



Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense¹

Robson P. Posse², Salassier Bernardo³, Elias F. de Sousa³, Messias G. Pereira⁴, Pedro H. Monnerat⁵ & Romildo D. Gottardo⁶

RESUMO

Teve-se como objetivo neste trabalho, determinar o coeficiente de resposta ao déficit hídrico na produção de frutos comerciais e totais do mamoeiro, cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro. O experimento foi realizado na área de convênio UENF/PESAGRO-RIO, no município de Campos dos Goytacazes, RJ, no período de 25/04/2006 a 18/05/2007, utilizando-se o mamoeiro cultivar Híbrido UENF/CALIMAN01 e um delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos, correspondendo às reposições de 50% (T1), 75% (T2), 100% (T3), 125% (T4) e 150% (T5) da evapotranspiração de referência (ET_o), com quatro repetições. A máxima produção comercial real da cultura, aos 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, foi de 38,78 t ha⁻¹ (T3) e a máxima produção total real encontrada foi de 49,42 t ha⁻¹ (T5). O mamoeiro cultivar Híbrido UENF/CALIMAN01 conduzido até os 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, apresentou um coeficiente de resposta de produção (ky) para frutos comerciais de 1,4581 e para produção total um coeficiente igual a 0,5674.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., coeficientes de sensibilidade, deficiência hídrica

Response coefficient of papaya yield to water stress (ky) in Northern Rio de Janeiro

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the response coefficient to water stress in the commercial and total yield of papaya fruits grown in the northern region of the State of Rio de Janeiro. The experiment was conducted in an area of UENF/PESAGRO-RIO in the municipality of Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, from 25/04/2006 to 18/05/2007, using the papaya cultivar Hybrid UENF/CALIMAN01. The experiment had a randomized block design with five treatments [replacement of reference evapotranspiration (ET_o) by 50% (T1), 75% (T2), 100% (T3), 125% (T4) and 150% (T5)], with four replications. The highest real commercial yield of the crop after 13 months of growth and four harvest months was 38.78 t ha⁻¹ (T3) and the highest total real yield was 49.42 t ha⁻¹ (T5). After 13 months of growth and 4 harvest months of the papaya cultivar Hybrid UENF/CALIMAN01 the response coefficient for commercial fruit yield (ky) was 1.4581 and 0.5674 for total yield.

Key words: *Carica papaya* L., sensitivity coefficients, water deficit

¹ Parte da Tese de Doutorado em Produção Vegetal do primeiro autor pela UENF

² Doutorando, Bolsista CAPES, LEAG/UENF, Av. Alberto Lamego 2000, Pq. Califórnia, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ. Fone/Fax: (22) 2726-1543. E-mail: posse@uenf.br

³ DEA/UENF, Fone/Fax: (22) 2726-1543. E-mail: salassier@uenf.br; efs@uenf.br

⁴ Departamento de Fitomelhoramento/UENF, Fone: (22) 2726-1428. E-mail: messias@uenf.br

⁵ Departamento de Fitotecnia/UENF, Fone: (22) 2726-1425. E-mail: monnerat@uenf.br

⁶ Técnico Agrícola LEAG/UENF, Fone/Fax: (22) 2726-1543. E-mail: rdgottardo@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Tendo em vista a importância dos efeitos do manejo hídrico sobre a produtividade de uma cultura entre os métodos de quantificação da produtividade em função do efeito hídrico na planta, o coeficiente de resposta da produção ou índice de sensibilidade ao déficit hídrico (ky) se vem destacando. Pesquisas já foram realizadas com o objetivo de determinar o ky em algumas culturas, tais como no café (Aruda & Grande, 2003; Picini et al., 1999), na batata (Bezerra et al., 1999), no feijão (Carvalho et al., 2000) e no quiabo (Paes, 2003), porém para a cultura do mamoeiro não se tem informação a respeito do ky.

O déficit hídrico na cultura influencia a evapotranspiração e o seu rendimento. Define-se evapotranspiração real (ETr) e evapotranspiração máxima (ETm) como os valores de evapotranspiração que, ao longo do ciclo total de uma cultura, realmente ocorreram e o que poderia ser atingido potencialmente com ótimas condições de cultivo, respectivamente (Doorenbos & Kassam, 1979).

Para prever a redução da produtividade de uma cultura quando submetida a um estresse hídrico, Doorenbos & Kassam (1979) propuseram um modelo com base na penalização da produtividade potencial da cultura, em função da relação ETr/ETm ocorrida durante o seu ciclo.

