

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DA CULTURA (KC), DE
PRODUTIVIDADE (KY), DA ÁREA FOLIAR E EFEITO DA LÂMINA
DE IRRIGAÇÃO, DO TURNO DE REGA E DA ADUBAÇÃO
POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO NAS REGIÕES
NORTE E NOROESTE FLUMINENSE

ROBSON PRUCOLI POSSE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
JUNHO - 2008

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DA CULTURA (KC), DE
PRODUTIVIDADE (KY), DA ÁREA FOLIAR E EFEITO DA LÂMINA
DE IRRIGAÇÃO, DO TURNO DE REGA E DA ADUBAÇÃO
POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO NAS REGIÕES
NORTE E NOROESTE FLUMINENSE

ROBSON PRUCOLI POSSE

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Salassier Bernardo

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JUNHO – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA/ UENF 046/2008

Posse, Robson Prucoli

Determinação dos coeficientes da cultura (kc), de produtividade (ky), da área foliar e feito da lâmina de irrigação, do turno de rega e da adubação potássica na produtividade do mamoeiro nas regiões Norte e Noroeste Fluminense / Robson Prucoli Posse. – 2008.

197 f. : il.

Orientador: Salassier Bernardo

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

Bibliografia: f. 182 – 197.

1. Mamão 2. Manejo de irrigação 3. Doses de potássio 4. Função de produção 5. Consumo hídrico I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD– 634.65187

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DA CULTURA (KC), DE
PRODUTIVIDADE (KY), DA ÁREA FOLIAR E EFEITO DA LÂMINA
DE IRRIGAÇÃO, DO TURNO DE REGA E DA ADUBAÇÃO
POTÁSSICA NA PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO NAS REGIÕES
NORTE E NOROESTE FLUMINENSE

ROBSON PRUCOLI POSSE

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em 05 de junho de 2008

Comissão Examinadora:




Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Everardo Chartuni Mantovani (D.Sc., Agronomia/Manejo da Irrigação) – UFV



Prof. Pedro Henrique Monnerat (Ph.D., Nutrição Mineral de Plantas) – UENF



Prof. Salassier Bernardo (Ph.D., Irrigação e Drenagem) – UENF
Orientador

Aos meus pais Genário Posse e Elza Prucoli Posse;
A minha irmã Sheila Cristina Prucoli Posse;
A minha esposa Silvania da Silva Malini Posse,

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida e imensa bondade;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e ao Laboratório de Engenharia Agrícola (LEAG), pela oportunidade de realização deste trabalho;

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

Ao mestre e amigo Prof. Salassier Bernardo, pela confiança, pelos ensinamentos, conselhos e orientações dispensadas;

Ao amigo de sempre Prof. Elias Fernandes de Sousa, pelo apoio incondicional, pelas sugestões e toda dedicação prestada;

Aos Professores Messias Gonzaga Pereira, Pedro Henrique Monnerat e Everardo Chartuni Mantovani, pela amizade e valiosas colaborações;

Aos meus pais Genário Posse e Elza Prucoli Posse, pelo amor, dedicação, carinho, esforços e incentivos;

A minha irmã Sheila Cristina Prucoli Posse, pelos conselhos e incentivos;

A minha esposa Sylvania da Silva Malini Posse, pela compreensão, apoio e companheirismo;

Ao meu sogro Jose Walter Malini e minha sogra Marlene da Silva Malini por todo apoio, incentivo e carinho prestado;

Aos funcionários de campo na PESAGRO-Campos Dorian, Fernando, Júlio, Maurício e, em especial, ao Romildo Domingos Gottardo, que me auxiliaram na realização deste trabalho com toda dedicação;

Aos funcionários do Campo Experimental de Itaocara-CEI Ademir, Arnaldo, Benedito, Carlos Maurício, Gilson, José Luiz, Júlio, Luiz, Marcelo, Marcos Antonio, Marcos Vinício, Noé, Sandro, Sebastiana e, em especial, ao Paulo Rogério Nunes, que sempre estiveram presentes nos experimentos com responsabilidade, entusiasmo e competência;

Aos Professores Eliemar Campostrini e Jurandi Gonçalves, do Laboratório de Fisiologia Vegetal, pela amizade e apoio nos trabalhos de laboratório;

Aos professores Alexandre Pio Viana e Ricardo Garcia, pela amizade e apoio;

Aos professores das disciplinas cursadas, pelos ensinamentos transmitidos;

Ao Júlio Meireles e ao Luiz Thiago, pelo apoio nos trabalhos de laboratório;

A Dr^a. Elisabeth Bernardo, pelos bons conselhos, amizade e carinho;

Aos meus amigos de república, Leonardo Gasparini e Rodolfo Gonçalves;

Aos colegas de pós-graduação em Produção Vegetal, Albanise Marinho, Carlos Ide, Herval, Marcelo Gabetto, Mendonça e Márcio Takeshi, pelo companheirismo e momentos vividos;

A todos os colegas do LEAG;

A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG), em especial ao gerente regional Romulo Mathozinho de Carvalho, pelo apoio de sempre;

A tantas outras pessoas que me apoiaram direta e indiretamente na execução deste projeto.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTO	iii
SUMÁRIO	v
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	05
2.1. A cultura do mamoeiro	05
2.2. Aspectos botânicos	07
2.2.1. Golden	08
2.2.2. Híbrido	09
2.3. Exigências Nutricionais / Adubação no mamoeiro	10
2.3.1. Potássio no mamoeiro	12
2.4. Irrigação no mamoeiro	13
2.4.1. Efeito de lâminas de irrigação no mamoeiro	18
2.4.2. Efeito do turno de rega no mamoeiro	19
2.4.3. Coeficiente da cultura do mamoeiro (kc)	20
2.5. Função de Produção	23
2.6. Fator de Resposta da Cultura (ky)	27
3. TRABALHOS	29

RESPOSTA DO MAMOEIRO HÍBRIDO UENF/CALIMAN01 A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	29
RESUMO	29
ABSTRACT	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
RESUMO E CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DA CULTURA DO MAMOEIRO EM LISÍMETRO DE PESAGEM	51
RESUMO	51
ABSTRACT	52
INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODOS	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
RESUMO E CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
RELAÇÃO ENTRE A PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO E O DÉFICIT HÍDRICO (KY) NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE	68
RESUMO	68
ABSTRACT	69
INTRODUÇÃO	69
MATERIAL E MÉTODOS	71
RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR TOTAL DO MAMOEIRO USANDO UM MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO	85
RESUMO	85
ABSTRACT	86
INTRODUÇÃO	87
MATERIAL E MÉTODOS	88
RESULTADOS E DISCUSSÃO	91

RESUMO E CONCLUSÕES	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANÁLISE DA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO HÍBRIDO UENF/CALIMAN01 EM PERÍODO DE VERÃO, CULTIVADOS NO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	100
RESUMO	100
ABSTRACT	101
INTRODUÇÃO	101
MATERIAL E MÉTODOS	103
RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
CONCLUSÕES	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
RESPOSTA DO MAMOEIRO HÍBRIDO UENF/CALIMAN01 A DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO E TURNOS DE REGA	114
RESUMO	114
ABSTRACT	115
INTRODUÇÃO	116
MATERIAL E MÉTODOS	117
RESULTADOS E DISCUSSÃO	124
RESUMO E CONCLUSÕES	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
RESPOSTA DO MAMOEIRO GOLDEN A DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO E TURNOS DE REGA	146
RESUMO	146
ABSTRACT	147
INTRODUÇÃO	148
MATERIAL E MÉTODOS	149
RESULTADOS E DISCUSSÃO	156
RESUMO E CONCLUSÕES	171
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	172
4. RESUMOS E CONCLUSÕES	177
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	182

RESUMO

POSSE, Robson Prucoli; Engenheiro Agrônomo; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Junho, 2008; Determinação dos coeficientes da cultura (kc), de produtividade (ky), da área foliar e efeito da lâmina de irrigação, do turno de rega e da adubação potássica na produtividade do mamoeiro nas regiões Norte e Noroeste Fluminense; Professor Orientador: Salassier Bernardo; Professor Conselheiro: Elias Fernandes de Sousa.

O presente trabalho teve como objetivo a determinação dos coeficientes da cultura (kc), de produtividade (ky), da área foliar e avaliar o efeito da lâmina de irrigação, do turno de rega e da adubação potássica na produtividade do mamoeiro nas regiões Norte e Noroeste Fluminense. Foram instalados dois experimentos, um na área de convênio UENF/PESAGRO-RIO, no município de Campos dos Goytacazes–RJ (região Norte Fluminense), utilizando o mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, e o outro experimento, no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no município de Itaocara-RJ (região Noroeste Fluminense), utilizando dois cultivares, o híbrido UENF/CALIMAN01 e o Golden. Os resultados demonstraram que o mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, aos 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, apresentou uma produtividade máxima comercial de 38,78 t ha⁻¹, com uma lâmina aplicada de 1.414 mm e produtividade máxima total de 49,42 t ha⁻¹, com uma lâmina aplicada de 1.479 mm. Em relação à menor lâmina de água aplicada, um acréscimo na lâmina na ordem de 34,76% representou um aumento de 78,13% na produtividade comercial. Com respeito à produtividade total, um acréscimo de

41% na lâmina aplicada representou um aumento de 23,28% na produtividade. O maior e o menor comprimento médio (198,2 mm e 187,8 mm), assim como o maior e o menor diâmetro médio (109,4 mm e 103,8 mm) dos frutos comerciais, foram encontrados para as lâminas aplicadas de 1.414 mm e 1.049 mm, respectivamente. O valor do coeficiente da cultura (kc) do mamoeiro foi de 0,82 até os 96 dias após o transplântio (DAT), quando a planta atingiu um metro de altura (estádio I). Durante o estágio II o valor do kc cresceu linearmente de aproximadamente 0,1 unidades para cada 0,30 metros de incremento na altura da planta, chegando a 1,35 aos 372 DAT, quando a planta atingiu 2,65 metros (início do estágio III). A partir desse período o valor de kc manteve-se constante e igual a 1,35 até o final do experimento. Considerando todo o período em estudo, obteve-se um kc médio de 1,09. 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. Um modelo matemático foi desenvolvido para a estimativa da área de uma folha do mamoeiro, levando em consideração o comprimento da nervura central da folha e a idade da planta, representada em dias após o transplântio. Com base no comprimento médio das duas últimas folhas da copa e do número total de folhas presentes na planta pode-se estimar a área foliar total do mamoeiro. Os frutos do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, produzidos no verão, levam em torno de 150 dias para atingirem a maturidade (estádio I). Uma estimativa precoce da produtividade pode ser obtida, com os frutos ainda verdes na planta, sem que se tenha que esperar a maturidade. Tanto para o híbrido UENF/CALIMAN01 quanto para o Golden, o peso médio dos frutos comerciais e não comerciais, o comprimento e o diâmetro de fruto e as produtividades comerciais, não comerciais e totais não foram influenciados estatisticamente pelas doses de potássio e pelo turno de rega. Apenas a época de colheita foi significativa nos parâmetros avaliados. A altura da planta, o diâmetro de caule e diâmetro de copa não sofreram influência do turno de rega e da adubação potássica. Pelo fato de o turno de rega não ter influenciado estatisticamente a produtividade e os parâmetros vegetativos avaliados, deve-se utilizar, para a região em estudo, um turno de rega de três dias.

ABSTRACT

POSSE, Robson Prucoli; Agronomic Engineer; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; June, 2008; Determination of the crop coefficient (kc), yield response coefficient (ky), leaf area and effect of irrigation depth, irrigation frequency and potassium fertilization on papaya fruit yield in the northern and northwestern regions of Rio de Janeiro state; Advisor: Salassier Bernardo; Supervisor: Elias Fernandes de Sousa.

The purpose of this study was to determine the crop coefficients (kc), yield coefficients (ky) and the leaf area and to evaluate the effect of the irrigation depth, irrigation interval and potassium fertilization on papaya yield in the north and northwestern regions of Rio de Janeiro. Two experiments were installed, in a convention area of UENF/PESAGRO-RIO, in the county of Campos dos Goytacazes (northern region of Rio de Janeiro state), using a papaya cultivar hybrid UENF/CALIMAN01, and another experiment, in the Campo Experimental of Itaocara (CEI), in the county of Itaocara (northwestern region of Rio de Janeiro state), using two cultivars: hybrid UENF/CALIMAN01 and Golden. After 13 months of growth and four months of harvest the papaya cultivar hybrid UENF/CALIMAN01 reached a maximal commercial yield of 38.78 t ha⁻¹, at an irrigation depth of 1.414 mm and total maximal yield of 49.42 t ha⁻¹, at an irrigation depth of 1.479 mm. An increase in the range of 34.76% of the lowest irrigation depth resulted in 78.13% yield increase. For total yield, an increase of 41% in irrigation depth resulted in a yield increase of 23.28%. The greatest and the smallest mean length (198.2 mm and 187.8 mm) as well as the greatest and the

smallest mean diameter (109.4 mm and 103.8 mm) of the marketable fruits were observed when irrigation depths of 1,414 mm and 1,049 mm were applied, respectively. The value of the crop coefficient (k_c) of papaya was 0.82 until 96 DAT, when the plant reached a height of 1 meter (stage I). During stage II the k_c value increased linearly by approximately 0.1 units per 0.30 m increase in plant height, and 372 DAT k_c reached 1.35, when the tree attained 2.65 meters (beginning of stage III). Thereafter the k_c value remained constant at 1.35 until the end of the experiment. Over the entire study period, the mean k_c value was 1.09. After 13 months of growth and four months of harvest the coefficient of yield response (k_y) for marketable fruits of the papaya hybrid cultivar UENF/CALIMAN01 was 1.4581 and the total yield coefficient was 0.5674. A mathematical model was developed to estimate the area of one papaya leaf, taking the length of the central leaf nervure and plant age into consideration, represented in days after transplanting. Based on the mean length of the two last canopy leaves and on the total number of leaves on the tree, the total leaf area of the tree can be estimated. In the summer fruits of the papaya hybrid cultivar UENF/CALIMAN01 take about 150 days to reach maturity (stage I). An early yield estimate can be obtained, when the fruits on the tree are still green, without having to await maturity. For hybrid UENF/CALIMAN01 as well as for Golden, the mean weight of the marketable and non-marketable fruits, the fruit length and diameter and the commercial, non-commercial and total yields were statistically not influenced by the potassium doses and by the irrigation frequency. Only the parameter harvest period was statistically significant. Plant height, stem diameter and canopy diameter were not influenced by the irrigation frequency or by potassium fertilization. Since the yield and plant parameters evaluated were not statistically influenced by the irrigation frequency, an irrigation frequency of three days should be used in the study region.

