa combinação de fatores do solo, planta e atmosfera. A interação destes fatores controla a taxa de absorção e perda de água que, muitas vezes, cria a situação de déficit (Kramer 1969 Vaadia et al. 1961).

O objetivo deste trabalho foi o de estudar o comportamento das plantas de feijão cultivar Goiano Precoce, em diferentes regimes de irrigação e avaliar a influência da frequência de irrigação no crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como a condições de estresse hídrico aplicado a cada regime.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Fisiologia Vegetal do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, no ano de 1981.

A cultivar foi Goiano Precoce, de ciclo curto e crescimento determinado, obtida de sementes fornecidas pela Seção de Leguminosas do IAC (Instituto Agronômico de Campinas).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições.

Os tratamentos usados foram:

1. Irrigação diária, A.

2. Irrigação duas vezes por semana, B.

3. Irrigação uma vez por semana, C.

4. Aplicação de estresse hídrico no tratamento A.

5. Aplicação de estresse hídrico no tratamento B.

6. Aplicação de estresse hídrico no tratamento C.

O estresse consistiu na suspensão da frequência de irrigação de sete - onze dias no período de preflorescência, até a frutificação, para verificação da influência no percentual de abscisão, vingamento floral e estabelecimento de frutos.

O substrato usado nos vasos constou de uma mistura com 70% de solo tipo Latossolo Vermelho-Escuro e mais 30% de esterco de gado curtido. Esta mistura foi homogeneizada, peneirada e desinfetada com brometo de metila, à base de 80 cm³/m³, por período de 48 horas.

Fisicamente, a mistura do substrato do vaso foi caracterizada quanto à densidade do solo, determinada após enchimento dos vasos (Blake 1965 a), densidade de partículas (Blake 1965 b), volume total de poros (VTP), conforme Vomocil (1965), e curva característica de retenção de água (Freire & Scardua 1978).

O potencial matricial (ψ_m) do solo foi determinado conforme metodologia de Freire & Scardua (1978).

Os vasos de formato cônico, com capacidade de 6 litros, perfurados, enchidos com a mistura indicada até 5 cm da bordadura do vaso e adubados quimicamente com 3 g de adubo químico, à base de 8-26-16 kg/ha, tendo como fonte de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, sulfato de amônio, superfosfato e cloreto de potássio, distribuídos num sulco periférico a 5 cm de profundidade.

Para o plantio, os vasos foram irrigados uniformemente até a capacidade de campo, diariamente, até haver o desbaste. Foram plantadas cinco sementes em cada vaso, à profundidade de 2-3 cm. Após a germinação, realizou-se o desbaste. A partir daí, aplicou-se a frequência de irrigação de cada tratamento.

A obtenção dos dados dos parâmetros estudados foi feita através da amostragem, aos 15, 30, 40, 50 e 70 dias após o plantio. Nestas épocas, determinou-se o comprimento da haste principal, o peso seco da parte aérea e subterrânea, e área foliar.

Para determinação do peso seco das plantas estudadas, fez-se a secagem do material, em estufa com circulação de ar a 80°C, por 48 horas, até a obtenção de peso constante (Magalhães 1979).

Para estimar a área foliar, utilizou-se um perfurador de discos de folhas, a fim de relacionar o peso seco da área conhecida do disco com o peso seco das folhas de cada planta (Magalhães 1979). As raízes foram coletadas de cada planta, lavadas em peneira de náilon sob jatos de água, em seguida, secadas e pesadas.

O controle do número de botões florais, flores e frutos foi feito duas vezes por dia, durante o período de floração, para cada planta. O botão floral considerado apresentava tamanho de 3 a 6 mm, sépalas verdes cobrindo quase totalmente as pétalas que apenas se mostravam unidas;

as flores de tamanho maior apresentavam as pétalas abertas de coloração roxo-clara, tipo papílio, cobrindo as sépalas verdes pequenas; os frutos, tipo legume, de 10 mm, de cor verde, piloso. Para esse controle, foram marcados, inicialmente, os botões, depois flores e frutos, com lã, utilizando-se diferentes cores ou tantas combinações de 2 a 2 etc., a fim de obter os frutos de diferentes idades para estudos físicos, conforme Ramalho & Ferreira (1979), modificado.