A razão ETr/ETm indica o suprimento hídrico fornecido à planta em relação à sua necessidade potencial (Yao, 1969). Uma relação inferior à unidade pode indicar que a cultura ficou sujeita a um estresse hídrico.

O rendimento máximo de uma cultura (Ym) é aquele obtido com uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao respectivo ambiente de crescimento, cultivada em condições em que não haja limitação de fatores como água, nutrientes, pragas e doenças, durante seu cultivo até o amadurecimento (Doorenbos & Kassam, 1979); em geral, a diminuição na produtividade ocasionada por déficit hídrico durante o período vegetativo e de maturação, é relativamente pequena, enquanto durante o florescimento e os períodos de formação da produtividade será grande (Allen et al., 1998).

A utilização do ky para planejamento, dimensionamento e operação de áreas irrigadas, permite ao produtor avaliar o efeito da lâmina de irrigação e definir sua utilização, em termos de rendimento e produção total da cultura. A sensibilidade das culturas ao suprimento de água (ky) pode ser assim classificada: baixo ($ky < 0,85$); baixo/médio ($0,85 < ky < 1,00$); médio/alto ($1,00 < ky < 1,15$) e alto ($ky > 1,15$) (Doorenbos & Kassam, 1979).

Considerando-se a necessidade de maiores informações sobre a sensibilidade da cultura do mamoeiro em relação ao fornecimento de água objetivou-se, com este experimento, determinar o coeficiente de resposta (ky) na produção de fru-

tos comerciais e produção total do mamoeiro, cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Evapotranspirométrica do CCTA/UENF, localizada a $21^{\circ} 45'$ de latitude Sul, $41^{\circ} 18'$ de longitude Oeste e 11 metros de altitude, na área de convênio UENF/E. E. C. PESAGRO-RIO, no município de Campos dos Goytacazes, região norte do Estado do Rio de Janeiro, no período de 25/04/2006 a 18/05/2007, com o mamoeiro (*Carica papaya* L.) da variedade Híbrido UENF/CALIMAN01 plantado em fileiras simples e espaçamento de 3,0 x 3,0 m (representando por planta, uma área de 9,00 m²). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, ou seja, tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão. O solo da área experimental é um Cambissolo de origem fluvial, pouco profundo, com drenagem moderada a imperfeita; apresenta, como características físicas, capacidade de campo igual a 12,3% (em peso), ponto de murcha permanente igual a 6,4% (em peso) e densidade aparente igual a 1,81 g cm⁻³. O fator de disponibilidade (f) para a cultura do mamoeiro foi considerado 0,5 e a profundidade de exploração 80% de suas raízes de 0,3 m, conforme recomendado por Bernardo et al. (1996); desta forma, o limite de água disponível no solo para a cultura do mamão foi de 32 mm, na camada de 0-30 cm; as características físicas e químicas do solo da área experimental estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Instalou-se o experimento através de um delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (lâminas de irrigação), correspondendo às reposições de 50% (T1), 75% (T2), 100% (T3), 125% (T4) e 150% (T5) da evapotranspiração de referência (ET_o – Penman-Monteith FAO (Allen et al., 1998)), com quatro repetições. Cada parcela experimental era formada de uma única planta.

As mudas foram preparadas em tubetes de 115 cm³, utilizando-se substrato em mistura com adubo (formulação NPK 14-14-14) na quantidade de 500 g para cada 25 kg de substrato. O preparo do solo na área de cultivo ocorreu 60 dias antes do transplante das mudas e se constituía de aração, gradagem e posterior aplicação e incorporação de calcário

Tabela 1. Características físicas do solo da área experimental na camada de 0 – 0,3 m de profundidade

Granulometria					
Areias (%)				Silte	Argila
Grossa	Média	Fina	Total	%	%
16	34	28	78	3	19

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 – 0,3 m de profundidade

pH	P*	K*	Ca	Mg	Al	H+Al	Na	C	MO	S.B.	T	t	m	V	Fe	Cu	Zn	Mn	S	B
	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			%	g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³			%				mg dm ⁻³			
4,3	6	10	0,9	0,5	0,0	2,8	0,02	0,67	11,6	1,4	4,2	1,4	0	34	68,0	1,4	9,2	5,5	8,2	0,58

* Extrator Carolina do Norte

dolomítico, na quantidade de 1,2 t ha⁻¹ necessária, de acordo com a análise do solo, para uma elevação da saturação de base a 80%. O transplântio foi realizado em camalhões com altura de aproximadamente 60 cm enquanto as mudas foram transplantadas para o campo no dia 25/04/2006, ocasião em que atingiram altura aproximada de 20 cm; três mudas foram transplantadas por cova (em distribuição triangular de 30 x 30 x 30 cm) e a sexagem ocorreu aos 84 dias após o transplântio (DAT).