1. INTRODUÇÃO

Difundido em regiões de clima tropical e subtropical, a produção mundial do mamão vem crescendo nos últimos anos, passando de 4.566.497 toneladas em 1995 para 6.753.240 toneladas em 2005. A cultura do mamão foi cultivada em 54 países em 2005 e, entre os três maiores produtores mundiais, o Brasil destacou-se como maior produtor, chegando a 1.650.000 toneladas, seguido por México e Nigéria com 955.694 e 755.000 toneladas, respectivamente (FAO, 2007).

No Brasil, os principais cultivares de mamão explorados são classificados em dois grupos: 'Solo', com variedades originadas do Hawaii, adaptadas e selecionadas para as condições nacionais de cultivo, e 'Formosa', com híbridos cujas sementes normalmente são importadas a preços elevados. Os frutos do grupo 'Solo' são os mais utilizados para exportação, enquanto os do grupo 'Formosa' são preferidos pela agroindústria e hotelaria.

Até meados da década de 70, o Estado de São Paulo se destacava como o maior e principal produtor do mamão do grupo dióico ou "comum", porém, a incidência do vírus mosaico do mamoeiro na região de Monte Alto-SP fez com que ocorresse uma migração do cultivo do mamoeiro para outros Estados (Marin et al., 1995). Com uma área cultivada de 36.500 ha em 2005 no Brasil (FAO, 2007), o Estado da Bahia apresenta-se como maior produtor de mamão do país, seguido pelo Espírito Santo. A área colhida no ano de 2004 no Estado da Bahia foi de 14.420 ha, enquanto no Espírito Santo foi de 9.868 ha. No Rio de Janeiro, a

produção ainda é pequena, com 128 ha de área colhida em 2004 (IBGE, 2007). Todavia, pode constituir-se em uma região competitiva para expansão e produção da cultura, ao considerar que as condições edafo-climáticas são similares às do Norte do Estado do Espírito Santo, um dos maiores produtores da cultura, possuindo ainda portos e aeroportos internacionais e grande potencial de consumo interno. A ausência de tradição e a falta de informações sobre o seu desenvolvimento na região é que dificultam investimentos mais expressivos na cultura.

As condições favoráveis do relevo e temperatura, e a introdução do cultivar havaiano “Sunrise Solo”, de grande aceitação tanto pelo mercado interno quanto para exportação, possibilitaram que a exploração do mamão se tornasse uma atividade agrícola de alta rentabilidade e de grande importância econômica para as principais regiões produtoras, notadamente no Norte do Estado do Espírito Santo e no Sul do Estado da Bahia.

Apesar da expansão da cultura e da demanda por tecnologia, as características morfoagronômicas de diversos cultivares já são conhecidas, mas, poucas informações tem-se sobre a fisiologia do mamoeiro, quando esse é cultivado e/ou influenciado por fatores ambientais diferentes como luz, temperatura, água, nutrientes, etc. Assim, o conhecimento dos efeitos desses fatores no desenvolvimento das plantas, servirá como fonte de informação para a escolha do melhor cultivar para a região, ou mesmo, do melhor tratamento para aquele cultivar na região avaliada, isso quando possível de ser alterado.

É importante observar que a maximização da produtividade não se dá apenas com o fornecimento de água às culturas, sendo, também, importantes, elevações do nível de fertilidade do meio.

A cultura do mamão é muito exigente em água. Mesmo estando o pomar em locais onde as precipitações totais anuais são elevadas, a prática de irrigação é recomendada em virtude da má distribuição das chuvas, ou pela ocorrência de períodos de veranicos. A região Norte Fluminense apresenta uma precipitação anual média em torno de 1.000 mm, sendo que 80% da precipitação ocorre nos meses de outubro a março, indicando a necessidade de irrigação suplementar.

As determinações da lâmina de água a ser aplicada em uma cultura, bem como a sua frequência de irrigação, são de grande importância para evitar a redução nos rendimentos, provocados pelo excesso ou déficit de umidade no

solo, salinização e compactação por excesso de umidade durante as operações de preparo do solo.

Para não comprometer o desenvolvimento da planta, toda a água perdida por evapotranspiração deve ser reposta sob a forma de precipitação ou irrigação, de forma a manter no solo uma umidade ideal para que as raízes consigam retirar a quantidade de água necessária, sem restrições. Assim, estudos da evapotranspiração e a estimativa dos coeficientes de cultura são de fundamental importância para o manejo adequado dos projetos de irrigação (quando as precipitações não são suficientes), contribuindo para o aumento de produtividade e otimização dos recursos hídricos e energéticos, que estão cada vez mais escassos.

Um sistema de produção viável, baseia-se, cada vez mais, na otimização do uso dos insumos nos processos de produção, de forma a melhorar a produtividade e a rentabilidade.

A carência de informações sobre o comportamento do mamoeiro sob efeitos de adubações e manejo de irrigação, principalmente nas regiões Norte e Noroeste Fluminense, instigou o desenvolvimento deste trabalho.

Dessa forma, no presente trabalho, teve como objetivo geral realizar a determinação dos coeficientes da cultura (k_c), de produtividade (k_y), da área foliar e avaliar o efeito da lâmina de irrigação, do turno de rega e da adubação potássica na produtividade do mamoeiro nas regiões Norte e Noroeste Fluminense.

E como objetivos específicos:

- Determinar o efeito de diferentes lâminas de irrigação na produtividade e nos parâmetros de produção, tais como comprimento e diâmetro de fruto, número de frutos por planta e peso médio do fruto do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, conduzido em Campos dos Goytacazes – RJ;
- Determinar o coeficiente da cultura (k_c) do mamoeiro utilizando a evapotranspiração da cultura pelo lisímetro de pesagem e a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith FAO;

- Determinar o coeficiente de resposta (ky) na produção de frutos comerciais e produção total do mamoeiro cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro;
- Desenvolver um modelo empírico prático e não-destrutivo para a estimativa da área foliar total do mamoeiro;
- Quantificar o tempo de permanência dos frutos na planta, produzidos no verão, desde sua formação até a colheita;
- Avaliar o efeito de diferentes doses de potássio e turnos de rega na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01 cultivado na região Noroeste Fluminense;
- Avaliar o efeito de diferentes doses de potássio e turnos de rega na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro cultivar Golden cultivado na região Noroeste Fluminense.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do mamoeiro

O mamoeiro é uma planta cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Com origem ainda questionada, alguns autores citam como centro de origem a América Central (Campelo Júnior et al., 1986), enquanto outros, o noroeste da América do Sul (Bacia Amazônica superior), onde a diversidade genética é máxima (Dantas e Morales, 1997).

O mamoeiro é utilizado amplamente nas dietas alimentares, devido ao seu alto valor nutritivo (rico em vitamina C) e digestivo, quando verdes, são utilizados como fonte de papaína (Dantas et al., 2002).

A cultura do mamoeiro é considerada de grande importância social, pois gera emprego durante todo o ano, contribuindo para o mercado de trabalho e na fixação do homem no campo. A cultura do mamoeiro produz o ano inteiro, sendo renovado o pomar no máximo a cada quatro anos (Dantas et al., 2002). Em virtude de grandes incidências de doenças na cultura, economicamente, o plantio do mamoeiro está sendo conduzido por um período de dois anos.

O mamoeiro se desenvolve bem em áreas com precipitações anuais superior a 1.200 mm e bem distribuídas ao longo do ano, em ambiente de boa luminosidade e com temperatura média anual de 25°C. Devem-se evitar plantios em locais onde ocorram temperaturas abaixo de 15°C, pois o mamoeiro paralisa o

seu crescimento vegetativo, reduz o florescimento, atrasa a maturação e produz frutos de qualidade inferior (Marin et al., 1995). A sua distribuição estende-se de 32 graus de latitude Norte e Sul, sendo que as áreas comerciais são menos extensivas (Dantas e Morales, 1997; Costa e Pacova, 2003).

O mamoeiro se desenvolve em todas as classes de solo, considerando o mais adequado ao seu cultivo solos com textura areno-argilosa, bem drenados, ricos em matéria orgânica, com um pH variando de 5,5 a 6,7 (Oliveira et al., 2004). Solos com pH abaixo de 5,0 prejudicam o crescimento das plantas, podendo até ocasionar a morte, enquanto solos com pH acima de 7,0 tornam-se favoráveis ao aparecimento de deficiências nutricionais, especialmente micronutrientes como boro, cobre, zinco e manganês (Marin et al., 1995). Em solos de Tabuleiros, como no caso do Extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, devido à presença de camadas coesas, produtores realizam o plantio na forma de camalhões (Oliveira et al., 2004).

Em relação à forma e ao espaçamento de plantio do mamoeiro, esses podem variar, principalmente, em função do tipo de solo, declividade do terreno, fertilidade do solo, clima, sistema de cultivo, cultivar e tratos culturais a serem utilizados. São diversas as sugestões nas literaturas, mas, no geral, os mamoeiros podem ser plantados em fileiras simples, utilizando espaçamentos que podem variar de 1,5 m a 3,0 m entre as plantas dentro da fileira e de 2,0 m a 4,0 m entre as fileiras ou plantados em fileiras duplas, onde as plantas devem ser dispostas de forma triangular, nas linhas de plantio, utilizando espaçamentos que podem variar de 1,5 m a 3,0 m de distancia dentro das linhas e entre as linhas simples, e 3,0 m a 4,0 m entre as fileiras duplas.

No Município de Porto Lucena, RS, Kist e Manica (1995), estudando o comportamento do mamoeiro do grupo Formosa, Tainung 2, em seis espaçamentos de plantio entre plantas (1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6 e 2,8 m) e 2,0 m entre linhas, não observaram influência dos espaçamentos sobre o diâmetro do caule, altura das plantas e peso médio dos frutos. Os espaçamentos influenciaram o peso e o número de frutos por planta, sendo o espaçamento 2,0 x 2,4 m, o que obteve resposta máxima.

2.2. Aspectos botânicos

Pertencente à família *Caricaceae*, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) se caracteriza por ser uma planta herbácea, arbustiva, com sistema radicular pivotante ou axial, com raiz principal bastante desenvolvida, ramificando-se de forma radial. As folhas são simples e alternadas, com longos pecíolos. O caule é cilíndrico, ereto e único, apresentando epiderme lisa. O fruto é uma baga, geralmente polposa, de forma arredondada, alongada, cilíndrica, elipsóide, esférica, periforme, oblonga, ovóide ou sulcada de tamanho pequeno, médio, grande ou muito grande, pesando entre 121 gramas a 7,8 kg, de diferentes tipos e formas (Manica et al., 2006).

A espécie *Carica papaya* L. é a única de valor comercial, caracterizando-se por apresentar ovário unilocular, enquanto as outras 20 espécies do Gênero *Carica* possuem, na maior parte, ovário pentalocular, mas unilocular na sua parte superior (Dantas et al., 2002).

As plantas do mamoeiro podem ser classificadas como sendo masculinas, femininas e hermafroditas. Nos pomares de mamão havaiano, a presença é quase que exclusivamente de plantas femininas e hermafroditas, enquanto nos pomares de mamão “comum”, as plantas macho representam aproximadamente 10% (Campelo Júnior et al., 1986).

De forma geral, plantas masculinas caracterizam-se pelo maior comprimento do pedúnculo, com muitas flores cimosas, com ovário rudimentar e estéril (Costa e Pacova, 2003). As plantas do sexo feminino apresentam somente flores femininas isoladas ou em número de duas a três, situadas próximas do talo das folhas e formadas em pedúnculos curtos, inseridos nas axilas das folhas. As pétalas das flores são livres na sua base. O ovário é grande, arredondado, cujo ápice é afunilado, onde se inserem cinco estigmas em forma de leque. Os frutos são normalmente arredondados ou ligeiramente ovalados, com grande cavidade interna em relação à espessura da polpa. As plantas hermafroditas formam flores hermafroditas com pedúnculos curtos, nas axilas foliares, reunidas em grupos compostos por um pequeno número, idênticos às femininas. São flores menores, apresentando as pétalas soldadas na base ou até quase a metade do seu comprimento. O órgão feminino apresenta um ovário, geralmente alongado, com

cinco estigmas em forma de leque no ápice e o órgão masculino, de cinco a dez estames funcionais, com anteras de cor amarela. Dessa forma, são capazes de se autofecundar, formando frutos geralmente alongados, com formato periforme e cavidade interna menor do que os produzidos por plantas femininas. Por terem a polpa mais espessa, os frutos apresentam maior valor comercial (Marin et al., 1995).

As flores hermafroditas do mamoeiro apresentam várias formas, a pentândrica, a carpelóide ou intermédia, a estéril e a alongata, que é a única que produz frutos perfeitos. As pentândricas e as carpelóides dão origem a frutos deformados que não tem valor comercial (Dantas e Castro Neto, 2000).

