

NÍVEIS DE DÉFICIT HÍDRICO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA CULTURA DA BERINJELA (*Solanum melongena* L.)¹

JACINTO DE A. CARVALHO², MÁRCIO J. DE SANTANA³, GERALDO M. PEREIRA⁴,
JOELMA R. DURÃO PEREIRA⁵, TADEU M. DE QUEIROZ³

RESUMO: Os efeitos de diferentes níveis de déficit hídrico, aplicados em dois estádios fenológicos da cultura da berinjela, foram avaliados por meio de um experimento conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Engenharia, da Universidade Federal de Lavras, em Lavras - MG. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas fases fenológicas (pós-transplante/abertura da gema floral e formação de frutos/colheita) e quatro níveis de déficit hídrico (100; 80; 60 e 40% da evapotranspiração), totalizando oito tratamentos, com seis repetições. Avaliaram-se o diâmetro de caule, altura das plantas e número de folhas em diferentes épocas, produção e número de frutos. Os resultados mostraram que a produção e o número de frutos foram mais afetados pelo déficit hídrico quando esse ocorreu durante a fase de formação dos frutos e que a qualidade dos frutos foi mais afetada do que a produção total. Deficiências hídricas mais intensas provocaram redução nos valores da altura da planta, do diâmetro do caule e do número de folhas, independentemente da época em que foram aplicadas.

PALAVRAS-CHAVE: manejo de água, irrigação, estresse hídrico.

LEVELS OF WATER DEFICIT AT DIFFERENT FENOLOGICAL PHASES OF THE EGGPLANT (*Solanum melongena* L.) CROP

SUMMARY: The effects of different levels of water deficit, applied in two phenological phases of eggplant crop, were measured in an experiment conducted in a green house of the Department of Engineering - UFLA, in Lavras - MG, Brazil. A complete randomized experimental design was used in a factorial array of 2 x 4, being two phenological phases (after-transplanting/opening of the floral bud and fruits formation/harvest) and four levels of water deficit (100; 80; 60, and 40% of the evapotranspiration), in eight treatments with six replications. The stem diameter, height of the plants and number of leaves were evaluated in different times, production and number of fruits. The results showed that the production and the number of fruits were more affected by the water deficit when it occurred during the phase of formation of the fruits, and that, the quality of the fruit was more affected than the total production. The increase of the water deficit resulted in smaller values of the height of the plant, diameter of the stem and number of leaves, independently of the application time.

KEYWORDS: handling of water, irrigation, water stress.

¹ Trabalho financiado pela FAPEMIG.

² Prof. Adjunto IV, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras - MG, e-mail: jacintoc@ufla.br, Bolsista CNPq.

³ Mestrando em Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras - MG.

⁴ Prof. Adjunto III, Departamento de Engenharia, UFLA, MG, e-mail: geraldop@ufla.br

⁵ Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras - MG.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 23-1-2003

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 21-5-2004

INTRODUÇÃO

A berinjela (*Solanum melongena* L.) representa boa fonte de sais minerais e vitaminas e possui propriedades medicinais (BERNARDI, 1968), possuindo sistema radicular forte e profundo. O seu ciclo vegetativo varia de 100 a 125 dias, dependendo da variedade e da época de cultivo. Como planta subtropical, necessita de temperaturas elevadas ao longo do ciclo. Tanto para o seu desenvolvimento como para a floração e amadurecimento, exige bastante luminosidade. Os solos excessivamente úmidos prejudicam a berinjela, sobretudo nas primeiras fases do desenvolvimento, por provocarem deficiência de oxigênio para as raízes (CERMEÑO, 1977).

Para VIEIRA (1994), a maior limitação para o seu cultivo é a inadequada umidade no solo durante seu ciclo, como ocorre na maioria das hortaliças. O seu desenvolvimento é mais afetado pelos fatores térmico e hídrico, mas a sua resposta à diminuição de disponibilidade hídrica no solo tem sido pouco estudada, bem como a caracterização morfológica da cultura.

O controle adequado da irrigação proporcionará, a médio prazo, a permanência do equilíbrio nas relações entre a ação humana e a natureza de forma a minimizar os efeitos de tal interação (SAAD, 1991). Vários trabalhos indicam que o controle rigoroso na aplicação de água constitui fator de aumento na produtividade e melhoria na qualidade dos produtos (CAIXETA & MIZUBUTI, 1988).

