

**EFEITO DE MÉTODOS DE CONTROLE DA IRRIGAÇÃO NO  
DESENVOLVIMENTO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.), SOB  
DIFERENTES TENSÕES ÁGUA DO SOLO**

**João Baptista Chieppe Júnior**

*UPFMC/EMATER, Cx. Postal 331, CEP 74610-060 - Goiânia, GO*

*Fone: (062)622-0125/987-8447*

**Antonio Evaldo Klar**

*Dep. de Eng. Rural – FCA-UNESP, Cx. Postal 237, CEP 18603-970 - Botucatu, SP, Fone*

*(014)820-7165; klar@fca.unesp.br*

**Luis Fernando Stone**

*Embrapa Arroz e Feijão, Cx. Postal 179, CEP 74001-970 – Goiânia, GO*

**I RESUMO**

O trabalho objetivou estudar o efeito de métodos de controle da irrigação, sob diferentes tensões de água do solo, no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Os tratamentos resultaram da combinação de três métodos de controle da irrigação (tensiômetro - curva de retenção da água do solo; tanque USWB "Classe A" - curva de retenção da água do solo; e tensiômetro - tanque USWB "Classe A") e três tensões mínimas de água do solo (30 kPa todo ciclo, 60 kPa todo ciclo e 60 kPa fase vegetativa e 30 kPa fase reprodutiva) perfazendo nove tratamentos, obedecendo delineamento experimental de blocos ao acaso com esquema fatorial  $3^2$  e três repetições. O experimento foi conduzido durante o período de junho a setembro de 1995, na Estação Experimental "Filostro Machado Carneiro", da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Goiás (EMATER-GO), localizada no município de Senador Canedo, GO, a  $16^{\circ}41'$  de latitude sul,  $49^{\circ}16'$  de longitude oeste e 741 m de altitude, num latossolo vermelho-escuro.

O crescimento e desenvolvimento do feijoeiro foram avaliados pela análise de crescimento funcional, baseado na produção de matéria seca total e área foliar obtidos de coletas periódicas de amostras de plantas. Verificou-se que as tensões de controle da irrigação não afetaram significativamente o índice de área foliar e a matéria seca total.

**UNITERMOS:** matéria seca total, índice de área foliar, tensiômetro, tanque "Classe A".

**CHIEPPE JR., J.B., KLAR, A.E., STONE, L.F. EFFECT OF METHODS OF IRRIGATION CONTROL ON GROWTH OF COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) UNDER DIFFERENT SOIL WATER TENSIONS.**

## **2 ABSTRACT**

This study had the objective of studying methods of irrigation control under different soil water tensions on growth and yield of common bean. The treatments were a combination of three methods of irrigation control (tensiometer - soil water retention curve; USWB "Class A" pan - soil water retention curve; and tensiometer - USWB "Class A" pan) and three minimum soil water tensions (30 kPa for all plant cycle; 60 kPa for all plant cycle; 60 kPa for the vegetative phase and 30 kPa for the reproductive phase). The experiment had nine treatments; the experimental design had randomized blocks, a factorial  $3^2$  with three replicates. The experiment was carried out during June to September 1995 at Estação Experimental "Filostro Machado Carneiro"; Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Goiás (EMATER-GO), situated at Senador Canedo, GO, 16°41' south latitude, 49°16' west longitude and 741 m high. The soil was a latossol dark-red.

Growth and development of plants were evaluated through functional growth analysis, based on dry matter production and leaf area obtained from periodic harvests of plant samples. The tensions of irrigation control did not affect significantly the leaf area index and total dry weight.

**KEYWORDS:** total dry weight, leaf area index, tensiometer, tank "Class A".

## **3 INTRODUÇÃO**

A prática da agricultura no cerrado brasileiro tem apresentado desenvolvimento agrícola acelerado nos últimos anos, elevando significativamente sua participação na produção nacional de alimentos e matérias primas (Ker et al., 1992).

Por outro lado, devido à estacionalidade da distribuição pluvial, aliada à presença de estiagens durante o período chuvoso, denominadas regionalmente de veranicos, a adoção da tecnologia de irrigação tem-se constituído em uma das alternativas para proporcionar a estabilidade da produção agrícola no período chuvoso e garantir o cultivo na época da seca (Urchei, 1996).