A ocorrência de flores imperfeitas está ligada a fatores genéticos que podem ser alterados pelo ambiente. As plantas hermafroditas são sensíveis a variações ambientais, mesmo que pequenas. Maiores frequências de carpeloidia podem ocorrer em lugares de maior altitude e menor temperatura mínima. Já em condições de alta umidade, altos teores de nitrogênio e de água no solo tendem a fazer com que as flores mudem de sexo, passando de hermafroditas para femininas, produzindo frutos deformados (Awada, 1958).

As variáveis biométricas como altura de planta, diâmetro de caule, diâmetro da copa e área foliar, usadas no monitoramento do crescimento das plantas, correlacionam-se com os rendimentos das mesmas.

2.2.1. Golden

O genótipo Golden é proveniente de seleção massal realizada em campos de produção de Sunrise Solo, pela empresa Caliman Agrícola LTDA., no Estado do Espírito Santo. Os frutos de plantas hermafroditas são periformes, com polpa rosa-salmão, cavidade interna estrelada, casca lisa, tamanho uniforme, peso médio de 450 gramas e de excelente aspecto visual. No estágio verde apresenta cor da casca mais clara que a variedade que a originou. É de boa aceitação no mercado nacional e internacional, porém com teor de sólidos solúveis dos frutos e produtividade inferiores ao Sunrise Solo. Apresenta também

alta variabilidade genética, portanto, não é ainda um material genético fixado (puro) (Dantas et al., 2002; Costa e Pacova, 2003).

2.2.2. Híbrido

Em virtude das limitações de alternativas quanto à escolha de cultivares e/ou híbridos comerciais para o plantio, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) estabeleceu, a partir de 1996, um programa de melhoramento genético do mamoeiro. Os resultados obtidos permitiram, em 2002, registrar nove híbridos de mamão junto ao Ministério da Agricultura. Em maio de 2003, ocorreu o lançamento oficial dos híbridos UENF/CALIMAN01 e UENF/CALIMAN02 no município de Linhares-ES, na Empresa CALIMAN.

O UENF/CALIMAN01 é um híbrido obtido do cruzamento entre um progenitor do Grupo Formosa e um progenitor do Grupo Solo, apresentando características fenotípicas do Grupo Formosa.

Como características importantes do híbrido UENF/CALIMAN01 destaca-se os frutos com peso médio de aproximadamente 1.200 g, diâmetro de 9,9 cm, comprimento de 21,5 cm, diâmetro de cavidade ovariana de 5 cm, relação comprimento diâmetro de 2,2, comprimento de pedúnculo de 5,05 cm, sementes de brilho intermediário, formato ovóide, com pouca mucilagem e peso de 10 g por cem sementes frescas. Vale ressaltar que todos os híbridos obtidos no programa de melhoramento da UENF apresentam frutos de cor verde, polpa avermelhada, casca fina, pouco tecido placentário, ótima qualidade de mesa, ausência de cera e pubescência nas folhas, com bordos foliares de formato reto e cavidade do limbo foliar aberta (Pereira et al., 2004).

Estudos de viabilidade da cultura do mamão para a Região Norte do Estado do Rio de Janeiro já foram realizados. Algumas combinações híbridas ultrapassaram a estimativa de 150 t ha⁻¹ (Pereira et al., 2003).

2.3. Exigências Nutricionais / Adubação no mamoeiro

O mamoeiro é uma planta de crescimento rápido e constante, que absorve quantidades relativamente altas de nutrientes, necessitando de fornecimentos contínuos durante o primeiro ano, chegando o máximo aos doze meses de idade. A planta necessita de suprimentos de água e nutrientes em intervalos freqüentes, de modo a permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos. Quanto aos fertilizantes, deve-se dar preferência aos solúveis, sendo que, um deles deve ser também fonte de enxofre (Oliveira et al., 2004).

Uma alta produção com qualidade dos frutos e maior tolerância a pragas e doenças é conseguida fazendo-se o uso de uma adubação bem balanceada. Adubações essas, cujas recomendações, variam de acordo com as cultivares e, ainda, de uma região para outra, dependendo das condições do solo de cada local.

A cultura do mamoeiro apresenta três fases de desenvolvimento bem distintas, que são: formação da planta (do 1º ao 4º mês); floração e frutificação (do 5º ao 8º mês) e produção (do 9º mês em diante). No segundo ano de cultivo o mamoeiro entra em processo de colheitas contínuas (Oliveira et al., 2004).

O potássio (K), nitrogênio (N) e cálcio (Ca), assim como os micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn) e boro (B), são os elementos mais absorvidos, enquanto o fósforo (P) e o molibdênio (Mo) os menos extraídos. O potássio é o nutriente mais exportado pela colheita, ficando o N e o Ca em segundo e terceiro lugar, respectivamente (Oliveira et al., 2004).

O boro é o micronutriente mais importante na cultura do mamoeiro, pois, além de ser extraído em grandes quantidades, afeta a qualidade e produção de frutos. O boro deve ser fornecido aproximadamente duas vezes ao ano, de acordo com análise do solo ou mesmo análise foliar. Como causas de deficiências citam-se: calagem ou acidez excessivas; deficiência hídrica; alta luminosidade; baixo teor de matéria orgânica e de B no solo (Oliveira et al., 2004). A deficiência do boro limita o crescimento da parte aérea e das raízes (Costa e Costa, 2003).

O nitrogênio e o potássio devem ser fracionados o quanto possível, de preferência mensalmente. Um fornecimento equilibrado é fundamental para o adequado crescimento, floração e frutificação. Os fertilizantes nitrogenados mais utilizados são a uréia e o sulfato de amônio, enquanto os potássicos são o cloreto

de potássio e o sulfato de potássio. Para a adubação de cobertura com fósforo, deve-se realizar aplicações de forma parcelada de dois em dois meses, utilizando-se de preferência o superfosfato simples para diminuir os problemas de competição de Cl^- e SO_4^{2-} , quando se utiliza exclusivamente adubações com cloreto de potássio. As adubações com micronutrientes podem ser realizadas por cova, em cobertura no solo ou mesmo via foliar (Oliveira et al., 2004).

Em solos com níveis baixos de potássio e fósforo, as recomendações de adubação para a cultura do mamoeiro, nos manuais do Estado da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo e Pernambuco, apresentam as seguintes faixas de recomendações, em g planta^{-1} , nos dois primeiros anos de cultivo: 180 a 400 de N; 90 a 300 de P_2O_5 ; 72 a 449 de K_2O . As diferenças nas doses estão ligadas não só às condições edafoclimáticas de cada região, mas também às produtividades esperadas e condições de irrigação (Oliveira e Caldas, 2004).

Avaliando o estado nutricional das plantas podem-se obter níveis adequados de nutrientes que proporcionam elevadas produções. Um bom diagnóstico do estado nutricional do mamoeiro pode ser adquirido, fazendo-se o uso da análise foliar. Infelizmente não se tem ainda uma definição de qual parte da folha (limbo ou pecíolo) é melhor como indicador do estado nutricional para um determinado nutriente. Na literatura, os níveis críticos e/ou teores adequados para alguns nutrientes podem ser encontrados para as duas partes da folha, limbo e pecíolo (Tabela 01).

Tabela 01 - Níveis críticos ou faixas de teores adequados de nutrientes, por diferentes autores, na matéria seca do pecíolo e limbo.

Nutrientes	Pecíolo						Limbo				
	1	2	3	4	5	6	1	2	4	5	7
N (g kg^{-1})	11 –26,4	13 – 25	10-12	23,3	10	13-25	51,5-53,1	45-50	61,7	45-50	44,8-55,4
P (g kg^{-1})	1,6 –1,7	2 – 4	2,5-3,0	3,4	3		4,5-5,0	5-7	5,3	5-7	
K (g kg^{-1})	24,9 –28,1	30 – 60	40-50	94,8	25-30		24,7-29,8	25-35	29,2	25-30	
Ca (g kg^{-1})	16,5 –18,4	10 – 25	15-20	8,2	15		18,7-25,3	20-25	10,8	20-22	
Mg (g kg^{-1})	5,3 – 5,7	5 – 15	4-5	3,5	4		9,2-12,4	8-10	7,2	10	
S (g kg^{-1})	2,6 – 3,2	3 – 8	2,5-3,0	2,1	-		4,8-4,9	4-6	5,3	4-6	
Fe (mg kg^{-1})	43 – 51	20 – 80	50-70	49	-		114-142	150-200	291	291	
Zn (mg kg^{-1})	10,4–15,3	10 – 30	15-20	30	-		30-38	40-50	43	43	
Cu (mg kg^{-1})	2,4 – 2,8	4 – 10	8-10	8	-		7,9-9,2	10-15	11	11	
Mn (mg kg^{-1})	41,6–42,9	25 – 150	50-70	27	-		71-87	60-70	70	70	
B (mg kg^{-1})	23,1–25,2	20 – 50	25-30	20	-		43-44	20-30	15	15	

- 1) Costa (1995);
- 2) Reuther e Robinson (1986);
- 3) Costa et al. (2001);
- 4) Vitti et al. (1988);
- 5) Malavolta et al. (1997);
- 6) Awada e Long (1971) e
- 7) Viegas (1997).

2.3.1. Potássio no mamoeiro

Sendo o elemento mais absorvido e o mais exportado na cultura, o fornecimento do potássio deve ser constante e crescente durante todo o ciclo da planta. É de extrema importância após o estágio de florescimento e frutificação, por proporcionar frutos maiores, com teores mais elevados de açúcares e sólidos solúveis totais, o que reflete na qualidade.

Por ser um elemento de grande mobilidade na planta, passando com facilidade de uma célula para outra e do xilema para o floema, o potássio se torna um componente mineral de grande expressão nos processos osmóticos que envolvem absorção e armazenamento de água pelas plantas.

O potássio é requerido em larga quantidade pelas culturas, tendo um papel fundamental na translocação de assimilados para as diversas partes da planta, principalmente para os frutos, influenciando o rendimento e a qualidade dos produtos colhidos (Daliparthy et al., 1994).

O potássio é um nutriente com diversos papéis no metabolismo vegetal. Atua como ativador enzimático de processos responsáveis pela síntese e degradação de compostos orgânicos e participa no processo de abertura e fechamento das células estomáticas, síntese de proteínas, osmorregulação, extensão celular e balanço entre cátions e ânions (Malavolta et al., 1989; Marschner, 1995; Costa e Costa, 2003).

A sua relação com o nitrogênio (N/K_2O) é de extrema importância para o mamoeiro, por afetar na qualidade dos frutos. O ideal é que nas adubações, os fertilizantes apresentem relações N/K_2O próximas de 1. Uma relação desequilibrada (alta) pode proporcionar casca fina, frutos moles, sabor alterado, crescimento excessivo da planta e frutos muito distanciados. Numa relação equilibrada (próxima de 1) os frutos se apresentam doces e com polpas mais consistentes (Oliveira et al., 2004).

Nas condições edafoclimáticas de Cruz das Almas (BA), o mamoeiro do grupo Solo teve aumento de produtividade quando se fez o uso da adubação nitrogenada e potássica. Um ajuste de modelo de superfície resposta foi conseguido quando se utilizou apenas o N e K, deixando o fósforo em nível médio no solo ($120 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ por ha ano}^{-1}$). O ponto de máximo estimado pelo modelo,

aos seis meses de produção, foi de 26,17 t ha⁻¹ para as doses físicas de 319 kg de N e 360 kg de K₂O por ha ano⁻¹ e, em um ano, o ponto máximo estimado foi de 93,41 t ha⁻¹ nas doses físicas de 347 kg de N e 360 kg de K₂O por ha ano⁻¹, o que corresponde a uma relação N/K próxima de 1:1 (Oliveira e Caldas, 2004).

Um estudo com mamoeiro cultivar Sunrise Solo no município de Selviria (MS) mostrou a influência de um nutriente sobre o efeito do outro, como no caso do nitrogênio, que em presença de potássio aumentou a acidez e, na ausência, diminuiu. O fósforo, em presença de potássio, diminuiu a acidez e, na ausência, não alterou. Já o potássio aumentou a acidez em presença do nitrogênio. Nas presentes condições do experimento, o comprimento e diâmetro do fruto, espessura da polpa e sólidos solúveis não foram influenciados pela adubação com N, P e K (Fernandes et al., 2004).

A deficiência do potássio é notada primeiramente nas folhas mais velhas, onde se observa uma redução do número de folhas, com pecíolo em posição oblíqua em relação ao tronco. As folhas mais velhas se apresentam com cor amarelo-esverdeadas entre as nervuras e nas margens. Nas extremidades dos lóbulos dessas folhas, posteriormente, surge uma leve necrose marginal. As folhas tendem a secar da ponta para o centro. As folhas em desenvolvimento apresentam-se com os bordos cloróticos, com pequenos pontos necróticos. Uma deficiência severa afeta o ponto de crescimento da planta (Oliveira et al., 2004).

2.4. Irrigação no mamoeiro

Em virtude da instabilidade de distribuições das chuvas, muitos produtores de mamão, cientes do aumento que se tem da produtividade quando se realiza um fornecimento de água constante e na quantidade ideal, estão adotando, mesmo em áreas onde as precipitações anuais superam 1.200mm, sistemas de irrigação, que vão desde irrigação por superfície (não muito comuns) até o uso de irrigação localizada (microaspersão e gotejamento), que são eficientes e pode-se vincular, de forma mais racional e econômica, ao fornecimento de nutrientes (fertirrigação).

O uso da fertirrigação tem como objetivo suprir a demanda nutricional da planta nos períodos corretos e de forma direcionada à região de maior absorção, minimizando as perdas por processo de lixiviação, fixação e volatilização, aumentando, assim, a eficiência do processo de adubação. Para que se torne eficiente, é necessário que o sistema de irrigação esteja funcionando corretamente e que possua boa uniformidade de distribuição. Os sistemas mais utilizados são os de aspersão e os de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão), em que, nos últimos, geralmente a eficiência da aplicação tende a ser maior que 90%.