Para cálculos dos parâmetros de análise do crescimento, usou-se o método internacional, conforme Watson (1952), Blackman (1968), Radford (1967) e Magalhães (1979).

Para cálculo usou-se a fórmula:

$$\text{TCR} = \frac{I_n P_2 - I_n P_1}{t_2 - t_1}, \text{ onde } P_2 \text{ e } P_1 = \text{crescimento}$$

(em peso seco) nos tempos t_2 e t_1 , respectivamente; estes valores foram os pontos extremos da regressão, ou seja Y calculado.

Para o cálculo usou-se a fórmula:

$$\text{TAA} = \frac{P_2 - P_1}{A_2 - A_1} \times \frac{I_n A_2 - I_n A_1}{t_2 - t_1}, \text{ onde } A_2 \text{ e } A_1$$

representam as áreas ocupadas pelas folhas no período de tempo $t_2 - t_1$.

RESULTADOS

O comprimento da haste principal das plantas de feijão cultivar Goiano Precoce, nos três regimes de irrigação, é mostrado na Fig. 1a. Verifica-se que entre os tratamentos estudados, a análise de variância indicou diferenças significativas. As plantas que receberam suprimento de água, duas vezes por semana, apresentaram melhor desenvolvimento, cuja taxa de crescimento relativo foi de $0,018 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$. As plantas que receberam suprimento de água diariamente e uma vez por semana, apresentaram uma taxa de crescimento relativo de $0,015 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, mostrando que o excesso, como a escassez de água, prejudica o crescimento da haste principal nas condições em que se realizou o experimento (os cálculos das taxas foram feitos tomando por base os dois pontos extremos da equação). Levando em consideração o ciclo vegetativo, a taxa de crescimento relativo para o tratamento foi:

$$\begin{aligned} A &= 0,015 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1} \\ B &= 0,018 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1} \\ C &= 0,015 \text{ cm.cm}^{-1}.\text{dia}^{-1} \end{aligned}$$

O valor final do comprimento da haste principal para cada tratamento foi:

$$\begin{aligned} A &= 61,609 \text{ cm} \\ B &= 63,730 \text{ cm} \\ C &= 45,177 \text{ cm} \end{aligned}$$

Estes dados mostram claramente que o fator água é importante para o desenvolvimento da parte aérea das plantas de feijão.

O peso seco da parte aérea das plantas de feijão cultivar Goiano Precoce, nos três regimes de água estudados, é mostrado na Fig. 1b. A análise de variância indicou diferenças altamente significativas entre épocas e regimes estudados. A taxa de crescimento relativo, com base no peso seco a partir de 0 - 70 dias após a antese, foi:

$$\begin{aligned} A &= 0,1855 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1} \\ B &= 0,1910 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1} \\ C &= 0,1855 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1} \end{aligned}$$

O valor do peso seco final para cada um dos tratamentos estudados foi:

$$\begin{aligned} A &= 22,988 \text{ g} \\ B &= 29,156 \text{ g} \\ C &= 19,788 \text{ g} \end{aligned}$$

Estes dados confirmam a importância do fator água no desenvolvimento da parte aérea.

Nota-se, pela Fig. 1c, que o desenvolvimento do sistema radicular, medido com base no peso seco, foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, entre os tratamentos estudados. A taxa de crescimento relativo da parte subterrânea para os tratamentos estudados foi:

$$\begin{aligned} A &= 0,0175 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1} \\ B &= 0,0193 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1} \\ C &= 0,0115 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1} \end{aligned}$$

O peso seco por planta no final do ciclo para os tratamentos estudados foi:

$$\begin{aligned} A &= 1,819 \text{ g} \\ B &= 1,859 \text{ g} \\ C &= 0,937 \text{ g} \end{aligned}$$

Estes dados também mostram que o fator água é importante para o desenvolvimento do sistema radicular.