O feijão é a principal das grandes culturas semeadas no outono/inverno na região Centro-Oeste, sob irrigação por aspersão. Em níveis de produtividade, têm-se conseguido

rendimentos geralmente superiores a 1.500 kg/ha, bem maiores que os obtidos sem irrigação nas outras épocas de semeadura. Esses rendimentos são tanto mais elevados quanto maiores e mais apropriados os níveis de tecnologia utilizados pelos produtores, podendo ultrapassar 3.000 kg/ha (Silveira et al., 1996). O feijão destaca-se, porque ainda é a principal fonte protéica de origem vegetal, bem aceita por todas as camadas da população brasileira e, segundo Fancelli (1990), o consumo diário no Brasil, situa-se entre 46 a 52 g/pessoa-dia, o que representa uma média bastante elevada.

Stone & Pereira (1994) relatam que mais de 70% das raízes do feijoeiro irrigado concentram-se nos primeiros 20cm de profundidade do solo e, cerca de 90% delas situam-se na camada de 0-40cm. Porém, irrigações muito freqüentes não tem sido recomendadas, por aumentarem os custos de produção e as perdas de água por evaporação.

É necessário, portanto, estabelecer uma metodologia adequada de controle da irrigação por aspersão. Existem muitas opções e critérios para controle da irrigação, tanto quanto à época como em relação à quantidade de água a aplicar. A aplicação da tecnologia mais adequada consiste no conhecimento e correta utilização de equipamentos, coleta e interpretação constante dos dados e um eficaz controle da irrigação com uma constante orientação técnica (Silva, 1988).

Além disso, a irrigação por aspersão exige o uso de energia para a geração da pressão de trabalho requerida. O alto custo atual da energia, aliado aos demais custos da cultura irrigada, encarece o preço do insumo água, que deve ser usado de forma economicamente otimizado.

Com isso, considerando que há grande número de produtores que estão utilizando a irrigação por aspersão em feijoeiro nas regiões do cerrado sem nenhum controle eficaz do uso da água e energia, tornando oneroso o sistema agrícola, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de estudar o efeito dos métodos de controle da irrigação sob diferentes tensões, no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso no esquema fatorial  $3^2$ , com três repetições. Os tratamentos resultaram da combinação de três métodos de controle da irrigação e três tensões de água no solo, assim caracterizados:

##### **Método 1 - Tensiômetro e curva característica da água no solo**

Neste método, os tensiômetros foram instalados na linha de semeadura nas profundidades de 15cm (tensiômetro de decisão, que indica o momento de se fazer a irrigação) e 30cm (tensiômetro de controle, que indica o quanto de lâmina de água a aplicar na irrigação), com uma bateria por tratamento.

Durante o desenvolvimento da cultura, as leituras dos tensiômetros foram feitas diariamente, às 09:00 horas. Com a curva característica da água no solo (Figura 1) a lâmina de água a ser aplicada foi calculada pela Equação 1, de acordo com as leituras dos tensiômetros na tensão estabelecida para cada tratamento, procurando sempre elevar a

umidade do solo para próximo à capacidade de campo (6 kPa), para um solo de classe textural argilo arenosa (Quadro 1).

$$LL = 10 (\theta_i - \theta_a) H \quad (1)$$

onde: LL - lâmina de irrigação (mm);

$\theta_i$  - umidade do solo correspondente a 6 kPa ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ );

$\theta_a$  - umidade à tensão correspondente a cada tratamento ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ );

H - altura da camada do solo representativo do sistema radicular da cultura (30 cm).

Os tratamentos foram os seguintes:

Tratamento ( $M_{1,1}$ ) - tensão mínima de água do solo de 30 kPa (todo o ciclo);

Tratamento ( $M_{1,2}$ ) - tensão mínima de água do solo de 60 kPa (todo o ciclo);

Tratamento ( $M_{1,3}$ ) - tensões mínimas de 60 kPa (fase vegetativa, até 30-35 dias) e de 30 kPa (fase reprodutiva).