Um bom aproveitamento dos fertilizantes pela planta depende muito de uma adequada disponibilidade hídrica. A absorção de alguns nutrientes pode ser severamente prejudicada pela falta ou mesmo pelo excesso de água.

Pelo fato de corrigir o déficit hídrico do solo, a irrigação permite que a planta mantenha um fluxo contínuo de água e nutrientes do solo para as partes aéreas (folhas), favorecendo a transpiração e a fotossíntese, o que acarreta em obtenção de plantas mais vigorosas, com maiores e melhores frutos e maior desenvolvimento das folhas. Essas vantagens se traduzem em aumento de produtividade e melhoria da qualidade da fruta, que constitui o ponto chave de rendimento ao produtor.

Tendo em vista que a produtividade média brasileira no primeiro ano da colheita, de 40 t ha⁻¹ e 60 t ha⁻¹ para os mamoeiros Sunrise Solo e Formosa, respectivamente, não representa o potencial produtivo dessas variedades, o uso de fatores importantes ao desenvolvimento da planta como água e nutrientes podem elevar essa produtividade. Produtores do extremo Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo com cultivos irrigados, obtiveram uma produção média de 60 t ha⁻¹ ano⁻¹ para a variedade Sunrise e 80 t ha⁻¹ ano⁻¹ na Formosa (Oliveira et al., 2004).

Entre os métodos de irrigação para a cultura do mamoeiro, os pressurizados são os mais utilizados. Dentre eles, a aspersão convencional pode ser encontrada tanto funcionando com aspersores de média quanto de baixa pressão sob copa, quando espaçados de 12m x 12m, com pressões de 200 a 350 kPa e vazão de 0,6 a 0,9 m³ h⁻¹. O pivô central também tem sido utilizado em algumas regiões produtoras de mamão, os mais comuns são dimensionados para uma área de aproximadamente 53 ha. No pivô, a pressão nos emissores pode variar de 410 a 690 kPa e a vazão de 150 a 300 mm h⁻¹, no caso de aspersores

de diferentes tamanhos e mesmo espaçamento ao longo da linha lateral. Para os aspersores com tamanho semelhante e diferentes espaçamentos na linha lateral, a pressão nos mesmos pode variar de 310 a 520 kPa, podem também ser usados diferentes tipos de aspersores ao longo da linha lateral, onde a pressão varia de 140 a 270 kPa e a vazão de 25 a 40 mm h⁻¹. O auto-propelido tem sido utilizado também nos plantios de mamão, as faixas de pressões com as quais ele trabalha varia entre 500 a 800 kPa e as vazões de 30 a 200 m³ h⁻¹, irrigando normalmente uma faixa de 100m x 400m a uma taxa de aplicação de 5 a 35 mm h⁻¹ (Coelho et al., 1999).

Os métodos de aspersão, principalmente considerando sistemas de alta pressão, contribuem para o aumento da queda de flores causada pelo impacto do jato nas plantas e propicia condições microclimáticas favoráveis ao aparecimento de doenças e pragas. Em alguns casos, em decorrência da baixa uniformidade de distribuição de água, algumas áreas podem receber uma quantidade de água em excesso, o que é prejudicial à cultura, provocando uma redução de produtividade.

Atualmente, os sistemas localizados (microaspersão e gotejamento) são os mais utilizados pelos produtores de mamão. O sistema de microaspersão funciona com baixa pressão (100 a 300 kPa), podendo aplicar entre 20 a 175 L h⁻¹, o gotejamento, funciona também com baixa pressão (50 a 250 kPa) com vazões entre 1 a 12 L h⁻¹.

Considerando que o mamão é muito rico em água, a planta exige tanto no período de crescimento, como no período de produção, um bom suprimento de água no solo. Em regiões com precipitações inferiores a 1.000 mm por ano, o uso da irrigação é fundamental para se obter um cultivo racional e econômico (Bernardo et al., 1996). O mamoeiro é uma cultura que consome anualmente entre 1.200 a 3.125mm. A necessidade hídrica é dependente das condições edafoclimáticas da região. Em condições de baixa demanda evapotranspirométrica (temperatura amena, umidade relativa mais alta, reduzido número de horas de céu claro), o consumo de água pela cultura pode variar de 2 a 4 mm dia⁻¹, e em períodos de alta demanda evapotranspirométrica (alta temperatura e luminosidade, baixa umidade relativa), o consumo pode chegar até 8 mm dia⁻¹ (Coelho et al., 1999).

Um déficit hídrico 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). Por outro lado, o mamoeiro é muito sensível ao excesso de água no sistema radicular, reduzindo suas atividades fisiológicas a partir de 24 horas sob condições de encharcamento, podendo chegar à morte na continuidade dessa situação por um período de dois a quatro dias (Coelho et al., 1999). Quando cultivados em solos com drenagem natural deficiente, ocorre com frequência a podridão das raízes, amarelecimento e queda das folhas e decréscimo na produção, podendo até causar a morte das plantas (Bernardo et al., 1996).

A necessidade hídrica da cultura do mamoeiro varia de acordo com a fase do desenvolvimento vegetativo da planta, com as condições climáticas locais e com a variedade cultivada.

A lâmina de água real necessária (IRN, em mm ou $m^3 ha^{-1}$) é a quantidade de água requerida pela cultura em determinado período de tempo, de modo a não limitar seu crescimento e produção nas condições climáticas locais. Pode ser determinada em função do limite superior de disponibilidade de água no solo (capacidade de campo – CC, em % em peso), limite inferior de água no solo (ponto de murcha – PM, em % em peso), densidade do solo (d_a , em $g cm^{-3}$), profundidade efetiva do sistema radicular (Z, em cm) e do fator de disponibilidade da água no solo para a cultura (f, adimensional). O fator de disponibilidade para frutas e forrageiras varia entre 0,3 a 0,7 (Bernardo et al., 2006), para o mamoeiro deve ser próximo ou igual a 0,3 (Coelho et al., 1999). Enquanto não se determina os valores de f em função da região e do tipo de solo, pode-se usar o valor de 0,5 (Bernardo et al., 1996).

A IRN pode, então, ser definida como sendo a quantidade real de água a ser suprida pela irrigação, de modo a complementar as precipitações efetivas, no âmbito de atender a quantidade de água necessária à cultura (Equação 01).

$$IRN = \Sigma ET - \Sigma Pe - \Delta Lf \quad (01)$$

Em que:

ΣET – somatório da evapotranspiração no período, em mm;

ΣPe – somatório da precipitação efetiva no período, em mm;

ΔLf – água proveniente do lençol freático, em mm.

Como o mamoeiro deve ser cultivado em solos com boa drenagem natural, normalmente se desconsidera o ΔLf .

A irrigação real necessária não pode exceder a capacidade real de retenção de água no solo (CRA), ou seja:

$$IRN \leq CRA \quad (02)$$

Onde:

$$CRA = \frac{(CC - PM)}{10} \cdot da \cdot Z \cdot f \quad (03)$$

O sistema radicular do mamoeiro é pivotante, com raiz principal bem desenvolvida e muitas raízes distribuídas de forma radial na camada superior do solo, de modo que mais de 80% do seu sistema radicular encontra-se até a profundidade de 0,3 a 0,4 m (Bernardo et al., 1996). Em solos de Tabuleiro Costeiro do Recôncavo Baiano, a profundidade efetiva do sistema radicular do mamoeiro, cultivar Sunrise Solo, utilizando o sistema de irrigação por gotejamento superficial ou enterrado a 0,25 m foi de 0,45 m e, por microaspersão, variou de 0,15 m na direção perpendicular à fileira de plantas a 0,35 m entre a planta e o microaspersor (Coelho et al., 2005). É importante conhecer o desenvolvimento do sistema radicular da planta, bem como as condições climáticas da região de cultivo, para determinar a quantidade e a frequência de aplicação de água, resultando em boas produtividades.

Desta forma, a IRN pode ser determinada utilizando a equação:

$$IRN \leq \frac{(CC - PM)}{10} \cdot da \cdot Z \cdot f \quad (04)$$

Quando uma parte da água necessária à cultura for suprida pela precipitação efetiva (Pe , em mm ou $m^3 \text{ ha}^{-1}$), a IRN será dada pela equação:

$$IRN \leq \frac{(CC - PM)}{10} \cdot da \cdot Z \cdot f - Pe \quad (05)$$

A irrigação total necessária (ITN) é a quantidade total de água que se necessita aplicar por irrigação, cada vez que se irriga, ou seja:

$$ITN = \frac{IRN}{Ea} \quad (06)$$

Onde:

Ea – eficiência de aplicação da irrigação, em decimal.

A umidade do solo deve sempre ser monitorada, quer seja por meio de medidores diretos de teor de água no solo, quer seja por medidores de potencial matricial.

2.4.1. Efeito de lâminas de irrigação no mamoeiro

Estudando o efeito da lâmina de irrigação, variando de 0 a 240% da evapotranspiração de referência (ET_o), na cultura do mamoeiro `Improved Sunrise Solo 72/12`, Almeida (2000) verificou aumento de produtividade para lâminas de 80 a 160% da ET_o, onde a maior produtividade ocorreu para a lâmina de reposição de água de 160% da ET_o.

Avaliando o crescimento da planta e dos frutos do mamoeiro cultivar Tainung nº1 do grupo Formosa sob diferentes regimes de irrigação, nas condições do semi-árido da Bahia, a fração da evapotranspiração potencial igual a 2,9ET_o foi o que proporcionou melhores condições à cultura, em crescimento, desenvolvimento e pegamento dos frutos (Lordelo et al., 2003). Nas mesmas condições anteriores e com a mesma cultivar (Tainung nº1), a produtividade aumentou com a aplicação de água, chegando a produtividades de até 131,44 t ha⁻¹, na reposição de água equivalente a 2,9ET_o (Coelho et al., 2003).

Em um experimento de mamão na Índia, aumentando as porcentagens de reposição de água (de 20 a 120% da evapotranspiração do tanque Classe A) obteve-se um aumento de 18,8% na taxa de transpiração, 21,9% na altura das plantas, 12,5% no diâmetro do caule, 88,3% no número de frutos por planta e 34,6% no rendimento (t ha⁻¹). Em relação à eficiência no uso da água, essa

decreceu de 58,6 para 30,9 kg ha⁻¹mm⁻¹, para as taxas de reposição de 20 e 120%, respectivamente (Srinivas, 1996).

As lâminas de irrigação influenciam o desenvolvimento das plantas, interferindo na absorção de nutrientes. Em um mamoeiro do grupo Solo, cultivado na região Norte Fluminense, Almeida et al. (2002) verificaram no limbo um decréscimo no teor de N e K, e um aumento nos teores dos demais nutrientes com o aumento da lâmina de irrigação. Almeida et al. (2003) verificaram, ainda, que a ocorrência de flores estéreis e frutos carpelóides foram influenciados pela lâmina de irrigação. Uma lâmina em torno de 120% da ETo minimizou as perdas pela produção de flores imperfeitas.

2.4.2. Efeito do turno de rega no mamoeiro

Utilizando a cultivar Sunrise Solo Line 72/12, no município de Sooretama – ES, com sistema de irrigação por microaspersão, foram avaliados três turnos de rega (2, 3 e 5 dias) e cinco reposições da evapotranspiração obtida pelo tanque Classe A (40, 60, 80, 100 e 120%). O peso médio dos frutos, o número de frutos por planta e a produtividade, cresceram linearmente com a lâmina de água aplicada. A taxa com a qual os frutos ganharam peso foi de 0,043 g mm⁻¹ de água aplicada, ou seja, um aumento de 42% na lâmina de água aplicada proporcionou um ganho de peso correspondente a 10,2%. Uma maior quantidade de frutos comerciais por planta (40 frutos) foi obtida com o turno de rega de cinco dias, enquanto a menor (30 frutos) no turno de rega de dois dias. De igual forma, a maior produtividade (30,9 t ha⁻¹) foi obtida com o turno de rega de cinco dias, quando a lâmina de água aplicada foi de 2731 mm. Para os turnos de rega de dois e três dias, a produtividade foi de 22,6 t ha⁻¹ e 29,8 t ha⁻¹, respectivamente. Em geral, a melhor lâmina de reposição da evapotranspiração foi 120%, com turno de rega de três a cinco dias. A consistência da polpa e o teor de sólidos solúveis totais não sofreram efeitos das lâminas de água aplicada e dos turnos de rega (Silva et al., 2001).

2.4.3. Coeficiente da cultura do mamoeiro (kc)

A evapotranspiração é a combinação de dois processos distintos, a evaporação, que representa a água perdida na superfície do solo, onde a água é convertida em vapor e removida da superfície evaporante como nos lagos, rios, pavimentos, solos e vegetação molhada, e a transpiração, que é a água perdida pelas plantas, onde a água sai dos seus tecidos em direção a atmosfera, predominantemente pelos estômatos (Pereira et al., 1997; Allen et al., 1998).

Parâmetros meteorológicos (radiação, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento, etc.), características da cultura (tipo da cultura, variedade e fase de desenvolvimento, etc.), manejo e condições ambientais (ausência de pragas e doenças, fertilidade do solo, salinização do solo, umidade do solo, densidade de plantio, etc.) são os elementos que influenciam a evapotranspiração.

A evapotranspiração de uma superfície de referência, sem deficiência hídrica, é chamada de evapotranspiração de referência ou evapotranspiração da cultura de referência, representada pela sigla E_{To} . Seu conceito refere-se a uma cultura hipotética, gerada para estudar o poder evaporativo da atmosfera em uma localidade específica e a época do ano, sem levar em conta os fatores do solo, a cultura, o estágio de desenvolvimento da cultura e as práticas de manejo. Os únicos fatores que afetam a E_{To} são os parâmetros climáticos, logo, E_{To} pode ser calculada por dados climáticos (Allen et al., 1998).