PIMENTEL (1985) recomenda que a irrigação não deve ocorrer logo no início do florescimento, especialmente se o sistema de irrigação utilizado for aspersão; porém, após a formação de frutos, não deve faltar água. No entanto, o excesso hídrico também pode ser prejudicial, gerando um desenvolvimento exagerado das plantas, bem como dificuldade de floração e frutificação.

O uso da irrigação, a quantidade de água a aplicar e quando aplicar, inserem-se em uma decisão a ser tomada com base no conhecimento das relações água-solo-planta-atmosfera. É necessário conhecer o comportamento de cada cultura em função das diferentes quantidades de água a ela fornecidas, a determinação das fases de seu desenvolvimento de maior consumo de água e os períodos críticos, quando a falta ou o excesso provocariam quedas de produção (BERNARDO, 1996).

DOORENBOS & KASSAN (1994) recomendam estudos regionalizados sobre a relação entre queda de rendimento relativo e o déficit de evapotranspiração relativa, com teste dos fatores de resposta da produção ao déficit hídrico, já que as condições de produção durante o ciclo da cultura são específicas do local e da variedade utilizada. Segundo os mesmos autores, há uma preocupação em reunir trabalhos técnicos realizados no mundo sobre as necessidades hídricas das culturas e as relações entre produção e déficit hídrico, tendo sido proposto o fator K_y , definido pela relação entre déficit de produção relativa ($1 - Y_r/Y_m$), em que Y_r e Y_m são a produção real e a máxima obtida, respectivamente, e déficit de evapotranspiração relativa ($1 - E_{Tr}/E_{Tm}$), em que E_{Tr} e E_{Tm} são, respectivamente, a evapotranspiração real e a evapotranspiração máxima, como indicador da sensibilidade da cultura ao déficit hídrico (DOORENBOS & KASSAN, 1994).

O fator de resposta K_y é variável em função das diferentes fases de desenvolvimento da cultura (estabelecimento, vegetativo, floração, formação de frutos, maturação e colheita). Esse fator K_y é útil no planejamento e operação de áreas irrigadas, pois permite quantificar a água de irrigação e sua utilização, em termos de rendimento e produção total da cultura para toda a área irrigada.

Poucas são as publicações a respeito de estudos sobre a produção da berinjela quando cultivada sob déficit hídrico. Sendo assim, teve-se o objetivo de, com este trabalho, avaliar algumas características produtivas e vegetativas da cultura da berinjela, submetida a níveis de déficit hídrico em dois estádios de seu ciclo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Engenharia, da Universidade Federal de Lavras, município de Lavras - MG, no período de janeiro a agosto de 2001. O município está localizado na região sul do Estado, a 910 m de altitude, 21°14'S de latitude e 45°00'W de longitude, e a região apresenta um clima do tipo Cwb, conforme a classificação de Köppen. Foram utilizadas mudas de berinjela, híbrido Embu, transplantadas para vasos de polietileno com capacidade de 13 dm³ (0,30 x 0,22 x 0,27 m).

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distroférico, peneirado e seco ao ar. Procedeu-se a correção da acidez por meio da análise química de fertilidade, aplicando 0,8 g de CaCO₃ por quilo de solo, elevando o valor da saturação de bases de 40,9% para 80%. A adubação foi realizada segundo recomendações de MALAVOLTA (1980), fornecendo-se os nutrientes nas seguintes doses, em mg dm⁻³: N = 300; P = 200; K = 150; Ca = 75; Mg = 15; B = 0,5; Cu = 1,5; Fe = 1,5; Mn = 3,0; Mo = 0,1 e Zn = 5,0.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos e seis repetições, em esquema fatorial 2 x 4, em que foram avaliadas duas fases fenológicas da cultura (pós-transplante/abertura da gema floral e formação de frutos/colheita) e quatro níveis de déficit hídrico (100; 80; 60 e 40% da evapotranspiração).

Dez dias após o transplante das mudas, iniciou-se a aplicação dos tratamentos (níveis de déficit hídrico) nas unidades experimentais referentes à primeira fase fenológica (pós-transplante/abertura da gema floral) até a época em que 50% das flores das plantas do tratamento 0% de déficit se encontravam abertas. A partir desse momento, eram suspensos os tratamentos de déficit hídrico nas unidades experimentais da primeira fase, as quais passavam a receber reposição integral de água até o final do ciclo e iniciava-se a aplicação de déficit hídrico nas unidades experimentais correspondentes à segunda fase fenológica (formação de frutos/colheita).