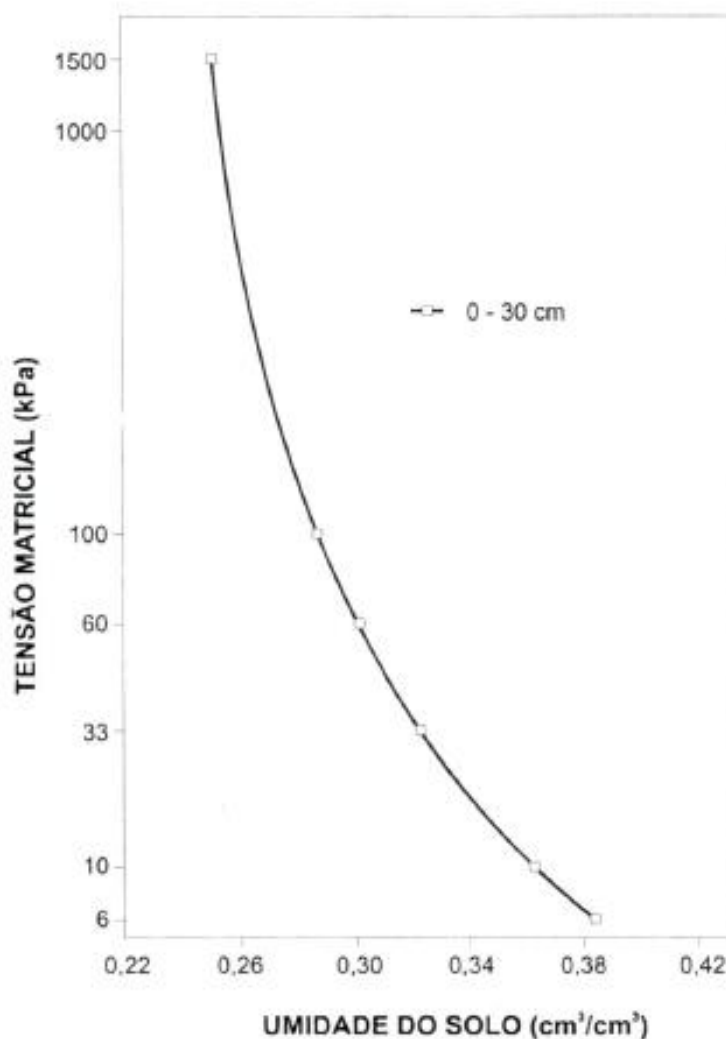


Figura 1 - Curva de retenção da água no solo.

Quadro 1 - Resultados da análise granulométrica e classe textural do solo, da área experimental (\*).

Profundidade (cm)	Granulometria (g/kg)			Classe textural
	Areia	silte	argila	
0 - 20	490	110	400	Argilo arenoso
20 - 40	450	100	450	Argilo arenoso

(\*) Análise realizada no laboratório de Física do Solo da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

### Método 2 - Tanque USWB "Classe A" e curva característica da água no solo

A lâmina de água aplicada foi calculada pela Equação (1) em função da curva característica da água no solo correspondente à tensão estabelecida para cada tratamento. Desta maneira, irrigou-se toda vez que a evapotranspiração máxima da cultura, calculada pela Equação (1), entre uma irrigação e outra, atingiu essa lâmina fixa.

$$E_{tm} = ECA \cdot K_p \cdot K_c \quad (1)$$

onde:

- $E_{tm}$  - evapotranspiração máxima da cultura (mm/dia);
- ECA - evaporação do tanque "Classe A" (mm/dia);
- $K_p$  - coeficiente do tanque, que leva em conta o clima e o meio circundante ao tanque "Classe A", apresentado em Doorenbos & Kassan (1979);
- $K_c$  - coeficiente da cultura (Quadro 2).

Quadro 2 - Coeficiente da cultura ( $K_c$ ) para três fases do ciclo do feijoeiro.

Fase da cultura	Duração (dias)	Idade da planta (dias)	$K_c$
Germinação ao início da Floração	35	0 - 35	0,69
Floração	25	36 - 60	1,28
Desenvolvimento de vagens à maturação	20	61 - 80	1,04

FONTE: Steinmetz (1984)

Os tratamentos foram os seguintes:

Tratamento ( $M_{2,1}$ ) - tensão mínima de 30 kPa (todo o ciclo);

Tratamento ( $M_{2,2}$ ) - tensão mínima de 60 kPa (todo o ciclo);

Tratamento ( $M_{2,3}$ ) - tensões mínimas de 60 kPa (fase vegetativa, até 30-35 dias) e 30 kPa (fase reprodutiva).

### Método 3 - Tensiômetro e tanque USWB "Classe A"

Neste método foi utilizada, também, a mesma metodologia descrita no Método 1 em relação à instalação e operação dos tensiômetros em cada parcela dos tratamentos. A

lâmina de água foi aplicada quando a tensão de água do solo, medida pelos tensiômetros, atingia as imediações da tensão estabelecida para cada tratamento. A lâmina de água aplicada foi igual a evapotranspiração máxima da cultura, calculada pela Equação (2), entre uma irrigação e outra.