Os dados referentes ao desenvolvimento da área foliar estão expressos na Fig. 2, com um comportamento crescente até o 50º dia. A análise de variância acusou valores altamente significativos entre época, regimes e épocas dentro de regimes, nos diferentes tratamentos estudados. Os três regimes de água apresentaram valores para área foliar crescen-

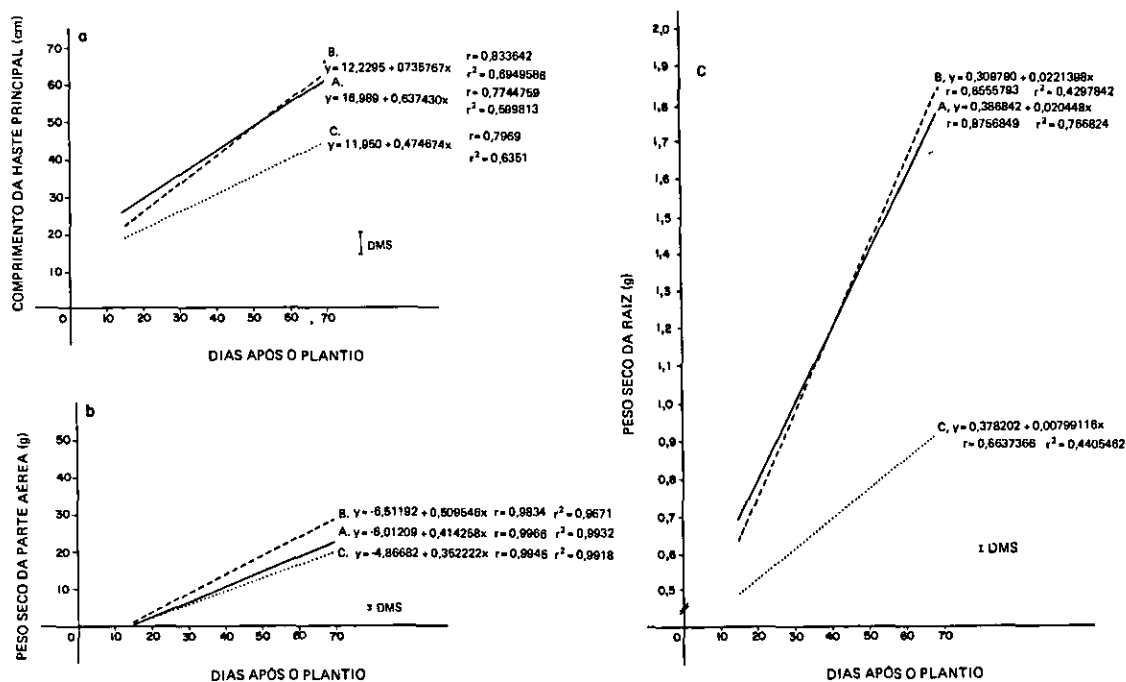


FIG. 1. Variação de algumas características do feijão Goiano Precocce, em diferentes regimes de irrigação.

(a) Comprimento da haste principal.

(b) Peso seco da parte aérea.

(c) Peso seco da parte subterrânea.

sendo: A - irrigado diariamente

B - irrigado duas vezes por semana

C - irrigado uma vez por semana

tes até o 50^o dia, quando atingiram o máximo, mas com valores diferentes. O melhor tratamento foi aquele em que as plantas receberam suprimento de água duas vezes por semana (B, com área máxima de 3.248,82 cm² por planta, seguido pelo tratamento A = 2.518,87 cm² e C = 2.512,90 cm²). A partir do 50^o dia, as plantas do tratamento B, praticamente, mantiveram estes valores enquanto as plantas dos tratamentos A e C apresentaram uma queda em seus valores.