Os volumes de água de reposição, representando os tratamentos de déficit hídrico, foram obtidos a partir de um percentual de quantidade de água evapotranspirada (consumida) pela testemunha (100% de reposição). Para o controle da testemunha, utilizou-se a equação do balanço hídrico: $ET = I - D$, em que ET é a evapotranspiração (volume de água consumido), I é o volume de água aplicado e D o volume drenado. Foram feitos, quinzenalmente, o controle fitossanitário preventivo, capinas manuais, amarrão dos frutos e condução das plantas.

O momento de colheita ocorreu quando os frutos atingiram o comprimento igual ou maior que 14 cm e de diâmetro maior que 4,5 cm (VIEIRA, 1994). A classificação dos frutos seguiu o modelo proposto pela CEASA - MG (2000), em três classes: primeira, extra e especial. Assim, obtiveram-se a produção total e comercial e o número de frutos total e comercial. A partir de 40 dias após transplante (DAT), e a cada 20 dias, foram coletados os dados de número de folhas, altura das plantas e diâmetro de caule, sendo aplicados para esses dados a análise de variância, teste de média e regressão.

A quantificação do efeito do déficit hídrico sobre os dados de produção e número de frutos foi feita mediante a relação entre a queda de rendimento relativo e o déficit de evapotranspiração relativa, dada pelo coeficiente de resposta K_y , sendo: $(1 - Y_r/Y_m) = K_y (1 - E_{Tr}/E_{Tm})$, em que,

- Y_r - rendimento real obtido;
- Y_m - rendimento potencial obtido;
- K_y - coeficiente de resposta da cultura;
- E_{Tr} - evapotranspiração real, e
- E_{Tm} - evapotranspiração potencial.

O rendimento potencial (Y_m) e a evapotranspiração potencial (ET_m) foram obtidos do tratamento correspondente à reposição de 100% da água consumida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentadas as épocas de início e final de cada etapa fenológica (em dias após transplante das mudas), bem como a sua duração. Observou-se que a etapa de maior duração foi a de produção ou a fase B, resultando em maior exposição ao déficit hídrico.

TABELA 1. Início, final e duração das etapas fenológicas da berinjela.

Fase Fenológica	Início (DAT)*	Final (DAT)*	Duração (dias)
Pós-transplante /abertura da gema floral (Fase A)	10	49	39
Formação de frutos / colheita (Fase B)	50	110	60

*DAT - dias após transplante das mudas.

Na Figura 1, apresenta-se a relação entre o déficit hídrico e a queda de rendimento nas fases fenológicas de pós-transplante/abertura da gema floral e formação de frutos/colheita, na qual, para os dados, foi ajustada uma equação de regressão linear passando pela origem, de acordo com o proposto por STEWART & HAGAN (1973). O coeficiente angular da equação, que representa o fator de resposta K_y , foi maior na fase de formação de frutos/colheita (fase B) para as variáveis produção comercial ($K_y = 1,88$), produção total ($K_y = 1,63$), número de frutos comerciais ($K_y = 1,75$) e para o número de frutos total ($K_y = 1,40$), mostrando grande sensibilidade da berinjela ao déficit hídrico durante essa fase. A outra fase fenológica, pós-transplante/abertura da gema floral (fase A), apresentou também queda de produção e número de frutos proporcionais ao déficit hídrico.

VIEIRA (1994), em experimento com a berinjela cultivada sob déficit hídrico, dividiu o ciclo da cultura em três fases fenológicas: vegetativo, frutificação (inclui abertura da gema floral) e formação dos frutos/colheita, encontrando maiores valores de K_y na segunda fase, mostrando que o início da frutificação é um período sensível. No presente trabalho, observou-se que a fase mais sensível é a de formação de frutos/colheita, a qual engloba a fase de frutificação. As fases de floração e frutificação, para a maioria das culturas, são as que apresentam maiores consumos de água, sendo, portanto, consideradas como fases críticas. MAGALHÃES et al. (1979), mostrando o efeito do déficit hídrico sobre a produção do feijão, confirmam a maior necessidade de água nas fases de floração e frutificação.