Na cova de plantio se aplicaram 15 L de esterco de curral curtido (10 L na formação da cova e 5 L na linha, entre plantas, no momento da sexagem), 600 g de superfosfato simples e 60 g de cloreto de potássio; aos 30 DAT foram aplicados 30 g cova⁻¹ de sulfato de amônio e, aos 90 DAT, 100 g cova⁻¹ de sulfato de amônio, 100 g cova⁻¹ de superfosfato simples e 50 g cova⁻¹ de cloreto de potássio.

O nitrogênio e o potássio foram aplicados mensalmente utilizando-se o sulfato de amônia (com 20% de N) e o cloreto de potássio (com 60% de K₂O) como fontes; nos quarto, quinto e sexto meses após o transplântio, 20 g planta⁻¹ de N e 36 g planta⁻¹ de K₂O foram aplicados e do sétimo mês em diante, 30 g planta⁻¹ de N e 48 g planta⁻¹ de K₂O. Aplicaram-se os micronutrientes no sexto mês, na quantidade de 20 g planta⁻¹, utilizando-se como fonte o fertilizante MIB3 (1,8% B, 0,8% Cu, 3,0% Fe, 2,0% Mn, 0,1% Mo e 9,0% Zn).

Durante a condução do experimento o controle de ervas daninhas, pragas e doenças, foi realizado seguindo-se os tratamentos culturais apropriados para a cultura do mamão, conforme recomendado por Marin et al. (1995).

Definiram-se as lâminas de irrigação de cada tratamento em função da evapotranspiração da cultura (ET_c = ET_o x kc), em que a quantidade de água a ser repostada durante a semana foi tida como sendo o somatório da evapotranspiração da cultura da semana anterior (ΣET_c) multiplicado pelo fator de reposição (fa), referente a cada tratamento. Realizaram-se as irrigações três vezes por semana, nas segunda, quarta e sextas-feiras, em que o total de déficit da semana anterior era dividido entre as três irrigações.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo método de Penman-Monteith FAO, através de uma estação climatológica instalada a poucos metros do local do experimento, da marca Thies Clima, modelo DL-15. Os valores do coeficiente da cultura (kc) utilizados em dias após transplântio (DAT), foram de 0,8 entre 0 a 120 DAT, 1,0 entre 121 a 180 DAT e 1,2 após 180 DAT.

O volume total de água aplicado por tratamento foi determinado pela seguinte equação:

$$V = \{(ET_o \times kc \times fa) - Pe\} \times N_p \times A_p \times PW \times \frac{1}{E_a} \quad (1)$$

onde:

- V – volume de água a ser aplicado por tratamento, L
- ET_o – evapotranspiração de referência, mm
- kc – coeficiente cultural no período, adimensional
- fa – fator de aplicação dos tratamentos (0,5; 0,75; 1,0; 1,25 e 1,5)

Pe – precipitação efetiva entre duas irrigações, mm
N_p – número de plantas a serem irrigadas, adimensional

A_p – área ocupada por planta, m²

PW – porcentagem de área sombreada ou molhada, o que for maior, decimal

E_a – eficiência de aplicação do sistema, em decimal

Foi considerada precipitação efetiva (Pe) a lâmina de água utilizada para elevar o conteúdo de água no solo até a capacidade de campo.

Como o balanço hídrico era semanal, o volume total de água repostado à cultura para cada tratamento foi definido fazendo-se o somatório da ET_o da semana anterior (ΣET_o) e se levando em consideração cada tratamento (fa) descontando-se o somatório da precipitação efetiva entre duas irrigações, ficando:

$$V = \{(\Sigma ET_o \times kc \times fa) - \Sigma Pe\} \times N_p \times A_p \times PW \times \frac{1}{E_a} \quad (2)$$

Antes de se iniciar os tratamentos, os quais tiveram início no dia 24/07/2006 (90 DAT), as irrigações eram uniformes em todo o experimento com base na demanda evapotranspirométrica estimada para a cultura. Para os tratamentos T1, T2, T4 e T5, a irrigação foi implementada de forma manual, colocando-se as respectivas quantidades de água necessária em recipientes (bombonas de 50 L), uma para cada tratamento, os quais disponibilizavam a água de forma uniforme e gradual, simulando um gotejador na planta. Para o tratamento T3 utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, fazendo-se uso de um gotejador auto-regulável por planta, com vazão de 8 L h⁻¹.