Os tratamentos foram os seguintes:

Tratamento (M3.1) - tensão mínima de 30 kPa (todo o ciclo);

Tratamento (M3.2) - tensão mínima de 60 kPa (todo o ciclo);

Tratamento (M3.3) – Tensões mínimas de 60 kPa (fase vegetativa, até 30-35 dias) e 30 kPa (fase reprodutiva)

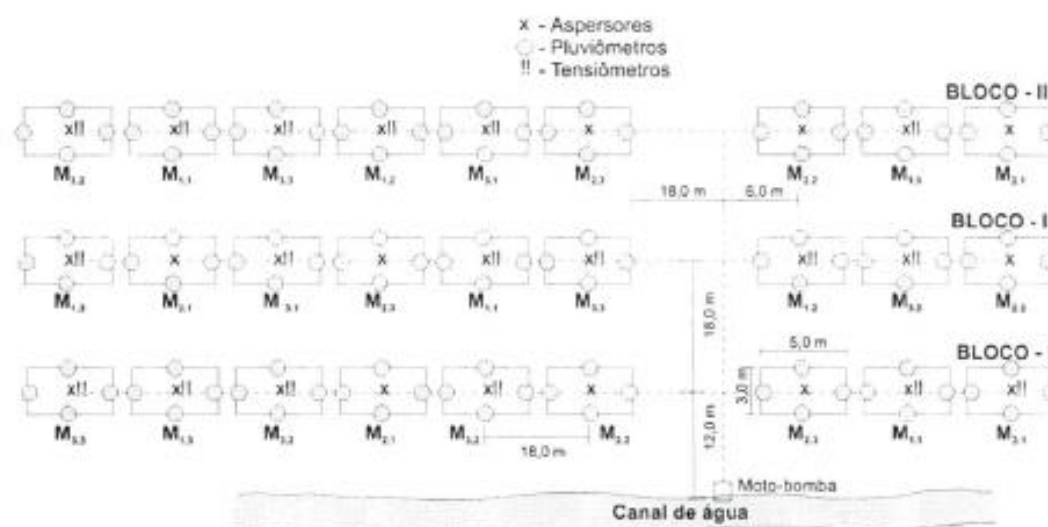


Figura 2 - Diagrama esquemático do ensaio.

Cada parcela possuía 3 m de largura (6 linhas de plantas de feijão) por 5 m de comprimento, com área total de 15 m<sup>2</sup>. A área útil de cada parcela foi de 8 m<sup>2</sup> (2 x 4 m), sendo considerada uma bordadura de 0,5 m nas extremidades e nas laterais, resultando em quatro linhas de feijão, medindo 4 m de comprimento, para cada parcela (Figura 2).

As análises estatísticas foram executadas no Polo de Informática da Área de Métodos Quantitativos da Estação Experimental "Filostro Machado Carneiro" - EMATER - Senador Canedo, usando o pacote SAS INSTITUTE (1986).

Para a análise do crescimento e desenvolvimento do feijoeiro, foram realizadas amostragens de plantas a cada 7 dias, iniciando-se aos 14 dias após a emergência. Coletou-se, em cada amostragem, três plantas ao acaso por parcela em 3,00 m lineares da cultura, com duas repetições, em linhas distintas e afastadas uma das outras, sempre em locais diferentes em cada coleta e fora das áreas utilizadas para avaliação dos componentes estudados (matéria seca total e índice de área foliar), estimados para análise de crescimento. Os dados foram calculados utilizando o programa computacional auxiliar desenvolvido por Portes & Castro (1991).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Índice de Área Foliar

As curvas ajustadas do índice de área foliar (IAF) ao longo do desenvolvimento fenológico da cultura (D.A.E.), nos diversos tratamentos são apresentadas nas Figuras 3 a 5. Os valores de  $R^2$  variaram de 0,89 a 0,96.

O índice de área foliar cresceu com o desenvolvimento da cultura, alcançando valores máximos aos 49 DAE, na fase de floração (máximo desenvolvimento foliar).

As curvas dos tratamentos não apresentaram diferenças no índice de área foliar em função de diferentes tensões da água do solo, o que discorda dos resultados obtidos por Stone et al. (1988), Hedge & Snirivas (1990) e Moreira (1993). Apenas os tratamentos ( $M_{1,1}$ ,  $M_{2,2}$ ,  $M_{2,3}$ ,  $M_{3,3}$ ) apresentaram uma tendência a pequenas diferenças nos valores do índice de área foliar, à medida que a irrigação foi feita com menor frequência, indicando ser este parâmetro relacionado com a disponibilidade de água no solo, conforme afirma Moreira (1993).