A taxa de crescimento relativo da área foliar por planta, para os tratamentos estudados, foi:

$$A = 0,0197 \text{ cm}^2 \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$$

$$B = 0,0250 \text{ cm}^2 \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$$

$$C = 0,0228 \text{ cm}^2 \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$$

A área média dos tratamentos estudados foi:

$$A = 1.830,61 \text{ cm}^2$$

$$B = 2.326,23 \text{ cm}^2$$

$$C = 1.794,48 \text{ cm}^2$$

A eficiência do sistema assimilador é observado através das taxas assimilatórias aparentes nos tratamentos estudados:

$$A = 0,2414 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$$

$$B = 0,2435 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$$

$$C = 0,2147 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Isto indica que o tratamento B, em que as plantas receberam uma quantidade de água melhor distribuída, apresentou a melhor contribuição durante o período. A função quadrática indica muito bem o comportamento das plantas nos três regimes estudados.

Os resultados dos componentes do rendimento estudados nos regimes de irrigação e mais a aplicação do estresse hídrico dentro de cada regime estão apresentados na Tabela 1.

Observando-se a Tabela 1, verifica-se que houve diferenças significativas entre regimes e mais a influência do estresse hídrico dentro de cada regime.

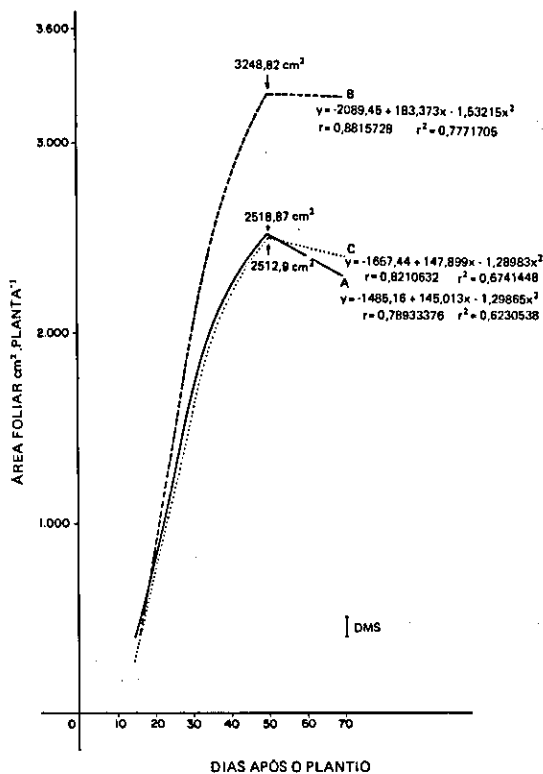


FIG. 2. Variação da área foliar do feijão Goiano Precoce em diferentes regimes de irrigação.
 A - plantas irrigadas diariamente.
 B - plantas irrigadas duas vezes por semana.
 C - plantas irrigadas uma vez por semana.

Analisando-se a influência dos regimes de irrigação sem estresse hídrico, nota-se que, de A para B, houve redução no número de botões florais da ordem de 19,30; de B para C, uma redução de 8,30 no número de frutos. Quando houve suspensão da frequência de irrigação dentro de cada regime, constata-se que só em A e C houve redução do número de botões florais da ordem de 24,80 e 3,90 respectivamente, quando se comparam plantas com e sem estresse. Em termos percentuais, a redução de botões florais atingiu 31,70% no tratamento A, e 7,72% em C, de responsabilidade do estresse hídrico 24,71% de A para B, e de 14,10% de B para C, sem estresse hídrico.