Com o início da maturação (18/01/2007, aos 268 DAT), os frutos foram colhidos semanalmente, devidamente identificados e separados, de acordo com sua classificação, em frutos comerciais e não comerciais. Consideraram-se frutos comerciais os que apresentaram peso igual ou maior a 800 g e frutos não comerciais os menores que 800 g. Os frutos foram colhidos quando atingiam o estágio I de maturação, conforme identificação apresentada por Tatagiba & Oliveira (2000).

A última colheita ocorreu no dia 18/05/2007, aos 388 DAT, juntamente com o término do experimento, o que representou o total de quatro meses de colheita e aproximadamente 13 meses de cultivo da cultura.

Para o cálculo do coeficiente de resposta da cultura ao déficit hídrico (ky), utilizou-se o modelo descrito por Doorenbos & Kassam (1979) (Eq. 3) e, para a estimativa da disponibilidade hídrica da cultura, o método do balanço hídrico diário (Eq. 4). A ET_m foi calculada pela Eq. 5 e a ETr pela Eq. 6 (Allen et al., 1998).

$$\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right) = ky \cdot \left(1 - \frac{ETr}{ET_m}\right) \quad (3)$$

em que: Y_r é o rendimento real obtido em t ha⁻¹, Y_m o rendimento máximo obtido em t ha⁻¹, ky o coeficiente de resposta da cultura, ETr a evapotranspiração real total, em mm e ET_m a evapotranspiração máxima total, em mm.

$$\Theta_i = \Theta_{i-1} + I_i + P_i - ETa_i \quad (4)$$

Com as seguintes condições de contorno:

se: $\Theta_i < 0$, então $\Theta_i = 0$

se: $\Theta_i > CTA$, então $\Theta_i = CTA$

donde:

Θ_i – lâmina de água no solo no dia i , mm

Θ_{i-1} – lâmina de água no solo no dia anterior ($i-1$), mm

I_i – irrigação aplicada no dia i , mm

P_i – precipitação ocorrida no dia i , mm

ETa_i – evapotranspiração real da cultura ocorrida no dia i , mm

$$ETm = \sum_{i=1}^N ETa_i \times kc_i \quad (5)$$

$$ETr = \sum_{i=1}^N ETa_i \times kc_i \times ks_i \quad (6)$$

sendo:

N – número de dias total do ciclo do experimento, 388 dias

ETa_i – evapotranspiração de referência ocorrida no dia i , mm

Kc_i – coeficiente cultural no dia i , adimensional

Ks_i – coeficiente de umidade do solo no dia i , adimensional

$$(Ks_i = \frac{\ln(LAA_i + 1)}{\ln(CTA_i + 1)})$$

LAA_i – lâmina de água atual do solo no dia i , mm

CTA_i – capacidade total de água do solo no dia i , mm

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os valores totais e/ou mensais das variáveis climáticas para cada mês de cultivo do mamoeiro (de 25/04/06 a 18/05/07); ressalta-se que as precipitações aqui apresentadas se referem a totais mensais mas que elas não ocorreram uniformemente durante o mês, principalmente no mês de janeiro, com precipitações diárias que ultrapassaram a capacidade total de água que o solo consegue reter (CTA); como exemplo, só no dia 03/01/2007 choveu 82 mm.

Apresentam-se na Tabela 4, os valores totais da evapotranspiração de referência das precipitações totais, efetivas e excedentes, da irrigação realizada, do total de lâmina aplicada e o total da evapotranspiração máxima da cultura durante o período de avaliação para os diversos tratamentos realizados; nota-se que nos tratamentos em que a quantidade de água aplicada foi além da lâmina referencial para manejo de irrigação (T3), as precipitações efetivas se tornaram cada vez menores, haja vista que, no tratamento T5, apenas 2,73 mm foram considerados precipitação efetiva.