Na Figura 2, apresentam-se as quedas de produção (comercial e total) e do número de frutos (comercial e total) produzidos em três colheitas (três semanas) da berinjela, caracterizando a sensibilidade da cultura ao déficit na qualidade de seus frutos. Tanto a produção comercial, como o valor de $K_y = 1,59$ e o número de frutos comerciais, $K_y = 1,53$, obtêm maiores quedas com o aumento do déficit hídrico, ou seja, a qualidade dos frutos da berinjela mostrou-se dependente de um manejo correto da irrigação, sendo, portanto, sensível ao déficit hídrico. Para todas as variáveis de produção, com o aumento do déficit hídrico, foi constatada maior redução dos valores durante a fase B, sendo essa mais sensível (Tabela 2).

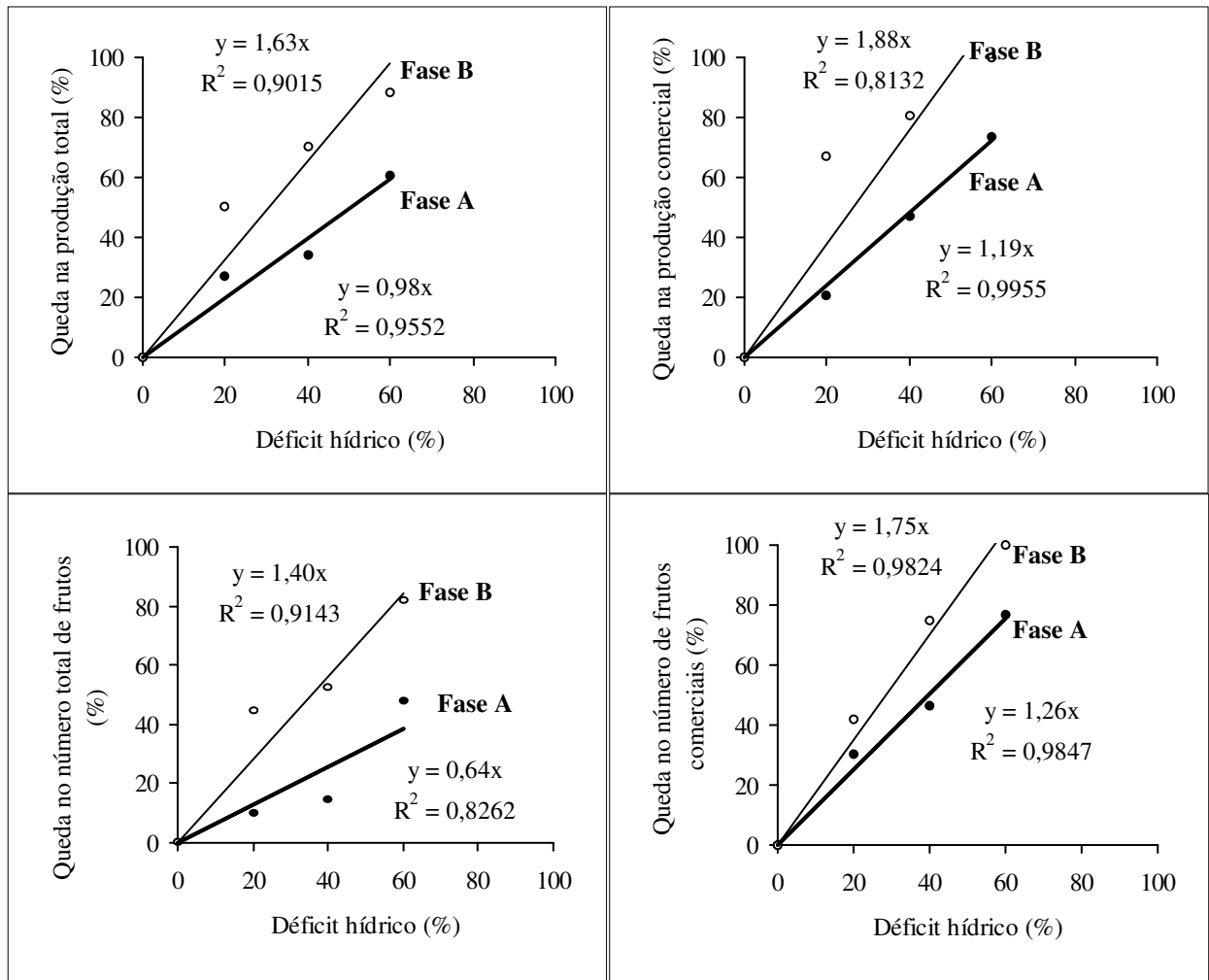


FIGURA 1. Queda de produção e do número de frutos, em função do déficit hídrico, em duas fases da cultura da berinjela.