O número de flores estabelecidas foi afetado de modo significativo pela frequência de irrigação e também pela aplicação do estresse hídrico, dentro de cada regime de irrigação testado. A aplicação do estresse hídrico reduziu em 19,10 o número de flores estabelecidas no tratamento A; em 9,70 no B; e em 2,30 no C (em termos percentuais A = 37,97; B = 24,18%; e C = 7,16%). As plantas do tratamento A sem aplicação do estresse hídrico apresentaram uma redução de 27,80 botões florais que não produziram flores estabelecidas; no tratamento B tal redução foi de 18,70; e no C, de 18,40 (em termos percentuais A = 35,60%, B = 31,80% e C = 36,40% atribuídos a outros fatores). Com aplicação do estresse hídrico, a perda de botões florais que não produziram flores estabelecidas no tratamento A, foi de 41,46%; no B, de 49,50%; e no C, de 36%,

TABELA 1. Diferentes características de reprodução e produção de plantas de feijão, cultivar Goiano Precoce.

| Características | Tratamentos | | | | | | DMS |
|------------------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| | A | | B | | C | | |
| | s/stress | c/stress | s/stress | c/stress | s/stress | c/stress | |
| Número de botões florais | 78,10 | 53,30 | 58,80 | 60,20 | 50,50 | 46,60 | 17,75 |
| Número de flores estabelecidas | 50,30 | 31,20 | 40,10 | 30,40 | 32,10 | 29,80 | 9,09 |
| Número de frutos estabelecidos | 17,00 | 12,70 | 17,40 | 12,80 | 14,00 | 13,60 | 2,36 |
| Número de frutos não estabelecidos | 33,30 | 18,50 | 22,70 | 17,60 | 18,10 | 16,20 | 6,53 |
| Número de sementes por fruto | 4,60 | 3,40 | 4,60 | 3,10 | 3,50 | 3,30 | 0,32 |
| Peso de sementes (g) | 1,80 | 1,30 | 1,70 | 1,20 | 1,30 | 1,20 | 0,05 |
| Peso seco da casca do fruto (g) | 0,50 | 0,47 | 0,56 | 0,43 | 0,42 | 0,36 | 0,003 |

Valores reais (média de dez repetições).

também de responsabilidade de outros fatores não controlados.

Observa-se que, quando se compara o número de flores estabelecidas com o de frutos estabelecidos, verifica-se redução no tratamento A sem estresse de 33,30 frutos, e com estresse, de 18,50; no tratamento B sem estresse de 22,70 frutos, e com estresse, de 17,60; e no tratamento C sem estresse de 18,10 frutos, e com estresse, de 16,20. Em termos percentuais, nota-se que, entre os três regimes estudados, a redução foi de A = 25,29%, B = 26,43% e C = 2,85%, valores esses altamente comprometedores da produção.

Relacionando-se o número de frutos estabelecidos com o número de botões florais estabelecidos em cada tratamento, verifica-se que houve redução ainda maior do número de botões que não produziram frutos, ou seja, A sem estresse = 61,10 frutos, A com estresse = 40,60 frutos; B sem estresse = 41,40 frutos, B com estresse = 47,80 frutos; C sem estresse = 36,50 frutos e C com estresse = 33 frutos. A condição de estresse hídrico aplicada a cada tratamento afetou o número de frutos estabelecidos com redução da ordem A = 4,30 frutos, B = 4,60 frutos e C = 0,40 frutos. Assim, tanto os regimes de irrigação como a condição de estresse hídrico, aplicada dentro de cada regime, afetaram consideravelmente o potencial de produção das plantas de feijão.

O número de frutos não estabelecidos foi obtido pela diferença entre o número de flores estabelecidas e o número de frutos estabelecidos em cada regime estudado. A aplicação de estresse dentro de cada regime confirma que o fator água influencia no estabelecimento dos frutos, cuja redução também compromete muito a produção final da cultura.