Mesmo se fazendo uso de reposições hídricas em termos de manejo e acima do valor da evapotranspiração de referência, os tratamentos T4 e T5 sofreram deficiência hídrica

Tabela 3. Evapotranspiração de referência mensal (ETo, mm mês⁻¹), precipitação total (Prec, mm mês⁻¹), temperaturas do ar média (Tmed, °C), máxima (Tmax, °C) e mínima (Tmín, °C) mensal, umidade relativa média mensal (URméd, %), radiação solar média mensal (Rs, W m⁻²) e velocidade do vento médio mensal a 2 m de altura (u2, m s⁻¹), durante o período de condução da cultura do mamoeiro UENF/CALIMAN01

Mês	Dias	ETo	Prec	Tmed	Tmáx	Tmín	URméd	Rs	u2
abr/06	5	18,65	7,00	23,0	28,2	19,2	79,5	162,9	1,4
mai/06	31	95,24	14,20	21,0	26,9	16,5	74,5	161,4	1,7
jun/06	30	84,00	28,30	20,0	25,8	15,6	76,8	151,9	1,8
jul/06	31	90,89	15,70	19,7	27,3	14,3	79,1	151,6	1,5
ago/06	31	116,03	38,00	21,1	27,3	16,8	78,3	176,1	2,3
set/06	30	119,39	42,20	20,9	26,2	17,0	76,6	181,2	2,7
out/06	31	129,05	121,80	22,4	27,1	19,4	82,3	208,6	2,6
nov/06	30	129,17	207,40	23,4	28,2	20,5	84,2	209,3	2,5
dez/06	31	144,54	84,40	24,7	29,9	21,2	83,1	226,8	2,2
jan/07	31	126,64	430,10	24,5	29,5	21,5	88,9	203,3	1,9
fev/07	28	146,03	50,30	25,5	30,8	21,6	79,9	282,7	1,5
mar/07	31	133,35	19,30	26,4	33,0	21,4	76,3	277,3	1,9
abr/07	30	89,53	65,70	24,8	30,2	20,5	83,2	111,1	1,6
mai/07	18	49,26	3,60	22,0	28,3	17,4	77,7	85,4	1,9
Média/				22,8	28,5	18,8	80,0	185,0	2,0
Total	388	1471,79	1128,00						

em pelo menos uma fase ou época de seu desenvolvimento. As lâminas aplicadas, que correspondem à evapotranspiração real da planta em todos os tratamentos, foram menores que a evapotranspiração máxima que a cultura poderia atingir (Tabela 4).

Em virtude do experimento ter sido realizado em condições de campo, as chuvas fizeram com que os tratamentos fossem alterados na lâmina aplicada, o que era para representar 50% da ETo (T1) acabou, no final do experimento, representando 71,27% da ETo e, nos tratamentos T2, T3, T4 e T5 corresponderam, ao término do experimento, a 85,64, 96,05, 99,26 e 100,50% da ETo respectivamente.

A máxima produção comercial real da cultura do mamoeiro cultivar Híbrido UENF/CALIMAN01 aos 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, foi obtida no tratamento T3, com 38,78 t ha⁻¹ (Tabela 5) e a máxima produção total real encontrada foi no tratamento T5, com 49,42 t ha⁻¹ (Tabela 6). A produção comercial foi bem próxima à encontrada por Marinho (2007), ou seja, de 39,88 t ha⁻¹, para o mesmo período de colheita (quatro meses), com a mesma

Tabela 4. Valores totais da evapotranspiração de referência (ETo), das precipitações totais (Pt), efetivas (Pe) e excedentes (Pex), da irrigação realizada (I), do total de lâmina aplicada (ETr) e o total da evapotranspiração máxima da cultura (ETm) durante o período de avaliação para os diversos tratamentos realizados na cultura do mamoeiro Híbrido UENF/CALIMAN01

Tratamento	ETo	Pt	Pe	Pex	I	ETr	ETm
	mm						
T1 (50% ETo)	1471,79	1128	666,44	461,56	382,55	1048,99	1571,41
T2 (75% ETo)	1471,79	1128	609,97	518,03	650,55	1260,52	1571,41
T3 (100% ETo)	1471,79	1128	468,48	659,52	945,19	1413,67	1571,41
T4 (125% ETo)	1471,79	1128	256,67	871,33	1204,29	1460,96	1571,41
T5 (150% ETo)	1471,79	1128	2,73	1125,28	1476,39	1479,12	1571,41

variedade e cultivados na região Norte do Espírito Santo que, segundo o IBGE (2007), é a segunda maior região produtora de mamão do Brasil.