No presente trabalho, não foram observadas diferenças entre tratamentos, no período de ocorrência do IAF máximo. Já Stone et al. (1988) verificaram valores máximos do IAF do feijoeiro de 2,48; 1,91 e 1,60 para as tensões de 12,5; 25 e 75 kPa, respectivamente, encontrados durante a fase de floração. Para o tratamento irrigado à tensão de 12,5 kPa, o IAF máximo ocorreu cerca de cinco dias após o dos outros dois tratamentos, pois com a maior disponibilidade de água, as folhas permaneceram verdes por mais tempo e a abscisão foliar foi retardada. Moreira (1993), em trabalho com feijão-vagem, obteve resultado diferente, onde o valor máximo do IAF do tratamento mais irrigado apareceu, aproximadamente, sete dias antes que nos menos irrigados, mostrando antecipação da senescência e/ou abscisão foliar, o que foi atribuído ao autossombreamento, decorrente do excessivo desenvolvimento vegetativo das plantas sob o tratamento mais irrigado.

Oliveira & Silva (1990) constataram que o IAF do feijoeiro cresceu com o desenvolvimento da cultura, tendo atingido o valor máximo de 3,73, cerca de 55 dias do ciclo, época em que as plantas encontravam-se na fase final de floração e início da frutificação, onde o maior IAF ocorreu simultaneamente com a máxima evapotranspiração da cultura, evidenciando o efeito da área foliar fotossinteticamente ativa na demanda de água pelas plantas.

### 5.2 Matéria Seca Total (MST)

As curvas ajustadas da matéria seca total (MST), em função da idade da planta (D.A.E.) nos diversos tratamentos, estão apresentadas nas Figuras 6 a 8, onde os valores de  $R^2$  foram iguais a 0,99. No presente trabalho, não foram observadas diferenças entre tratamentos para MST.

A produção de matéria seca nos diferentes tratamentos tenderam a valores próximos do início da floração (35 D.A.E.) até o início de frutificação e maturação (63

D.A.E.), com exceção feita ao tratamento  $M_{3,3}$ , que apresentou uma pequena tendência a um menor acúmulo de matéria seca durante esta fase. Durante todo o ciclo fenológico da cultura, principalmente na floração, onde as necessidades hídricas e nutricionais são maiores, não houve redução significativa do acúmulo de MST nos tratamentos com maior tensão de água no solo, concordando com os resultados obtidos por Pereira (1994). De acordo com a autora, isto pode estar relacionado com o fato dos déficits hídricos aplicados terem sido insuficientes para afetarem a produção da MST.

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, verificou-se que as tensões de água do solo aplicadas para controle da irrigação não afetaram significativamente o índice de área foliar e a matéria seca total.