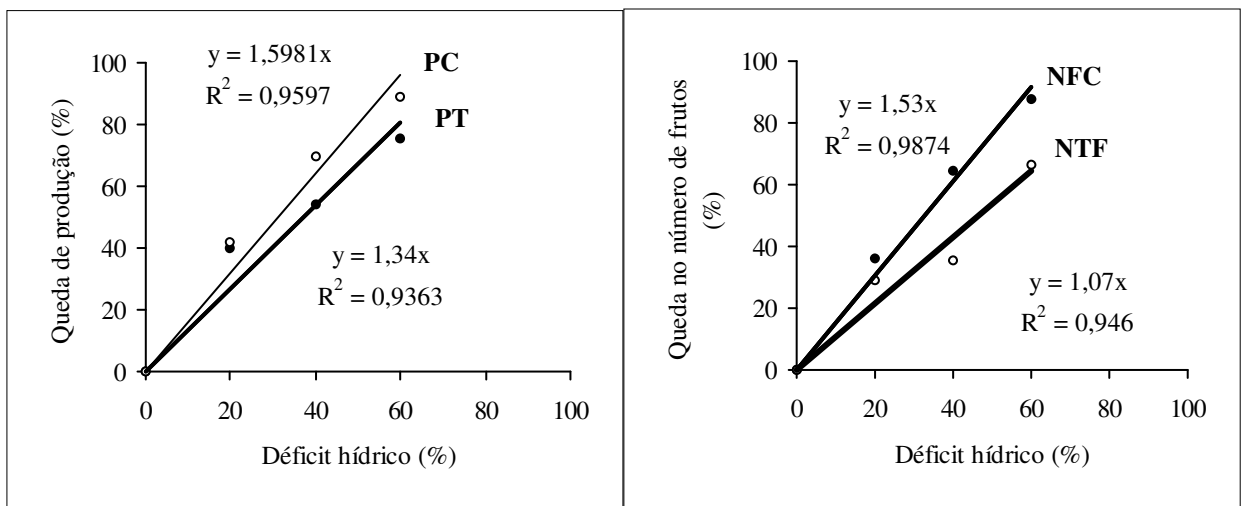


FIGURA 2. Queda de produção e do número de frutos, em função do déficit hídrico, onde: PC = produção comercial; PT = produção total; NFC = número de frutos comerciais, e NTF = número total de frutos.

TABELA 2. Percentual de produção e de número de frutos relativos à produção potencial (sem déficit) de cada nível de déficit hídrico, para cada uma das fases fenológicas.

Variável	Fase	Déficit Hídrico			
		0%	20%	40%	60%
Produção total	A	100%	72,95%	65,87%	39,61%
	B	100%	49,63%	29,60%	11,95%
Produção comercial	A	100%	79,12%	52,77%	26,43%
	B	100%	33,01%	22,62%	0%
NFC*	A	100%	69,44%	53,70%	23,14%
	B	100%	58,00%	25,00%	0%
NTF**	A	100%	90,28%	85,71%	52,28%
	B	100%	55,55%	48,00%	18,44%

* número de frutos comerciais; ** número total de frutos.

Nas Tabelas 3; 4 e 5, são apresentados os dados de altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas, nas diferentes datas após transplante das mudas. Exceto aos 40 DAT, a reposição 100% apresentou as melhores médias para a altura das plantas. Entre as fases fenológicas, não houve diferença significativa para os 80 e 100 DAT, para todas as reposições de água, sendo que, para o diâmetro do caule, houve tendência semelhante nessas datas. O número médio de folhas apresentou diferenças significativas entre as fases fenológicas e as reposições de água, havendo aumento no número de folhas com o aumento da umidade do solo. VIEIRA (1994), em experimento com a cultura da berinjela, obteve menores valores de altura da planta quando a mesma foi submetida ao estresse hídrico no início da frutificação; entretanto, esses valores foram superiores aos encontrados no atual experimento. É importante ressaltar que, no atual experimento, as plantas foram cultivadas em vasos, com volume de solo limitado, o que pode ter tido alguma influência no crescimento das plantas. Ainda, segundo o mesmo autor, o período de frutificação mostrou-se mais sensível ao estresse hídrico, em relação à altura das plantas, semelhante ao obtido pelo atual experimento. Quanto ao número de folhas, as plantas que receberam estresse no período vegetativo apresentaram maior número médio de folhas.