A produtividade máxima comercial encontrada para a cultura do mamoeiro foi de 44,54 t ha⁻¹, enquanto a produtividade máxima total foi de 49,91 t ha⁻¹. Em relação à produção total de cada tratamento, 45,70% representaram a produção não comercial no tratamento T1, assim como 25,61, 14,83, 19,50 e 29,57% indicaram a produção não comercial para os tratamentos T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Pôde-se observar que, com uma aplicação e/ou reposição hídrica menor, a planta produziu mais frutos não comerciais e, a medida em que se foi incrementando o fornecimento hídrico até uma lâmina de 1413,67 mm (T3) a quantidade de frutos não comerciais se foi reduzindo representando, assim, a lâmina que produziu uma quantidade menor de frutos não comerciais. Aplicações superiores às do tratamento T3, fizeram com que novamente ocorresse um aumento de frutos não comerciais.

Um déficit hídrico acentuado ocasiona atraso no desenvolvimento do mamoeiro reduzindo a taxa de crescimento do caule e das folhas, além de poder provocar queda das flores ou estímulo à produção de flores estéreis (Bernardo et al., 1996; Coelho et al., 1999). O efeito do déficit hídrico na produção comercial pôde ser notado, ressaltando-se que uma redução de 33,24% do fornecimento hídrico ocasionou queda de 51,13% na produtividade comercial (Tabela 5).

Tabela 5. Valores totais da lâmina aplicada (ETr), da evapotranspiração máxima da cultura (ETm), do déficit de evapotranspiração relativa (1 - ETr/ETm), da produção real comercial (Yrc), da produção máxima comercial (Ymc) e da queda de rendimento relativo (1 - Yrc/Ymc) nos diversos tratamentos realizados na cultura do mamoeiro Híbrido UENF/CALIMAN01

Tratamento	ETr (mm)	ETm (mm)	(1-ETr/ETm)	Yrc (t ha ⁻¹)	Ymc (t ha ⁻¹)	(1-Yrc/Ymc)
T1 (50% ET _o)	1048,99	1571,41	0,3324	21,77	44,54	0,5113
T2 (75% ET _o)	1260,52	1571,41	0,1978	33,94	44,54	0,2381
T3 (100% ET _o)	1413,67	1571,41	0,1004	38,78	44,54	0,1294
T4 (125% ET _o)	1460,96	1571,41	0,0703	38,17	44,54	0,1431
T5 (150% ET _o)	1479,12	1571,41	0,0587	34,81	44,54	0,2186

Para determinação do coeficiente de resposta ao déficit hídrico – ky, para a produção comercial do mamoeiro foi excluído do cálculo o tratamento T5, pelo fato de que não se pode atribuir a redução da Yrc neste tratamento apenas ao déficit hídrico mas, também, a eventos de umidificação excessiva do solo e, conseqüentemente, à falta de oxigenação das raízes e à provável lixiviação de nutrientes. A inclusão deste tratamento poderia acarretar uma interpretação errônea; assim, para obtenção do valor do coeficiente ky da Eq. 3, utilizou-se um procedimento de otimização matemática em que o valor de Ymc foi alcançado quando o intercepto da regressão linear entre a queda de rendimento relativo (1 - Yrc/Ymc) e o déficit de evapotranspiração relativa

(1 - ETr/ETm) foi igual a zero. Utilizando-se deste procedimento, o coeficiente de inclinação da regressão linear equívaleu ao valor de ky, que foi de 1,4581, apresentando um coeficiente de determinação (R²) igual a 0,945 (Figura 1). O modelo foi significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com Doorenbos & Kassam (1979), o valor de ky maior que 1 demonstra que a planta é sensível ao déficit hídrico. No caso do mamoeiro, em se tratando da produção comercial a planta demonstrou que é altamente sensível ao déficit hídrico (ky = 1,4581).

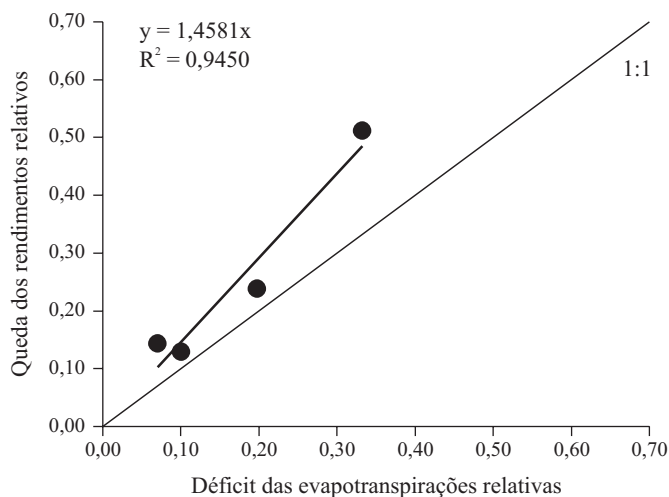


Figura 1. Relação entre o déficit das evapotranspirações relativas e a queda dos rendimentos relativos na produção comercial do mamoeiro cultivar HÍBRIDO UENF/CALIMAN01

Na Tabela 6 é possível observar o efeito do déficit hídrico na produção total do mamoeiro. Uma redução de 33,24% do fornecimento hídrico resultou em queda de 19,69% na produtividade total.