O número de sementes por fruto apresentou diferenças altamente significativas nos regimes A e B, influenciadas pela aplicação do estresse hídrico; já no regime C, não houve influência. Quando se comparam os regimes A e C sem estresse hídrico, verifica-se que houve uma redução de 1,10 semente de responsabilidade apenas da frequência de irrigação. As diferenças atribuídas ao estresse hídrico A, B e C atingiram 1,20; 1,50 e 0,20 semente, respectivamente. Estes valores representam muito em cultivo por área.

O peso seco das sementes, nos tratamentos estudados, foi afetado significativamente ao nível de 5% de probabilidade. As reduções mostradas na Tabela 1 são valores que também comprometem a produção por planta e por área.

O peso seco da casca do fruto de feijão foi afetado tanto pelos regimes quanto pela condição de estresse hídrico aplicado nos regimes. Verifica-se que as diferenças existentes relacionadas com o fator água são importantes na avaliação da matéria seca total rendida por planta.

DISCUSSÃO

Os coeficientes de regressão e de determinação para as funções obtidas para avaliar as mudanças no comprimento da haste principal, peso seco da parte aérea e subterrânea, mostram o hábito de crescimento da cultivar Goiano Precoce nos três regimes de irrigação (Fig. 1a, b e c).

A análise do crescimento indica, claramente, que, durante o ciclo do desenvolvimento da cultivar Goiano Precoce nos três regimes estudados, as plantas que melhor rendimento apresentaram foram do tratamento B, irrigadas duas vezes por semana. Em todos os parâmetros estudados, foi confirmado o melhor comportamento do tratamento B, com bom desenvolvimento e rendimento. Essa alta produtividade deve-se à maior taxa de crescimento relativo da parte aérea e subterrânea, com maior TAA (taxa de assimilação aparente) e melhor aproveitamento do potencial do sistema assimilador, o que também foi evidenciado por (Karamanos 1978, Robitaille 1978 e Farah 1981).

Neste estudo evidencia-se o papel importante da água no crescimento das partes aérea e subterrânea, cujas diferenças mostradas indicam que tanto o excesso de água como a escassez podem prejudicar o desenvolvimento das plantas de feijão.

Existem evidências que sugerem que quando a água não é limitada, o crescimento da parte aérea e subterrânea é bem maior e, mais efetivamente, a expansão foliar pode ter uma relação linear com a temperatura (Dale 1965, Williams & Biddiscombe 1965 e Bull 1968).

A área foliar máxima e o peso seco total por

planta, atingido nos diferentes tratamentos estudados, foram melhores no tratamento B (Fig. 1a, b, c e 2), ou seja, com irrigação duas vezes por semana.

Segundo Williams et al. (1965), Shibles & Weber (1965) e Farah (1981), havendo maior número de folhas, com maior tamanho das folhas durante o período, possivelmente, uma maior proporção da irradiação interceptada permite melhor desenvolvimento das plantas; muitas vezes, a irradiação tem uma relação linear para as taxas de crescimento da cultura.

Os resultados confirmam a relação discutida aqui e indicam que existiu uma área foliar máxima para o crescimento da cultivar Goiano Precoce, quando as plantas receberam irrigação duas vezes por semana. Isto pode sugerir que a acumulação de matéria seca foi máxima, quando a área foliar máxima foi encontrada no período de tempo mais curto após o plantio (Watson & French 1962, Whitehead & Myerscough 1962).

Os resultados para os componentes do rendimento, apresentados na Tabela 1, mostram que do potencial grande existente, ou seja, número de botões florais, perde-se muito em função dos três regimes de suprimento de água. Os défices provocados em cada tratamento tiveram também, alguma influência sobre a redução de produtividade da cultura. O período compreendido entre a pré e a plena floração, ou seja, de 20-30 dias após a germinação, é crítico. Os défices provocados neste período reduziram o rendimento da cultura 25-35%. Estes resultados são concordantes com os de Kattan & Fleming 1956, Magalhães et al. 1979, Robins & Domingo 1976.