A evapotranspiração potencial da cultura (E_{Tc}) é determinada quando há ótimas condições de umidade e nutrientes no solo, de modo a permitir a produção potencial dessa cultura no campo (Bernardo et al., 2006). Quando não está em condições ideais, a evapotranspiração real da cultura (E_{Trc}) é calculada usando um coeficiente de umidade do solo (K_s) e/ou outros coeficientes para outros tipos de estresses ou limitações ambientais na evapotranspiração da cultura (Allen et al., 1998).

Para determinar a evapotranspiração potencial da cultura (E_{Tc}), utiliza-se a evapotranspiração de referência (E_{To}), corrigida por um *coeficiente de cultura* (K_c). Esse coeficiente de ajuste é determinado pela relação:

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (07)$$

Os valores de K_c variam de acordo com a cultura, o estágio de desenvolvimento e as condições climáticas, sendo apresentado em tabelas como na de Doorenbos e Pruitt (1977) e Doorenbos e Kassam (1994). Os valores são baseados em pesquisas desenvolvidas em diferentes regiões do mundo, porém, vale ressaltar que os valores de K_c variam de acordo com as condições edafoclimáticas, assim como com o cultivar ou a variedade empregada.

Informações a respeito da evapotranspiração da cultura durante o seu ciclo e os coeficientes da cultura (que são utilizados na determinação das necessidades hídricas das culturas) são de grande importância para o dimensionamento e o manejo de um sistema hidroagrícola, pois, através deles, é que se pode adquirir uma boa produtividade, otimizando a utilização de água e equipamentos nos sistemas de irrigação.

O método direto considerado como o mais preciso para a determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c) é o do lisímetro de pesagem, que permite a determinação da evapotranspiração em períodos curtos (horária ou diária), o que não acontece com os lisímetros não-pesáveis. O lisímetro de pesagem pode ser usado inclusive para calcular coeficientes de correção, para outros métodos indiretos ou empíricos de determinação da ET_o (Bernardo et al., 2006; Aboukhaled et al., 1982).

O lisímetro de pesagem consiste em um tanque apoiado sobre uma balança mecânica, a qual acusa toda variação de seu peso, ou seja, a perda de água evapotranspirada. A evapotranspiração potencial em um período qualquer entre duas irrigações é dada pela equação:

$$ET_c = \frac{\Delta P}{S} \quad (08)$$

Onde:

ET_c – evapotranspiração potencial da cultura, mm dia^{-1} ;

ΔP – variação no peso do tanque, kg;

S – área do tanque, m^2 .

Para a determinação da evapotranspiração de referência (ET_o) utiliza-se o método de Penman-Monteith FAO como padrão. Os valores de kc para diferentes culturas podem ser determinados pelo método de aproximação, utilizando o coeficiente da cultura (kc) em função do seu estágio de desenvolvimento (estádio inicial, secundário ou de desenvolvimento vegetativo, intermediário ou de produção e final ou de maturação), de modo que se permita traçar um gráfico de variação do kc ao longo do ciclo da cultura (Bernardo et al., 2006; Mantovani et al., 2006). É importante que os valores do coeficiente e a duração dos estádios da cultura apresentados sejam ajustados de acordo com a variedade plantada, condições climáticas e manejo de condução, por meio de experimentos locais (Allen et al., 1998).

Uma padronização dos valores de kc é difícil, pois variam de acordo com o método de estimativa da ET_o empregado (Penman-Monteith, Penman, Radiação Solar, Tanque Classe "A", Hargreaves, Linacre, Thorntwaite, etc.); de acordo com as variedades ou cultivares, em função do tempo (alguns trabalhos apresentam valores de Kc obtidos em períodos médios de 5 dias, 10 dias, 15 dias ou mensal; outros em dias após o plantio ou dias após a semeadura) ou mesmo quando os ciclos fenológicos ou estádios de desenvolvimento para uma mesma cultura são apresentados de maneira diferenciada (alguns autores apresentam os valores de Kc em função dos ciclos fenológicos, conforme apresentado por Doorenbos e Kassam (1994) ou em estádios de desenvolvimento, como em Doorenbos e Pruitt (1977).

Segundo Montenegro et al. (2004), os valores de Kc para os diferentes estádios de desenvolvimento do mamoeiro podem ser separados em três fases: vegetativo (considerado entre o transplântio até a constatação de floração em 40% das plantas); floração/frutificação (início com o fim da fase vegetativa até antes da primeira colheita) e floração/frutificação/maturação (da primeira colheita até o final da colheita).

Para o mamoeiro do grupo Solo, cultivado na região Norte do Ceará, os valores de kc encontrados para o estágio vegetativo, floração/frutificação e floração/frutificação/maturação foram 0,54; 0,87 e 0,91, respectivamente, utilizando o método de Penman-Monteith FAO. Considerando todo o período, o Kc médio foi de 0,85. A taxa de evapotranspiração média da cultura para o período em estudo foi de 3,3 mm dia⁻¹, sendo 2,2 mm dia⁻¹ para a fase vegetativa;

3,2 mm dia⁻¹ para a fase floração/frutificação e 4,3 mm dia⁻¹ para a fase de floração/frutificação/maturação (Montenegro et al., 2004).

2.5. Função de Produção

Um sistema de produção viável baseia-se, cada vez mais, na otimização do uso dos insumos nos processos de produção, de forma a melhorar a produtividade e a rentabilidade.

Os fatores referentes ao solo, à planta e à atmosfera interagem entre si, determinando a produtividade das culturas agrícolas. Existe uma relação funcional entre esses fatores e a produção das culturas, característica de cada condição ambiental (Frizzone, 2005).

As respostas das culturas podem variar em diferentes tipos de solos, climas e em decorrência dos diferentes tipos de fatores que afetam a sua produtividade como, água, nutrientes, defensivos, tipo de material genético, manejo da cultura, etc.

Deve-se buscar uma melhor combinação entre os insumos para que se obtenha a melhor produtividade. Assim, o conhecimento das funções de produção ou superfícies de resposta é fundamental para auxiliar nas tomadas de decisões, pois possibilitam determinar as interações entre os diversos fatores que afetam a produtividade e escolher os melhores e mais condizentes com a realidade local, efetuando um manejo racional da irrigação em bases técnicas e econômicas.

Devido ao grande número de variáveis que influenciam na produtividade das culturas agrícolas e a complexidade das relações que afetam a quantidade e qualidade do produto, a produtividade pode ser expressa exclusivamente em função de um fator, contanto que os demais permaneçam fixos e em nível ótimo.

A resposta da produção de uma cultura a determinados valores de um ou mais insumos é denominada função de produção.

Define-se uma função de produção como a relação técnica entre um conjunto específico de fatores envolvidos num processo produtivo qualquer e a produtividade física possível de se obter com a tecnologia existente (Bernardo, 1998).

A função de produção vem sendo utilizada em estudos agro-econômicos, visando determinar os níveis ótimos econômicos dos fatores de produção que os produtores devem utilizar. No Brasil, os trabalhos realizados nessa linha de pesquisas concentram-se, em sua maioria, na determinação das dosagens mais econômicas de fertilizantes.

A otimização do fator água deve ser levado em consideração na agricultura irrigada, visando aumentar a utilização dos demais insumos de produção. Ao manejar, de forma racional, qualquer projeto de irrigação, devem-se considerar os aspectos sociais e ecológicos da região e procurar maximizar a produtividade e a eficiência de uso de água, minimizando os custos, de mão-de-obra e capital, de forma a tornar lucrativa a utilização da irrigação.

Para quantificar os benefícios econômicos da irrigação é necessário saber quantificar o esperado aumento na produtividade em função do aumento da lâmina de água aplicada. A representação gráfica ou matemática dessa relação é denominada função de produção “água-cultura”.

Uma função de produção “água-cultura” típica é quando se relaciona “lâmina de água aplicada durante o ciclo da cultura” versus “produtividade comercial”. Outra maneira de expressar função de produção “água-cultura” é relacionar lâminas aplicadas por estádios de desenvolvimentos da cultura, ou evapotranspiração, ou tensão ou umidade do solo versus produtividade (Bernardo, 1998).

Ao se desejar que a função de produção represente o máximo que se pode obter utilizando uma combinação entre os fatores que afetam a produtividade, uma relação funcional entre os insumos e o produto está se constituindo, permitindo descrever uma função de produção com uma função matemática. Normalmente as expressões matemáticas das funções de produção “água-cultura” são do tipo linear, potencial e exponencial. E, em geral, são expressas da seguinte forma:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (09)$$

em que:

- Y - representa a produtividade da cultura; e
- X₁, X₂ e X_n - os fatores que afetam esta produtividade.

Trata-se de uma relação empírica, obtida normalmente por análise de regressão entre as variáveis dependentes (produtividade) e uma ou mais variáveis independentes (entre elas lâmina de água aplicada), conforme o modelo proposto.

Para a função de produção “água–cultura”, quando se trabalha com lâmina total aplicada, normalmente usa-se um modelo polinomial de segundo grau, da forma:

$$Y = a + b.W + c.W^2 \quad (10)$$

em que:

- Y - produtividade, kg ou ton/ha;
- W - lâmina total aplicada, mm;e
- a,b e c - coeficientes de ajuste.

Ou quando se trabalha com evapotranspiração (ET), usa-se em geral, modelos lineares (polinômio do primeiro grau), da forma:

$$Y = a + b.ET \quad (11)$$

Na função de produção deve-se trabalhar com lâminas distintas, distribuídas uniformemente ao longo do ciclo da cultura, ou distribuídas por fase ou estágio da cultura. Quando se trabalha com lâmina total por ciclo, os dados são mais fáceis de serem obtidos e analisados, mas não possibilitam a otimização da lâmina aplicada por fase ou estágio da cultura. Em contrapartida, quando se trabalha por fase ou estágio da cultura, apesar de maior dificuldade para gerar e analisar os dados pode-se variar os tratamentos por fase em função da maior ou menor sensibilidade ao déficit de água da cultura nos diferentes estádios de seu desenvolvimento (Bernardo, 1998).

A relação água aplicada-rendimento pode ser considerada linear até aproximadamente 50% da quantidade de água que proporciona rendimento máximo. Em quantidades maiores de água, os acréscimos na produção são progressivamente menores, refletindo as várias perdas de água que ocorrem

próximos da condição de máximo rendimento (irrigação sem déficit hídrico). A irrigação se torna tão menos eficiente quanto mais a quantidade de água aplicada se aproxima dessa condição (Hargreaves e Samani, 1984). O declínio na eficiência está relacionado com a lâmina e frequência de irrigação, com as características da cultura e do solo e com as condições climáticas (English, 1990).

A forma da curva até a máxima produtividade é governada por fatores diferentes daqueles que agem no processo após este ponto. A redução do rendimento por excesso de água está associada à falta de aeração no solo, lixiviação de nutrientes e doenças que se desenvolvem em solo úmido (Stegman et al., 1980).

A maioria dos cultivos anuais ou bi-anuais é sensível à variação da umidade do solo, de forma diferenciada por espécie, e, em cada espécie, ao longo das fases ou estádios do seu ciclo vegetativo, existindo, assim, fases mais sensíveis ao déficit de umidade do solo, denominadas fases críticas.

A princípio, pode-se afirmar que num determinado ambiente e para uma determinada espécie vegetal cultivada não existe uma única curva água aplicada-rendimento. A natureza dessa relação está determinada não só pela espécie vegetal como também pela variedade, pela idade da planta, pelas condições ambientais, edáficas e culturais (Frizzone, 2005).

O elevado custo de implantação dos sistemas de irrigação, aliado à relação existente entre a quantidade de água a ser aplicada e o custo de operação da irrigação, conduz cada vez mais à necessidade de se otimizar tanto o uso da água, com um bom manejo da irrigação, quanto dos demais insumos de produção. Dentre os fatores adjuntos à produção agrícola, a água e a adubação são aqueles que limitam os rendimentos com maior intensidade, considerando um bom material genético e um bom controle de pragas e doenças. Sendo assim, o uso racional da irrigação e da adubação se faz fundamental para o aumento da produtividade e do retorno econômico na agricultura. Aplicações racionais tanto da irrigação quanto da adubação poderão ser atingidas quando se conhecer as funções da produção das culturas nas diferentes regiões do País.

2.6. Fator de Resposta da Cultura (k_y)

O déficit hídrico na cultura influencia a evapotranspiração e o rendimento da cultura. O estresse pode ser avaliado pela relação entre evapotranspiração real (ET_r) e a evapotranspiração máxima da cultura (ET_m). Quando não se tem déficit hídrico no solo a ET_r é considerada a máxima (ET_m), caso contrário, $ET_r < ET_m$. Analisando o efeito da água no rendimento da cultura, uma relação foi encontrada demonstrando o rendimento da cultura quando esta é influenciada pelo conteúdo hídrico no solo. Essa relação foi descrita por Doorenbos e Kassam em 1979 (Doorenbos e Kassam, 1994):

$$\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right) = k_y \cdot \left(1 - \frac{ET_r}{ET_m}\right) \quad (12)$$

Onde:

Y_r – rendimento real obtido;

Y_m – rendimento máximo obtido;

k_y – coeficiente de resposta da cultura;

ET_r – evapotranspiração real da cultura, e

ET_m – evapotranspiração máxima da cultura.

O rendimento máximo da cultura (Y_m) é aquele obtido de uma variedade altamente produtiva e bem adaptada ao respectivo ambiente de crescimento, em condições tais que não haja limitação de fatores como água, nutrientes, pragas e doenças, durante todo o período, até o seu amadurecimento. O k_y é um fator que descreve a redução na produtividade relativa de acordo com a redução da evapotranspiração da cultura causada pelo déficit hídrico no solo (Doorenbos e Kassam, 1994). Em geral, a diminuição na produtividade, devido a déficit de água 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).