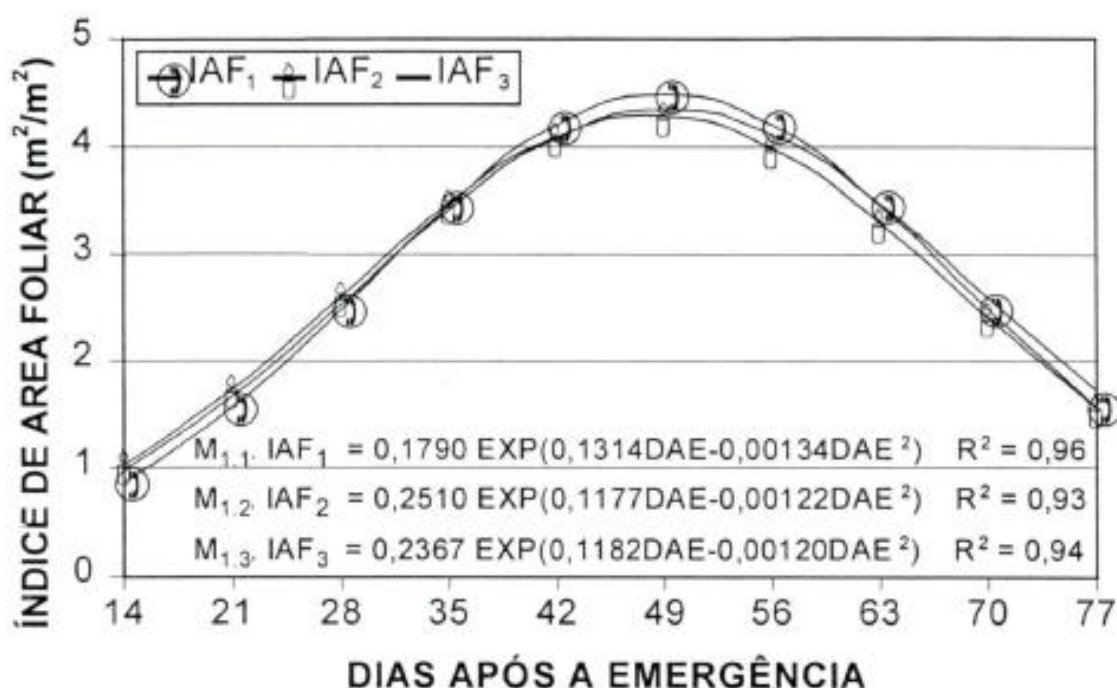


Figura 3 - Curvas ajustadas do índice de área foliar do feijoeiro para os tratamentos  $M_{1,1}$ ,  $M_{1,2}$  e  $M_{1,3}$ .



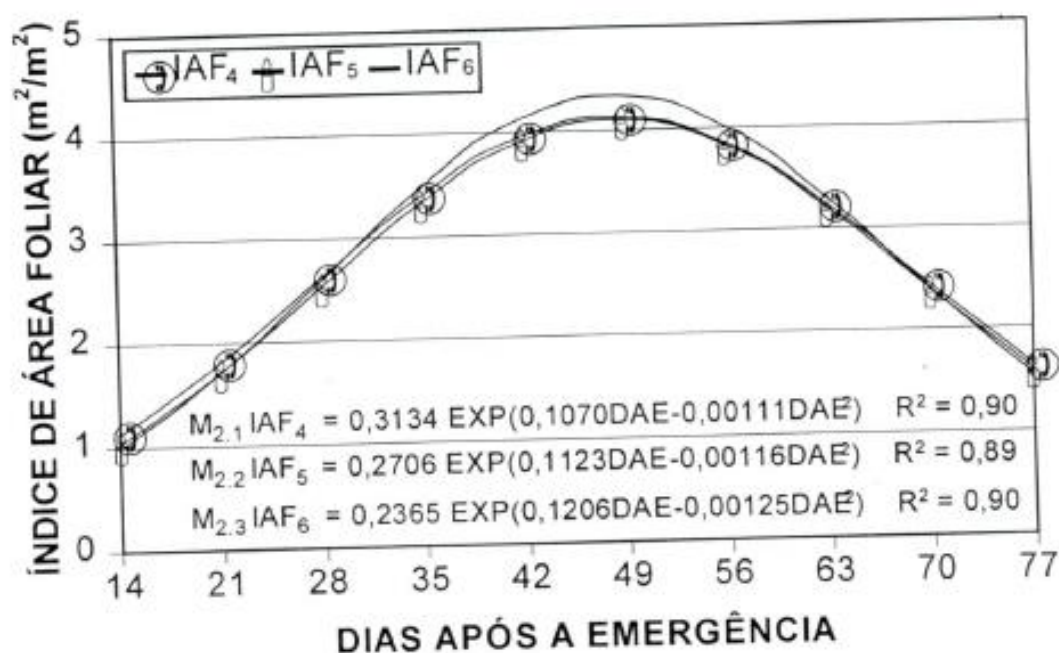


Figura 4 - Curvas ajustadas do índice de área foliar do feijoeiro para os tratamentos  $M_{2.1}$ ,  $M_{2.2}$  e  $M_{2.3}$ .



Figura 5 - Curvas ajustadas do índice de área foliar do feijoeiro para os tratamentos  $M_{3.1}$ ,  $M_{3.2}$  e  $M_{3.3}$ .