Para se ter uma idéia da extensão do problema, basta analisar a perda de botões florais em relação ao número de flores estabelecidas mesmo nas melhores condições de irrigação. Nas plantas condicionadas à falta de água, mas dentro do limite de tolerância (irrigação das plantas uma vez por semana), as perdas foram menores, embora a produção tenha caído muito, pois o potencial reprodutivo já estava bem reduzido pela própria condição de água imposta ao tratamento. Isto mostra também a amplitude do aspecto da influência da água nos diferentes órgãos da planta e nas diferentes fases de desenvolvimento. Uma correlação bastante alta en-

tre rendimento por planta e percentagem de abscisão de flores foi registrada em feijão por Binkley (1932) e Subhadrabandhu et al. (1978).

Estas observações estão de acordo com as de Kogbe (1972), Sinha et al. (1978), Ramalho & Ferreira (1979), Izquierdo & Hosfield (1981).

Também os regimes estudados e a condição de estresse hídrico, imposta a cada regime, afetam significativamente o número de semente por fruto. Este aspecto foi também observado por Kogbe (1972), em plantas de feijão.

O peso seco de sementes também sofreu este tipo de influência quanto ao fator água. Já o peso seco da casca do fruto também foi influenciado pelos regimes de água e condição de estresse hídrico dentro dos regimes.

Neste estudo, os efeitos da água nos componentes do rendimento são muito claros. Tal fato pode estar associado à sensibilidade desta cultivar ao estresse hídrico, observado durante os intervalos, nas fases críticas.

Concluiu-se que, para obter uma produção de, pelo menos, 80% da produção potencial (número máximo possível de botões relacionados com os frutos estabelecidos), não pode faltar água para a cultura da cultivar Goiano Precoce na fase antes da floração à plena floração. Assim, há necessidade de uma análise de vários fatores para melhorar as propriedades do potencial reprodutivo.

CONCLUSÕES

1. O estudo revelou que frequência de irrigação afeta o comportamento das plantas de feijão 'Goiano Precoce' e que condição de estresse reduz os valores dos componentes de produção.

2. As plantas que receberam frequência de irrigação, duas vezes por semana, apresentaram melhor desenvolvimento, maiores taxas de crescimento relativo e menor percentagem de perda dos componentes de rendimento.

3. Para melhor esclarecimento do fator água na cultura do feijoeiro, há necessidade de quantificar a exigência da água quanto às fases mais críticas da cultivar.

REFERÊNCIAS

BEGG, J.E. & TURNER, N.C. Crop water deficits. Adv. Agron., 28:161-217, 1976.