TABELA 3. Altura das plantas (cm), em função da reposição de água no solo e das diferentes fases fenológicas.

DAT	Fase	Reposição de Água (%)			
		100	80	60	40
40	A	57,00 A ¹ a	38,66 B b	29,33 B c	27,00 B d
	B	51,66 B b	57,66 A a	64,00 A a	56,66 A a
60	A	82,33 A a	70,00 B b	61,66 B c	55,00 B d
	B	71,66 B b	82,33 A a	83,33 A a	68,33 A c
80	A	92,66 A a	81,00 A b	72,00 A c	68,33 A d
	B	82,00 A a	79,66 A a	74,33 A b	69,66 A c
100	A	110,66 A a	96,00 A b	79,66 A c	76,00 A d
	B	90,66 A a	88,00 A b	84,00 A c	77,66 A d

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade.

TABELA 4. Diâmetro do caule (mm), em função da reposição de água no solo e das diferentes fases fenológicas.

DAT	Fase	Reposição de Água (%)			
		100	80	60	40
40	A	9,78 B ¹ a	8,53 B b	6,83 B c	5,75 B d
	B	10,55 A a	9,86 A b	9,56 A b	9,30 A b
60	A	12,22 A a	12,54 A a	10,53 B b	9,02 B c
	B	12,46 A a	11,37 A b	11,62 A b	11,10 A b
80	A	16,05 A a	14,79 A b	13,97 A b	11,43 A c
	B	14,70 A a	14,13 A a	13,21 A b	11,14 A c
100	A	16,44 A a	16,36 A a	14,44 A b	13,44 A b
	B	16,16 A a	14,62 A b	14,07 A b	12,58 A c

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade.

TABELA 5. Número de folhas, em função da reposição de água no solo e das diferentes fases fenológicas.

DAT	Fase	Reposição de Água (%)			
		100	80	60	40
40	A	23,66 B ¹ a	19,33 B b	10,00 B c	7,00 B d
	B	28,00 A a	24,66 A a	22,00 A a	25,33 A a
60	A	54,00 B a	51,33 A b	38,66 B c	20,33 B d
	B	60,33 A a	48,66 A b	42,33 A c	29,00 A d
80	A	67,63 A a	62,66 A b	52,66 A c	40,66 A d
	B	65,33 A a	58,00 B b	48,66 B c	38,00 B d

¹ Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A qualidade da produção da berinjela foi mais afetada que a produção total, quando caracterizada pelo fator de resposta Ky.

A fase de formação de frutos/colheita, ou fase B, mostrou-se mais sensível ao déficit hídrico para as variáveis: produção total e comercial, e número total e comercial de frutos.

Para a altura das plantas, diâmetro de caule e número de folhas, em todas as épocas avaliadas, houve redução dos valores destas variáveis com o aumento do déficit hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDI, J.B. *Instruções para a cultura da berinjela*. Campinas: IAC, 1968. 20 p. (Boletim 181).
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 6. ed. Viçosa - MG: UFV, Imprensa Universitária, 1996. 596 p.
- CAIXETA, T.J.; MIZABUTI, A. Efeito de diferentes lâminas de água em algumas cultivares de batata (*Solanum tuberosum* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., 1988, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1988. p.65-87.
- CERMEÑO, Z.S. *Cultura de plantas hortícolas em estufa*. Tradução: RIPADO, M.F.B. Lisboa: Litéxa-Portugal, 1977. 368 p.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A .H. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Tradução: GHEYI, H.R.; SOUZA, A.A.; DAMASCENO, F.A.V.; MEDEIROS, J.F. Campina Grande: UFPB,1994. 306 p.

MAGALHÃES, A.A.; MILLE, A.A.; CHOUDHURY, E.N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão. *IICA*, Turrialba, v.29, n.4, p.269-73, oct/dic.1979.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 215 p.

PIMENTEL, A.A.M.P. Olericultura no trópico úmido. In: _____. *Hortaliça na Amazônia*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. p.197-203.

SAAD, A.M. *Uso de tensiômetro no controle de irrigação por pivô central em cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. 1991. 144 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

STEWART, J.I.; HAGAN, R.M. Functions to predict effects of crop water deficits. *Journal of the Irrigation and Drainage Division*, New York, v.99, Ir4, p.421-39, 1973.

VIEIRA, A.R.R. *Influência hídrica do solo nos parâmetros vegetativos e produtivos da berinjela (Solanum melongena L.)*. 1994. 134 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.