O efeito da água sobre o rendimento não pode ser considerado independente de outros fatores agrônômicos, tais como os fertilizantes, a

densidade de plantas e a proteção de plantas, porque esses fatores também determinam o grau com o qual o rendimento real (Y_r) se aproxima do rendimento máximo (Y_m).

O conhecimento dos efeitos do déficit hídrico sobre o rendimento das culturas é importante para o planejamento da produção. Geralmente, para o período total de crescimento, a queda de rendimento torna-se proporcionalmente menor ao se aumentar o déficit hídrico para culturas, tais como: alfafa, amendoim e beterraba açucareira (culturas com $k_y < 1$) e, proporcionalmente, maior para culturas como banana, milho e cana-de-açúcar (culturas com $k_y > 1$). A sensibilidade ao suprimento de água (k_y) do período vegetativo total pode ser assim avaliada: baixo ($k_y < 0,85$); baixo/médio ($0,85 < k_y < 1,00$); médio/alto ($1,00 < k_y < 1,15$) e alto ($k_y > 1,15$) (Doorenbos e Kassam, 1994).

3. TRABALHOS

RESPOSTA DO MAMOEIRO HÍBRIDO UENF/CALIMAN01 A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito de diferentes lâminas de irrigação na produtividade e nos parâmetros de produção do mamoeiro, conduzido em Campos dos Goytacazes - RJ. O experimento foi realizado na Estação Evapotranspirométrica do CCTA/UENF, no período de 25/04/2006 a 18/05/2007, utilizando o mamoeiro (*Carica papaya* L.) da variedade híbrido UENF/CALIMAN01 plantados em fileiras simples, com espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. O experimento foi instalado seguindo a um delineamento em blocos casualizados, com cinco 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), com quatro repetições. O mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, aos 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, apresentou uma produtividade máxima comercial de 38,78 t ha⁻¹, com uma lâmina aplicada de 1.414 mm (T3) e produtividade máxima total de 49,42 t ha⁻¹, com uma lâmina aplicada de 1.479 mm (T5). Um modelo de segundo grau foi ajustado em função das lâminas de água aplicada para as produtividades (totais,

comerciais e não comerciais) e para o peso médio dos frutos comerciais e não comerciais e o número médio de frutos comerciais e não comerciais. Em relação à menor lâmina de água aplicada, um acréscimo na lâmina na ordem de 34,76% representou um aumento de 78,13% na produtividade comercial. Com respeito à produtividade total, um acréscimo de 41% na lâmina aplicada representou um aumento de 23,28% na produtividade. O maior comprimento médio (198,2 mm), assim como o maior diâmetro médio (109,4 mm) dos frutos comerciais, foi encontrado para uma lâmina aplicada de 1.414 mm. Já, os menores valores de comprimento médio (187,8 mm) e diâmetro médio (103,8 mm) dos frutos comerciais foram observados na lâmina aplicada de 1.049 mm.

RESPONSE OF PAPAYA HYBRID UENF/CALIMAN 01 TO DIFFERENT IRRIGATION DEPTHS

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of different irrigation depths on the papaya yield and yield parameters in Campos dos Goytacazes, state of Rio de Janeiro. The experiment was carried out at the Estação Evapotranspirométrica of the Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) of the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) in the period from 04/25/2006 to 05/18/2007, with the papaya (*Carica papaya* L.) variety hybrid UENF/CALIMAN 01 planted in simple rows (3.0 m x 3.0 m). The experiment was set up in a randomized block design, with five irrigation depths, corresponding to reposition levels of 50% (T1), 75% (T2), 100% (T3), 125% (T4) and 150% (T5) of the reference evapotranspiration (E_{To} - Penman-Monteith FAO), with four replications. In four months of harvest the maximal marketable yield of 13-month-old trees of the papaya hybrid cultivar UENF/CALIMAN 01 was 38.78 t ha^{-1} , at an irrigation depth of 1,414 mm (T3) and the maximum total yield was 49.42 t ha^{-1} at an irrigation depth of 1,479 mm (T5). A second grade model was adjusted to relate the applied irrigation depth to the yields (total, marketable and unmarketable) and

to the mean weight and the mean number of marketable and unmarketable fruits. An increase in the irrigation depth of about 34.76% represented an increase of 78.13% in the marketable yield. In the case of the total yield, an increase of 41% in the applied irrigation depth resulted in a yield increase of 23.28%. Greater values of mean length (198.2 mm) and mean diameter (109.4 mm) of the marketable fruits were observed at an irrigation depth of 1,414 mm. On the other hand, an irrigation depth of 1,049 mm resulted in shorter mean length (187.8 mm) and mean diameter values (103.8 mm) of the marketable fruits.

INTRODUÇÃO

A produção mundial do mamão vem crescendo nos últimos anos, passando de 4.566.497 toneladas em 1995 para 6.753.240 toneladas em 2005. O Brasil destacou-se, dentre os 54 países produtores de mamão em 2005, como o maior produtor, chegando a 1.650.000 toneladas, seguido por México e Nigéria com 955.694 e 755.000 toneladas, respectivamente (FAO, 2007).

Com uma área cultivada de 36.500 ha em 2005 no Brasil (FAO, 2007), o Estado da Bahia apresenta-se como o maior produtor de mamão do país, seguido pelo Espírito Santo. A área colhida no ano de 2004 no Estado da Bahia foi de 14.420 ha, enquanto no Espírito Santo foi de 9.868 ha. No Rio de Janeiro a produção ainda é pequena. Em 2004 a área colhida foi de 128 ha (IBGE, 2007), porém, pode constituir-se em uma região competitiva em expansão e produção da cultura, ao considerar que as condições edafo-climáticas são similares à do Norte do Estado do Espírito Santo e possuir ainda portos e aeroportos internacionais e grande potencial de consumo interno. A ausência de tradição e a falta de informações sobre o seu desenvolvimento na região é que dificultam investimentos mais expressivos na cultura.

Estudos de viabilidade da cultura do mamão para a Região Norte do Estado do Rio de Janeiro já foram realizados. Algumas combinações híbridas ultrapassaram a estimativa de 150 t ha⁻¹ (Pereira et al., 2003).

Apesar da expansão da cultura e da demanda por tecnologia, as características morfoagronômicas de diversos cultivares já são conhecidas, mas

poucas informações tem-se sobre a fisiologia do mamoeiro, quando este é cultivado e/ou influenciado por fatores ambientais diferentes, como por exemplo, água e nutrientes. Assim, o conhecimento dos efeitos desses fatores no desenvolvimento das plantas servirão como fonte de informação para a escolha da melhor cultivar para a região, ou mesmo, do melhor tratamento para aquela cultivar na região avaliada, isto quando possível de ser alterado.

Considerando que o mamão é muito rico em água, a planta exige, tanto no período de crescimento como no período de produção, um bom suprimento de água no solo. Mesmo estando o pomar em locais onde as precipitações totais anuais são elevadas, a prática de irrigação suplementar é recomendada em virtude da má distribuição das chuvas, ou pela ocorrência de períodos de veranicos. A região Norte Fluminense apresenta uma precipitação anual média em torno de 1.000 mm, sendo que 80% da precipitação ocorrem nos meses de outubro a março, indicando a necessidade de irrigação suplementar.

Em regiões com precipitações inferiores a 1.000 mm por ano, o uso da irrigação é fundamental para se obter um cultivo racional e econômico (Bernardo et al., 1996). O mamoeiro é uma cultura que consome anualmente entre 1.200 a 3.125 mm, dependendo das condições edafoclimáticas da região (Coelho et al., 1999).

Um déficit hídrico 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). Por outro lado, o mamoeiro é muito sensível ao excesso de água no sistema radicular, reduzindo suas atividades fisiológicas a partir de 24 horas sob condições de encharcamento, podendo chegar à morte na continuidade dessa situação por um período de dois a quatro dias (Coelho et al., 1999).

As lâminas de irrigação influenciam o desenvolvimento das plantas, interferindo na absorção de nutrientes. Em um mamoeiro do grupo Solo, cultivado na região Norte Fluminense, Almeida et al. (2002) verificaram, no limbo, um decréscimo no teor de N e K e um aumento nos teores dos demais nutrientes com o aumento da lâmina de irrigação. Almeida et al. (2003) verificaram, ainda, que a ocorrência de flores estéreis e frutos carpelóides foram influenciados pela lâmina de irrigação. Uma lâmina em torno de 120% da ETo minimizou as perdas pela produção de flores imperfeitas.

Um sistema de produção viável, baseia-se, cada vez mais, na otimização do uso dos insumos nos processos de produção, de forma a melhorar a produtividade e a rentabilidade. A otimização do fator água deve ser levado em consideração na agricultura irrigada, visando aumentar a utilização dos demais insumos de produção. Ao manejar, de forma racional, qualquer projeto de irrigação, devem-se considerar os aspectos sociais e ecológicos da região e procurar maximizar a produtividade e a eficiência do uso de água, minimizando os custos, de mão-de-obra e capital, de forma a tornar lucrativa a utilização da irrigação (Bernardo et al., 1996).

Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito de diferentes lâminas de irrigação na produtividade e nos parâmetros de produção, tais como comprimento e diâmetro de fruto, número de frutos por planta e peso médio do fruto do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, conduzido em Campos dos Goytacazes - RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Evapotranspirométrica do CCTA/UENF, localizada a 21° 45' de latitude Sul, 41° 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, utilizando o mamoeiro (*Carica papaya* L.) da variedade híbrido UENF/CALIMAN01, plantados em fileiras simples, com espaçamento de 3,0 m x 3,0 m.

O clima da região é classificado, segundo classificação Köppen, como Aw, ou seja, tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão. O solo da área experimental é classificado como Cambissolo de origem fluvial, pouco profundo, com drenagem moderada a imperfeita. Apresenta como característica, teores de areias, silte e argila de 78%, 3% e 19%, respectivamente, 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, ambos para a camada de 0 a 0,3 m de profundidade.

O fator de disponibilidade (f) para a cultura do mamoeiro foi considerado como 0,5 e a profundidade de exploração de 80% das raízes do mamoeiro foi considerada como 0,3 m, conforme recomendado por Bernardo et al. (1996). Assim sendo, o limite de água disponível no solo para a cultura do mamão foi de 32 mm.

As mudas foram preparadas em tubetes de 115 cm^3 , utilizando 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 transplântio das mudas e foi constituído de aração, gradagem e posterior aplicação e incorporação de calcário dolomítico, na quantidade de $1,2 \text{ t ha}^{-1}$, quantidade essa necessária de acordo com análise do solo para uma elevação da saturação de base a 80%. As mudas foram transplantadas para a área experimental no dia 25/04/2006, quando essas atingiram uma altura de, aproximadamente, 20 cm. Foram transplantadas três mudas por cova (em distribuição triangular de $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}$). A floração teve início no dia 18/07/2006, aos 84 dias após o transplântio (DAT), momento esse em que foi realizado a sexagem, deixando apenas uma planta hermafrodita por cova.

Foram aplicados 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 foram aplicados mais 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 o sulfato de amônia (com 20% de N) e o cloreto de potássio (com 60% de K_2O) como fontes. No quarto, quinto e sexto mês após o transplântio foram aplicados 20 g planta^{-1} de N e 36 g planta^{-1} de K_2O e do sétimo mês em diante foram aplicados 30 g planta^{-1} de N e 48 g planta^{-1} de K_2O . Os micronutrientes foram aplicados no sexto mês na quantidade de 20 g planta^{-1} , utilizando 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 foram realizados controles de ervas daninhas, pragas e doenças, seguindo os tratos culturais apropriados para a cultura do mamão, conforme recomendado por Marin et al. (1995).

O experimento foi instalado seguindo 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 (E_{To} - Penman-Monteith FAO), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída de uma única planta.

As lâminas de irrigação de cada tratamento, foram determinadas em função da evapotranspiração da cultura ($E_{Tc} = E_{To} \times kc$), sendo a quantidade de água a ser repostada durante a semana como sendo o somatório da evapotranspiração da cultura da semana anterior (ΣE_{Tc}) multiplicada pelo fator de reposição (fa), referente a cada tratamento. As irrigações foram realizadas três (3) vezes por semana: as segundas; quartas e sextas-feiras, onde o total de déficit da semana anterior era dividido entre as três irrigações. A evapotranspiração de referência (E_{To}) foi estimada pelo método de Penman-Monteith FAO (Allen et al., 1998), com dados 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 função dos 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:

$$V = \{(E_{To} \times kc \times fa) - Pe\} \times Np \times Ap \times PW \times \frac{1}{Ea} \quad (1)$$

onde:

V – volume de água a ser aplicado por tratamento, L;

E_{To} – 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;

Np – número de plantas a serem irrigadas, adimensional;

Ap – área ocupada por planta, m^2 ;

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

Ea – eficiência de aplicação do sistema, em decimal.

Considerou-se 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 E_{To} da

semana anterior ($\sum ETo$) e levando-se em consideração cada tratamento (fa), descontando-se o somatório da precipitação efetiva entre duas irrigações, ficando:

$$V = \left\{ \left(\sum ETo \times kc \times fa \right) - \sum Pe \right\} \times Np \times Ap \times PW \times \frac{1}{Ea} \quad (2)$$

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.

Os frutos pentândricos e os carpelóides foram eliminados mensalmente, não interferindo na produção dos frutos normais.

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 0,800 kg e frutos não comerciais os menores que 0,800 kg. Os frutos foram colhidos quando atingiam o estágio I de maturação, conforme identificação apresentada por Tatagiba e 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 as análises das características físicas dos frutos comerciais foram determinados: o comprimento, diâmetro e peso dos frutos. Para essas avaliações, foram amostrados cinco frutos por parcela. Para os frutos não comerciais só foram avaliados o número de frutos e o peso total da parcela por colheita.