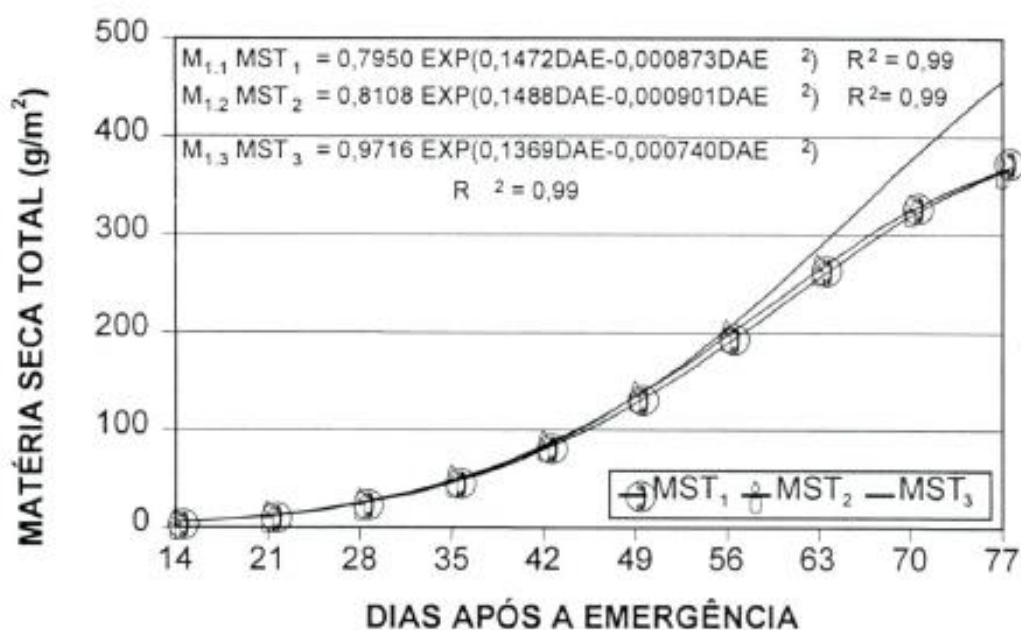


Figura 6 - Curvas ajustadas da matéria seca total do feijoeiro para os tratamentos  $M_{1,1}$ ,  $M_{1,2}$  e  $M_{1,3}$ .

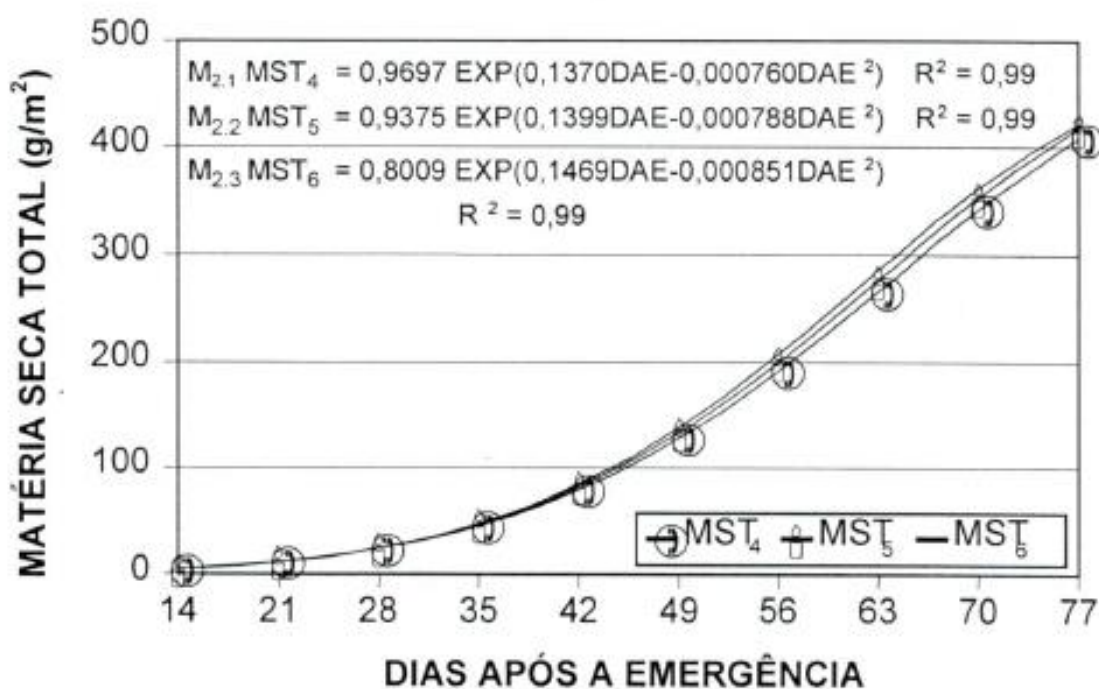


Figura 7 - Curvas ajustadas da matéria seca total do feijoeiro para os tratamentos  $M_{2,1}$ ,  $M_{2,2}$  e  $M_{2,3}$ .