- BINKLEY, A.M. The amount of blossom and pod drop on six varieties of garden beans. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., New York, 29:489-92, 1932.
- BLACKMAN, G.E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. In: ECKARDT, F.E. ed. Functioning of terrestrial ecosystems at the primary production level. Paris, UNESCO, 1968. p.243-59.
- BLAKE, G.R. Bulk density. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis, physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling. Madison, Am. Soc. Agron., 1965a. p.374-90.
- BLAKE, G.R. Particle density. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis, physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. Madison, Am. Soc. Agron., 1965b. p.371-3.
- BOYER, J.S. & MCPHERSON, H.G. Physiology of water deficits in cereal crops. Adv. Agron., 27:1-23, 1975.
- BULL, T.A. Expansion of area per plant in field beans (*Vicia faba* L.), as related to daily maximum temperature. J. Appl. Ecol., 5:61-8, 1968.
- DALE, J.E. Leaf growth in *Phaseolus vulgaris*. II. Temperature effects and the light factor. Ann. Bot., 29:293-308, 1965.
- FARAH, S.M. An examination of the effects of water stress on leaf growth of crops of field beans (*Vicia faba* L.). I. Crop growth and yield. J. Agric., Sci., Camb., 96:327-36, 1981.
- FREIRE, J.C. & SCARDUA, R. Curvas características de retenção de água de um Latossolo Roxo Distrófico do município de Lavras, Minas Gerais. R. bras., Ci. Solo, 2:95-8, 1978.
- IZQUIERDO, J.A. & HOSFIELD, G.L. A collection receptable for field abscission studies in common beans. Crop Sci., 21:622-5, 1981.
- JOHNSON, D.A. & BROWN, R.W. Psychrometric Analysis of Turgor Pressure Response: A possible technique for evaluating plant water stress resistance. Crop Sci., 17:507-10, 1977.
- KARAMANOS, A.J. Water stress and leaf growth of field beans (*Vicia faba* L.) in the field: Leaf number and total leaf area. Ann. Bot., 42:1393-402, 1978.
- KATTAN, A.A. & FLEMING, J.W. Effect of irrigation at specific of stages of development on yield, quality, growth and composition of snap beans. Proc. Soc. Hort. Sci., 68:328-42, 1956.
- KOGBE, J.O.S. Factors influencing yield variation of field bean (*Vicia faba* L.). s.l. University of Nottingham, 1972. Tese Doutorado.
- KRAMER, P.J. Plant and soil water relationships: a modern synthesis. New York, McGraw-Hill, 1969. 482p.
- MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, EPU: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. p.331-50.
- MAGALHÃES, A.A.; MILLAR, A.A. & CHOUDHURY, E.N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. Turrialba, 29:269-73, 1979.
- MEDINA, J.C. Aspectos gerais sobre feijão. Viçosa, MG. Imprensa Universitária, UFV, 1972. 160p.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae: their use and abuse. Crop Sci. 7:171-5, 1967.
- RAMALHO, M.A.P. & FERREIRA, M.M. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em relação ao florescimento e vingamento das vagens. Ci. e Prát., Lavras, 3:80-4, 1979.
- ROBINS, J.S. & DOMINGO, C.E. Moisture deficits in relation to growth and development of dry beans. Agron. J., 48:488-92, 1976.
- ROBITAILLE, H.A. Dry matter accumulation pattern in indeterminate *Phaseolus vulgaris* L. cultivar. Crop Sci., 18:740-3, 1978.
- SHIBLES, R.M. & WEBER, C.R. Leaf area, solar radiation interceptions and dry matter production by soybeans. Crop. Sci., 5:575-8, 1965.
- SINHA, S.K.; GANAPATHY, P.S. & SAVITHRI, K.S. Fruit and seed development in mung beans (*Phaseolus aureus* Roxb). J. Agric. Sci., Cam., 90:551-6, 1978.
- SUBHADRABANDHU, A.; ADAMS, M.W. & REICOSKY, D.A. Abscission of flowers and fruits in *Phaseolus vulgaris* L.I. Cultivar differences in flowering pattern and abscission. Crop Sci., 18:897-6, 1978.
- VAADIA, Y.; RANEY, F.C. & HAGAN, R.M. Plant water deficits and physiological processes. Ann. Rev. Plant Physiol., 12:265-92, 1961.
- VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. ed. Methods of soil analysis, physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling, Madison, Am. Soc. Agron., 1965. p.299-314.
- WATSON, D.J. The physiological basis of variation in yield. Adv. Agron., 4:101-45, 1952.
- WATSON, D.J. & FRENCH, S.A.W. An attempt to increase yield by controlling leaf area index. Ann. Appl. Biol., 50:1-10, 1962.
- WHITEHEAD, F.H. & MYERSCOUGH, P.J. Growth analysis of plants. The ratio of mean relative growth rate to means relative of leaf area increase, New Phytol., 61:314-21, 1962.
- WILLIAMS, C.N. & BIDDISCOMBE, E.F. Extension growth of grass tillers in the field. Aust. J. Agric. Res., 16:14-22, 1965.
- WILLIAMS, C.N.; LOOMIS, W.G. & LEPLEY, C.R. Vegetative growth of corn as affected by population density. II. Components of growth, net assimilation rate and leaf area expansion. Crop Sci., 5:215-21, 1965.