O comprimento do fruto foi determinado por meio de medições no sentido longitudinal e o diâmetro do fruto, medições no sentido transversal. Ambas leituras foram realizadas com um paquímetro digital. Na determinação do peso dos frutos foi utilizada uma balança eletrônica com precisão de 0,02 kg.

Assumindo que a água é o único fator variável, para a obtenção da função de produção água-cultura, foi realizada uma análise de regressão entre a produtividade obtida e os níveis de água aplicados, fazendo o uso de modelos polinomiais de segunda ordem (Frizzone, 2005; Hexem e Heady, 1978), sendo:

$$P = P(A) = a + b.A + c.A^2 + ei \quad (03)$$

onde:

P – produtividade, t ha⁻¹;

A – lâmina total de água aplicada (irrigação + precipitação efetiva), mm;

a, b e c – parâmetros de ajuste, adimensional;

ei – erro aleatório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climatológicos, valores totais e mensais, para cada mês de cultivo do mamoeiro (de 25/04/06 à 18/05/07) estão apresentados na Tabela 1. Pode-se verificar as condições satisfatórias para o plantio de mamão na região, no período do experimento, visto que as condições climatológicas encontram-se na faixa recomendada para a cultura, que são temperatura média na faixa de 22 a 28 °C e umidade relativa média variando de 60 a 85% (Siqueira e Botrel, 1986; Oliveira et al. 1994).

É importante ressaltar, que as precipitações não ocorreram uniformemente durante o mês, os valores referem-se a totais mensais. Observa-se que apenas nos meses de novembro de 2006 e janeiro de 2007 é que o total precipitado foi superior à evapotranspiração de referência (ET_o), nos demais meses de condução da cultura, nota-se um déficit hídrico, demonstrando a necessidade de uma irrigação suplementar na região, haja visto que, segundo Bernardo et al. (1996), a necessidade hídrica anual do mamão é em torno de 1.500 mm, e, nos 13 meses do experimento, precipitou apenas 1.128 mm, sem contar que algumas precipitações diárias, principalmente no mês de janeiro, ultrapassaram o valor limite de água disponível no solo em estudo para a cultura do mamão (32 mm), como exemplo, só no dia 03/01/2007 choveu 82 mm, onde o

valor excedente não foi utilizado pela cultura, mas entrou no valor total de precipitação.

Tabela 1 – Valores mensais de evapotranspiração de referência (ET_o, mm mês⁻¹), precipitação total (Prec, mm mês⁻¹), temperatura média (T_{med}, °C), temperatura máxima (T_{max}, °C), temperatura mínima (T_{min}, °C), umidade relativa média (UR_{med}, %), radiação solar média (R_s, W m⁻²) e velocidade do vento médio a 2 m de altura (u₂, m s⁻¹), durante o período de condução da cultura do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 na região Norte do Estado do Rio de Janeiro

Mês	Dias	ET _o	Prec	T _{med}	T _{max}	T _{min}	UR _{med}	R _s	u ₂
abr/06	5	19	7	23,0	28,2	19,2	79,5	162,9	1,4
mai/06	31	95	14	21,0	26,9	16,5	74,5	161,4	1,7
jun/06	30	84	28	20,0	25,8	15,6	76,8	151,9	1,8
jul/06	31	91	16	19,7	27,3	14,3	79,1	151,6	1,5
ago/06	31	116	38	21,1	27,3	16,8	78,3	176,1	2,3
set/06	30	119	42	20,9	26,2	17,0	76,6	181,2	2,7
out/06	31	129	122	22,4	27,1	19,4	82,3	208,6	2,6
nov/06	30	129	207	23,4	28,2	20,5	84,2	209,3	2,5
dez/06	31	145	84	24,7	29,9	21,2	83,1	226,8	2,2
jan/07	31	127	430	24,5	29,5	21,5	88,9	203,3	1,9
fev/07	28	146	50	25,5	30,8	21,6	79,9	282,7	1,5
mar/07	31	133	19	26,4	33,0	21,4	76,3	277,3	1,9
abr/07	30	90	66	24,8	30,2	20,5	83,2	111,1	1,6
mai/07	18	49	4	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	1.472	1.128						

Os valores totais da evapotranspiração de referência, das precipitações totais, efetivas e excedentes, da irrigação realizada e o total de lâmina aplicada na cultura durante o período de avaliação para os diversos tratamentos realizados estão apresentados na Tabela 2. Nota-se que, com o aumento da lâmina aplicada por tratamento, as precipitações efetivas se tornaram cada vez menores, onde, por exemplo, no tratamento T1 obteve-se 666 mm e no T5, somente 3 mm.

Ao término do experimento, a lâmina aplicada (irrigação + precipitação efetiva) em cada tratamento foi de 1.049; 1.261; 1.414; 1.461 e 1.479 mm, para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente (Tabela 2). Embora as lâminas tenham sido diferentes entre os tratamentos, elas não mantiveram as diferenças programadas em função das precipitações ocorridas durante o experimento, que foi realizado em condições de campo. O tratamento que era para representar 50% da ET_o (T1) acabou no final do experimento, representando 71% da ET_o, assim

como nos tratamentos T2, T3, T4 e T5, corresponderam, ao término do experimento, a 86%, 96%, 99% e 101% da ETo, respectivamente.

Tabela 2 – Valores totais da evapotranspiração de referência (ETo), das precipitações totais (Pt), efetivas (Pe) e excedentes (Pex), da irrigação realizada (I) e o total de lâmina aplicada (I + Pe) durante o período de avaliação para os cinco tratamentos realizados na cultura do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 cultivados na região Norte do Estado do Rio de Janeiro

Tratamento Programado	Tratamento Ocorrido	Total ETo	Pt	Pe	Pex	Irrigação (I)	Lâmina Aplicada (I + Pe)
		mm	mm	mm	mm	mm	mm
T1 (50% ETo)	71% ETo	1.472	1.128	666	462	383	1.049
T2 (75% ETo)	86% ETo	1.472	1.128	610	518	651	1.261
T3 (100% ETo)	96% ETo	1.472	1.128	468	660	945	1.414
T4 (125% ETo)	99% ETo	1.472	1.128	257	871	1.204	1.461
T5 (150% ETo)	101% ETo	1.472	1.128	3	1.125	1.476	1.479

A máxima produtividade comercial da cultura do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, aos 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, foi obtida no tratamento T3 (1.414 mm), com 38,78 t ha⁻¹ e a máxima produtividade total encontrada foi no tratamento T5 (1.479 mm) com 49,42 t ha⁻¹ (Tabela 3). A produtividade comercial foi bem próxima à encontrada por Marinho (2007), que foi de 39,88 t ha⁻¹, para o mesmo período de colheita (quatro meses), com a mesma variedade e cultivados em uma região que é a segunda maior produtora de mamão do Brasil (Norte do Espírito Santo), segundo o IBGE (2007).

Tabela 3 – Valores totais da lâmina aplicada (I + Pe), da produtividade comercial (Yc) e da produtividade total (Yt) nos diversos tratamentos realizados na cultura do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01

Tratamento	Lâmina Aplicada (I + Pe)	Yc	Yt
	mm	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)
T1	1.049	21,77	40,09
T2	1.261	33,94	45,62
T3	1.414	38,78	45,53
T4	1.461	38,17	47,41
T5	1.479	34,81	49,42

A maior produtividade comercial (T3) representou um aumento de 78,13% em relação à menor produtividade (T1). Esse aumento de produtividade foi

referente a um acréscimo na lâmina de água aplicada na ordem de 34,76%. Na produtividade total, em relação à menor lâmina aplicada, um aumento de 41% na lâmina de água aplicada representou um acréscimo na produtividade na ordem de 23,28%.

Srinivas (1996), estudando a resposta do mamoeiro cv. *Coorg Honey Dew*, com aplicações de lâminas de até 120% da evaporação do tanque Classe A, concluiu que houve um aumento de 34,6% na produtividade em relação à menor lâmina aplicada.

Almeida (2000), estudando o efeito da lâmina de irrigação, variando de 0 a 240% da evapotranspiração de referência (ET_o), na cultura do mamoeiro 'Improved Sunrise Solo 72/12', verificou aumento de produtividade para lâminas de 80 à 160% da ET_o, onde a maior produtividade ocorreu para a lâmina de reposição de água de 160% da ET_o. Entretanto, vale ressaltar, que Almeida (2000) considerou como lâmina aplicada a irrigação programada em cada tratamento mais a precipitação total ocorrida no período, não considerando então a precipitação efetiva, o que provavelmente interferiu na definição dos tratamentos, de igual forma como interferiu neste trabalho, na lâmina aplicada em cada tratamento ao final do mesmo. As proporções esperadas de cada tratamento provavelmente não foram iguais as pré-definidas no trabalho.

A lâmina aplicada por Almeida (2000) no tratamento referente à reposição de 160% da ET_o corresponderia a uma lâmina de 1.542 mm para um período de 12 meses. Considerando a precipitação efetiva no cálculo de lâmina aplicada, como realizado neste trabalho, em um período de 13 meses de cultivo aplicando uma reposição de 150% da ET_o, chegou-se a uma lâmina de 1.479 mm, valor esse bem próximo à melhor lâmina aplicada por Almeida (2000), no período de um ano (1.542 mm) e ao valor proposto por Bernardo (1996), que é de 1.500 mm ano⁻¹. Entretanto, o tratamento T5 (1.479 mm), para um período de cultivo da cultura de 13 meses foi o que apresentou apenas a máxima produtividade total. A máxima produção de frutos comerciais só foi observada no tratamento T3, onde a lâmina aplicada no período de 13 meses de cultivo foi de apenas 1.414 mm.

Em relação à produtividade total de cada tratamento, 45,70% representou a produtividade não comercial no tratamento T1, assim como, 25,61%, 14,83%, 19,50% e 29,57% representaram a produtividade não comercial para os tratamentos T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Pôde-se observar que, com uma

menor aplicação e/ou reposição hídrica, a planta produziu mais frutos não comerciais e, à medida que foi incrementando o fornecimento hídrico até uma lâmina de 1.414 mm (T3) a quantidade de frutos não comerciais foi se reduzindo, representando a lâmina que produziu uma menor quantidade de frutos não comerciais. Aplicações superiores ao tratamento T3 fizeram com que ocorresse novamente um aumento de frutos não comerciais.

O mesmo comportamento da produtividade de frutos não comerciais em relação à lâmina aplicada, apresentado neste trabalho, também foi constatado por Almeida (2000), onde houve um decréscimo na produtividade de frutos não comerciais, à medida que se aumentava a lâmina aplicada, chegando a uma produtividade mínima no tratamento que representava uma reposição de 160% da ETo (uma lâmina aplicada equivalente a 1.542 mm ano⁻¹). Após essa lâmina, Almeida (2000) observou que a produtividade não comercial começava a crescer novamente.

Analisando-se os resultados das produtividades obtidas por lâminas aplicadas (irrigação + precipitação efetiva), verificou-se influência da lâmina total de água aplicada. Os modelos polinomiais de segunda ordem e os seus coeficientes, para produtividade comercial e total, foram significativos a 5% de probabilidade.

Para todas as produtividades (totais, comerciais e não comerciais) obteve-se um modelo de segundo grau, com respectivos coeficientes de determinação (R^2) 0,88, 0,96 e 0,69 (Figura 1).

A função de segunda ordem expressa o comportamento convexo da produtividade em relação à quantidade de água fornecida. Esse comportamento também é verificado em outras fruteiras: maracujazeiro (Martins, 1998), goiabeira (Sousa, 1997), laranjeira (Bertonha et al., 1997) e figueira (Hernandez, 1996).

A redução do rendimento por excesso de água, segundo Stegman et al. (1980), está associada à falta de aeração no solo, lixiviação de nutrientes e doenças que se desenvolvem em solo úmido.

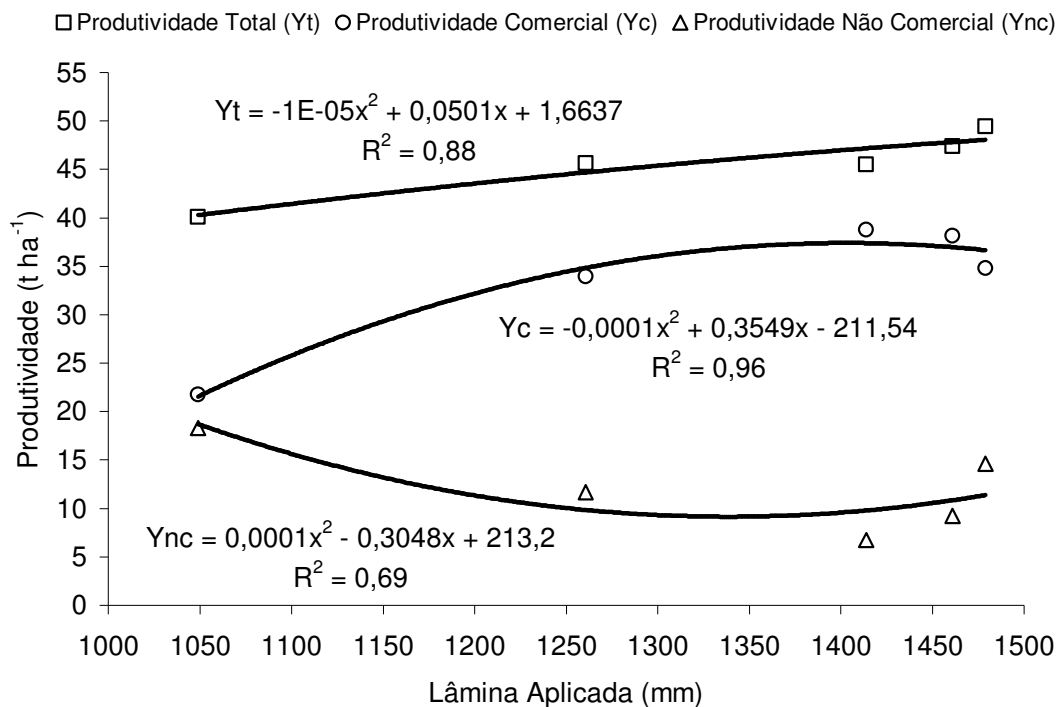


Figura 1 – Relação entre a lâmina aplicada e a produtividade de frutos totais, comerciais e não comerciais do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Um aumento de 34,76% na lâmina de água aplicada, em relação à menor lâmina, proporcionou um ganho de peso médio nos frutos comerciais correspondente a 18,69%. Modelos de segundo grau foram ajustados para estimar o peso médio dos frutos comerciais e não comerciais em função da lâmina de água aplicada. Tais modelos apresentaram R^2 de 0,83 e 0,76 para frutos comerciais e não comerciais, respectivamente (Figura 2).