Na determinação do ky para a produção total do mamoeiro utilizou-se o mesmo procedimento de otimização matemática descrita anteriormente, na determinação do ky para a produção comercial. Nota-se, em termos de produção total, que a produção foi crescente, juntamente com os tratamentos (Tabela 6); assim, utilizando-se os cinco tratamentos, pôde-se determinar o valor do ky, que foi de 0,5674, apresentando um coeficiente de determinação (R²) igual a 0,8777 e significativo a 5% de probabilidade (Figura 2). Em se tratando de produção total, o mamoeiro possui baixa sensibilidade ao déficit hídrico (ky < 0,85), de acordo com a classificação proposta por Doorenbos & Kassam (1979), porém o que gera receita para o produtor é a produção comercial e não a total; logo, no intuito de alcançar maior rentabilidade, ou seja, maior índice de frutos comerciais, o produtor deve realizar um manejo adequado de reposição hídrica, de forma a não deixar a planta passar por déficit hídrico, pois o mamoeiro é sensível ao déficit hídrico na produção de frutos comerciais, não se esquecendo de que o manejo da irrigação, na medida do possível, também deve evitar o excesso de água no solo, seja por irrigação ou por chuvas.

Tabela 6. Valores totais da lâmina aplicada (ETr), da evapotranspiração máxima da cultura (ETm), do déficit de evapotranspiração relativa ($1 - ETr/ETm$), da produção real total (Yrt), da produção máxima total (Ymt) e da queda de rendimento relativo ($1 - Yrt/Ymt$) nos diversos tratamentos realizados na cultura do mamoeiro Híbrido UENF/CALIMAN01

Tratamento	ETr (mm)	ETm (mm)	(1-ETr/ETm)	Yrt (t ha ⁻¹)	Ymt (t ha ⁻¹)	(1-Yrt/Ymt)
T1 (50% ETo)	1048,99	1571,41	0,3324	40,09	49,91	0,1969
T2 (75% ETo)	1260,52	1571,41	0,1978	45,62	49,91	0,0860
T3 (100% ETo)	1413,67	1571,41	0,1004	45,53	49,91	0,0879
T4 (125% ETo)	1460,96	1571,41	0,0703	47,41	49,91	0,0502
T5 (150% ETo)	1479,12	1571,41	0,0587	49,42	49,91	0,0099

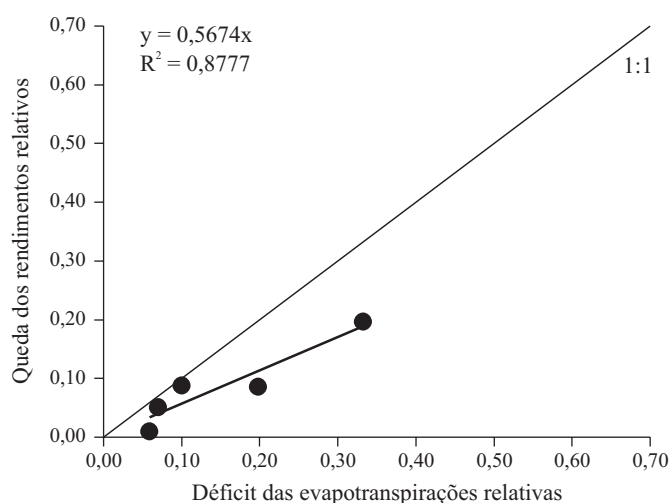


Figura 2. Relação entre o déficit das evapotranspirações relativas e a queda dos rendimentos relativos na produção total do mamoeiro cultivar HÍBRIDO UENF/CALIMAN01

Alguns pesquisadores, como Awada (1961), Awada et al. (1979) e Aiyelaagbe et al. (1986) afirmam que, em relação à produção comercial, o mamoeiro é muito sensível ao déficit de umidade no solo. Silva (1999) e Awada et al. (1979) observaram, em relação à lâmina de água aplicada, que o incremento da produtividade total foi menor que o da produtividade comercial. À medida em que se aumenta a lâmina de água aplicada tem-se um aumento da relação entre produtividade comercial e produtividade total (Silva, 1999). Esta característica pode explicar a ausência de diferenças significativas entre a produtividade comercial e total em relação à lâmina aplicada, observada por Marinho (2007), ao se aplicar tratamentos que variaram de 50 a 130% da ETo, com excesso de chuva no ciclo da cultura.