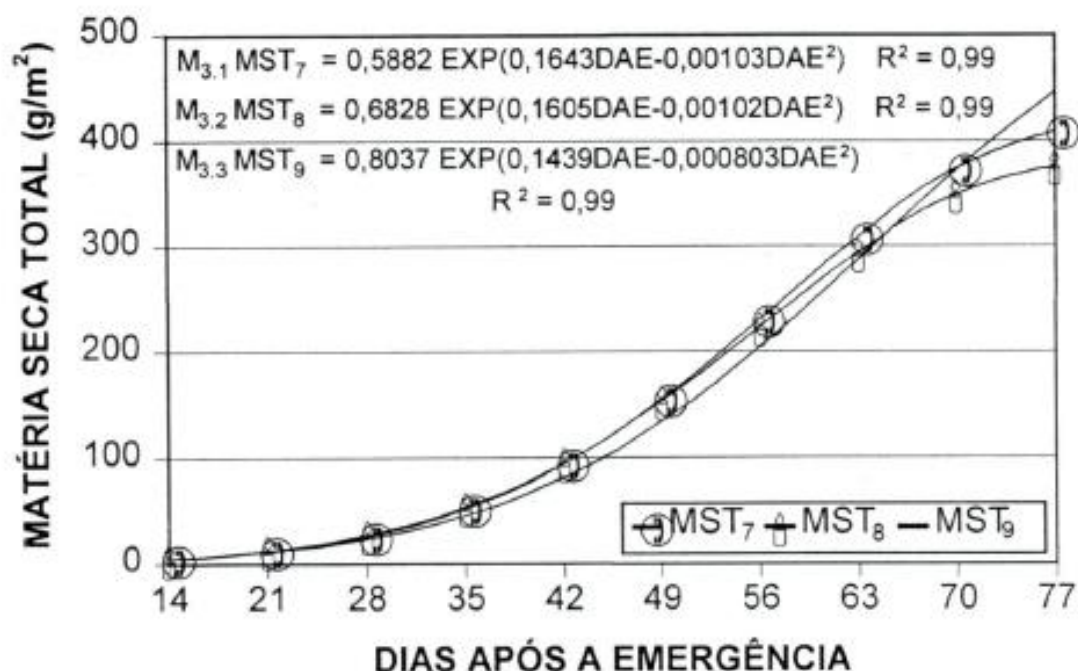


Figura 8 - Curvas ajustadas da matéria seca total do feijoeiro para os tratamentos  $M_{3,1}$ ,  $M_{3,2}$  e  $M_{3,3}$ .

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOORENBOS, J., KASSAN, A.H. Yield response to water. Roma: FAO. 1979. 193p. (Irrigation and Drainage,33).
- FANCELLI, A.L. A cultura do feijão irrigado. Piracicaba: FEALQ, 1990. 130p.
- HEDGE, D.M., SRINIVAS, K. Plant water relations and nutrient uptake in French bean. Irrig. Sci., v.11, p.51-6, 1990.
- KER, J.C. et al. Cerrados: solos, aptidão e potencial agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1, 1990, Goiânia. Anais... Campinas. Fundação Cargill, 1992. p.1.
- MOREIRA, J.A.A. Efeitos da tensão da água do solo e do parcelamento da adubação nitrogenada, sobre o crescimento e produtividade do feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). Botucatu, 1993. 100p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.
- OLIVEIRA, F.A., SILVA, J.J.S. Evapotranspiração, índice de área foliar e desenvolvimento radicular do feijão irrigado. Pesqui. Agropecu. Bras., v.25, p.317-22, 1990.
- PEREIRA, A.L. Efeitos de cinco lâminas de água e três doses de adubação nitrogenada de cobertura, sobre a produção e crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.).

- Botucatu, 1994. 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- PORTES, T. de A., CASTRO JÚNIOR., L.G. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. *Rev. Bras. Fisiol. Veg.*, v.3, p.53-6, 1991.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT. Guide for personal computers. 6ed. Inc. Cary, 1986, "não pag."
- SILVA, A.R. da. Tecnologia disponível no manejo da irrigação por aspersão. Item: irrigação e tecnologia moderna, n.32, p.28-30, 1988.
- SILVEIRA, P.M. da. et al. A irrigação e a cultura do feijoeiro. *Doc. Cent. Nac. Pesqui. Arroz feijão*, n. 63, p. 1-51, 1996.
- STEINMETZ, S. Evapotranspiração máxima no cultivo do feijão de inverno. *Circ. Téc. Cent. Nac. de Pesq. Arroz e Feijão/Embrapa*, n.47, p. 1-4, 1984.
- STONE, L.F., PEREIRA A.L. Sucessão arroz-feijão irrigado por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo d'água do Feijoeiro. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.29, p. 939-54, 1994.
- STONE, L.F., PORTES, T. A., MOREIRA, J.A.A. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro. II. Crescimento. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.23, p.503-10, 1988.
- URCHEI, M.A. Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um latossolo vermelho-escuro argiloso e no crescimento e desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação. Botucatu, 1996. 131p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.