Todos esses trabalhos citados, mesmo sendo alguns com cultivares diferentes e conduzidos em épocas e locais diferentes, vêm a corroborar com os resultados aqui já apresentados para o mamoeiro, porém mais pesquisas devem ser realizadas em diferentes regiões e tratamentos, a fim de que se possa apoiar os valores aqui encontrados para o coeficiente de resposta (ky) do mamoeiro, tanto para a produção comercial como para a produção total.

CONCLUSÕES

1. O mamoeiro cultivar Híbrido UENF/CALIMAN01 conduzido até os 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, apresentou um coeficiente de resposta de produção (ky) para frutos comerciais de 1,4581 (sensibilidade alta) e para produção total, um coeficiente igual a 0,5674 (sensibilidade baixa).

LITERATURA CITADA

- Aiyelaagbe, I. O. O.; Fawsi, M. O. A.; Babalola, O. Growth, development and yield of pawpaw (*Carica papaya* L.) 'Homestead selection' in response to soil moisture stress. *Plant and Soil*, v.93, p.427-435, 1986.
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. Irrigation and Drainage, 56
- Arruda, F. B.; Grande, M. A. Fator de resposta da produção do cafeeiro ao déficit hídrico em Campinas. *Bragantia*, v.62. n.1, p.139-145, 2003.
- Awada, M. Soil moisture tension in relation to fruit types of papaya plants. *Hawaii Farm Science*, v.10, n.2, p.7-8, 1961.
- Awada, M.; Wu, I. P.; Suehisa, R. H.; Padgett, M. M. Effects of drip irrigation and fertilization on vegetative growth, fruit yield, and mineral composition of the petioles and fruits of papaya. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, 1979. 20p. Boletim Técnico, 103
- Bernardo, S.; Carvalho, J. A.; Sousa, E. F. Irrigação do mamoeiro. Campos dos Goytacazes: UENF, 1996. 20p. Boletim Técnico, 5
- Bezerra, F. M. L.; Angelocci, L. R.; Minami, K. Coeficientes de sensibilidade ao déficit hídrico para a cultura da batata nas condições edafoclimáticas da região de Piracicaba, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.3, p.322-326, 1999.
- Carvalho, J. A.; Pereira, G. M.; Andrade, M. J. B.; Roque, M. W. Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Ciência e Agrotecnologia*, v.24, n.3, p.710-717, 2000.
- Coelho, E. F.; Silva, J. G. F.; Souza, L. F. S. Irrigação e fertirrigação. In: Sanches, N. F., Dantas, J. L. L. (coords.) O cultivo do mamão. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. cap.7, p.32-41. Circular Técnica, 34
- Doorenbos, J.; Kassam, A. H. Yield response to water. *Irrigation and Drainage Paper 33*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.sidra.ibge.gov.br/> 25 Mai. 2007.
- Marin, S. L. D.; Gomes, J. A.; Salgado, J. S.; Martins, D. S.; Fullin, E. A. Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos solo e formosa no estado do Espírito Santo. 4.ed. Vitória: EMCAPA, 1995. 57p. Circular Técnica, 3
- Marinho, A. B. Respostas dos mamoeiros cultivar golden e do HÍBRIDO UENF/CALIMAN01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. Campos dos Goytacazes: UENF, 2007. 125p. Tese Doutorado

- Paes, H. M. F. Demanda hídrica e função de produção da cultura do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) em Campos do Goytacazes, RJ. Campos dos Goytacazes: UENF, 2003. 57p. Dissertação Mestrado
- Picini, A. G.; Camargo, M. B. P.; Ortolani, A. A.; Fazuoli, L. C.; Gallo, P. B. Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. *Bragantia*, v.58, n.1, p.157-170, 1999.
- Silva, J. G. F. Efeitos de diferentes lâminas e frequências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.). Viçosa: UFV, 1999. 90p. Tese Doutorado
- Tatagiba, J. S.; Oliveira, A. A. R. Tratamentos pós-colheita. In: Ritzinger, C. H. S. P.; Souza, J. S. Mamão: Fitossanidade. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. cap.2, p.12-14.
- Yao, A. Y. M. The R index for plant water requirements. *Agricultural Meteorology*, v.6, n.4, p.259-273, 1969.