A maior quantidade média de frutos comerciais por planta, até os 13 meses de cultivo da cultura, foi obtida no tratamento T4 (34 frutos) e a menor quantidade no tratamento T1 (22 frutos). Modelos de segundo grau foram ajustados para a determinação do número médio de frutos comerciais e não comerciais em função da lâmina de água aplicada, apresentando R^2 igual a 0,98 e 0,66 para frutos comerciais e não comerciais, respectivamente (Figura 3).

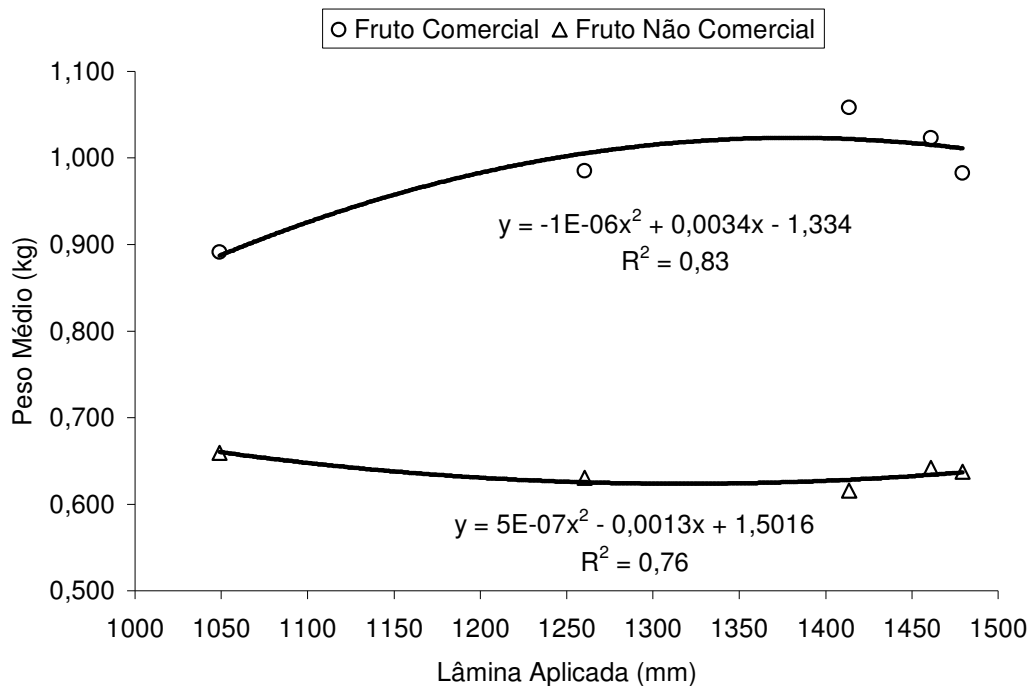


Figura 2 – Peso médio dos frutos comerciais e não comerciais do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 em função da lâmina de água aplicada.

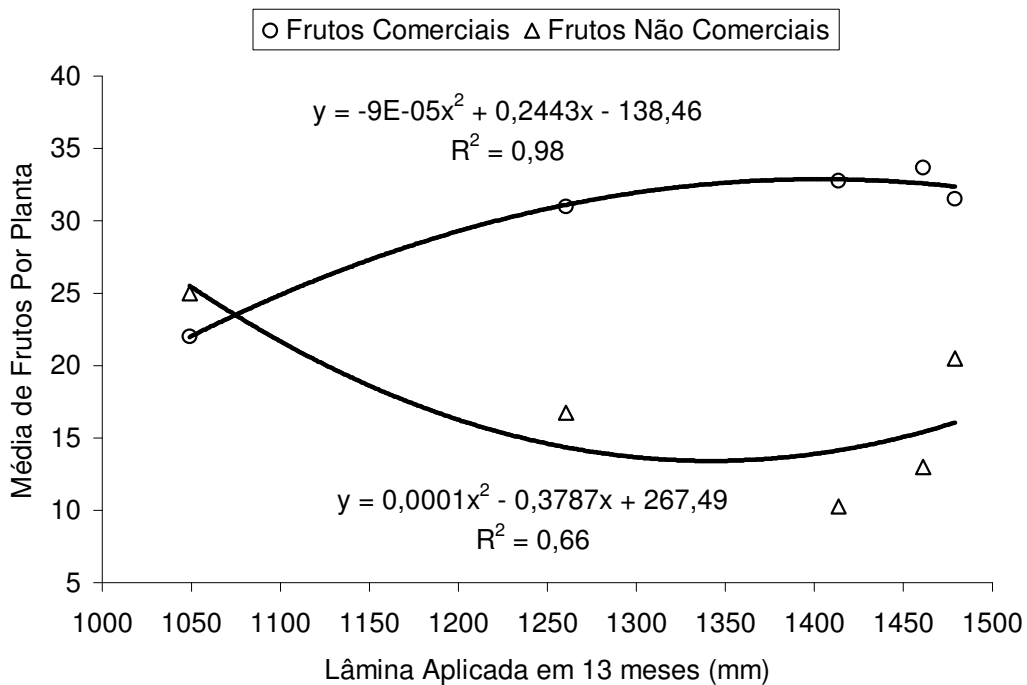


Figura 3 – Relação entre lâmina de água aplicada em 13 meses e o número de frutos comerciais e não comerciais por planta, do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Na cultura do mamoeiro, o ganho no peso do fruto e do número de frutos com o incremento da lâmina de água, conforme encontrado neste trabalho, também foi verificado em outros estudos (Awada, 1961; Awada et al., 1979; Aiyelaagbe et al., 1986; Srinivas e Hedge, 1990; Srinivas, 1996; Almeida, 2000; Silva et al., 2001; Garcia, 2004).

Silva et al. (2001), utilizando o cultivar Sunrise Solo Line 72/12 no município de Sooretama – ES, ao avaliarem cinco reposições da evapotranspiração obtida pelo tanque Classe A (40, 60, 80, 100 e 120%) observaram que o peso médio dos frutos, o número de frutos por planta e a produtividade cresceram linearmente com a lâmina de água aplicada. Um aumento de 42% na lâmina de água aplicada proporcionou um ganho de peso correspondente a 10,2%. No geral, a melhor lâmina de reposição foi a de 120%.

O comprimento e o diâmetro médio dos frutos comerciais em função das lâminas de água aplicada podem ser observados nas Figuras 4 e 5. O maior comprimento médio (198,2 mm), assim como o maior diâmetro médio (109,4 mm) dos frutos comerciais, foi encontrado no tratamento T3. Já, os menores valores de comprimento médio (187,8 mm) e diâmetro médio (103,8 mm) dos frutos comerciais foram observados no tratamento T1.

Modelos de segundo grau foram ajustados em função da lâmina de água aplicada para a determinação do comprimento médio e do diâmetro médio dos frutos comerciais, apresentando R^2 igual a 0,84 e 0,62, respectivamente.

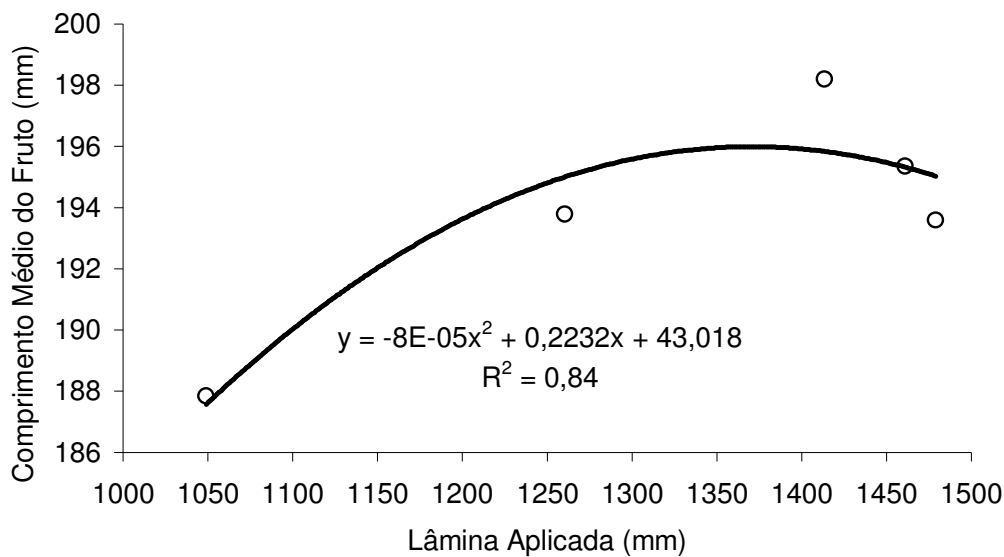


Figura 4 – Relação entre lâmina de água aplicada (mm) e o comprimento médio do fruto comercial (mm) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

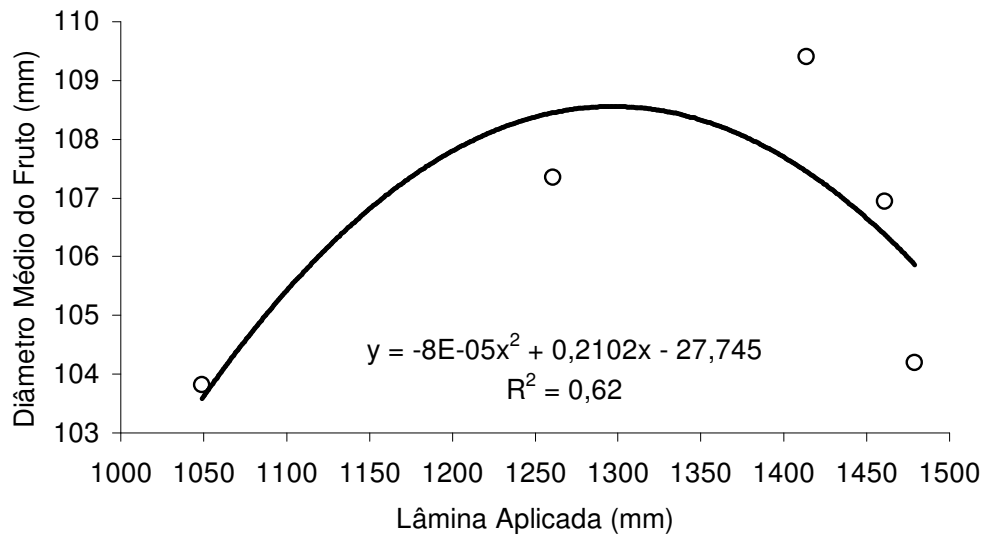


Figura 5 – Relação entre lâmina de água aplicada (mm) e o diâmetro médio do fruto comercial (mm) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

RESUMO E CONCLUSÕES

O mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, aos 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, apresentou uma produtividade máxima comercial de 38,78 t ha⁻¹, com uma lâmina aplicada de 1.414 mm (T3) e produtividade máxima total de 49,42 t ha⁻¹, com uma lâmina aplicada de 1.479 mm (T5). Em todas as produtividades (totais, comerciais e não comerciais), um modelo de segundo grau pode ser ajustado, apresentando coeficientes de determinação igual a 0,88, 0,96 e 0,69, respectivamente, para cada tipo de produção.

Em relação à menor lâmina de água aplicada, um acréscimo na lâmina na ordem de 34,76% representou um aumento de 78,13% na produtividade comercial. Com respeito à produtividade total, um acréscimo de 41% na lâmina aplicada significou um aumento de 23,28% na produtividade.

Modelos de segundo grau foram ajustados para estimar o peso médio dos frutos comerciais e não comerciais e o número médio de frutos comerciais e não comerciais em função da lâmina de água aplicada. Tais modelos apresentaram R² de 0,83, 0,76, 0,98 e 0,66, respectivamente.

O maior comprimento médio (198,2 mm), assim como o maior diâmetro médio (109,4 mm) dos frutos comerciais, foi encontrado para uma lâmina aplicada de 1.414 mm. Já, os menores valores de comprimento médio (187,8 mm) e diâmetro médio (103,8 mm) dos frutos comerciais foram observados na lâmina aplicada de 1.049 mm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aiyelaagbe, I.O.O.; Fawusi, 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 - FAO Irrigation and drainage paper 56, Roma, documento eletrônico. 1998.
- Almeida, F.T. *Respostas do mamoeiro (Carica papaya L.) 'do grupo Solo' a diferentes lâminas de irrigação no Norte Fluminense*. 2000. 125p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 2000.
- Almeida, F.T., Bernardo, S., Marinho, C.S., Marin, S.L.D., Sousa, E.F. Teores de nutrientes do mamoeiro 'Improved Sunrise Solo 72/12' sob diferentes lâminas de irrigação, no Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.2, p.547-551, 2002.
- Almeida, F.T., Marinho, C.S., Souza, E.F., Grippa, S. Expressão sexual do mamoeiro sob diferentes lâminas de irrigação na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.3, p.383-385, 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. Irrigação do mamoeiro. In: Mendes, L.G.; Dantas, J.L.L.; Morales, C.F.G. (eds.) *Mamão no Brasil*. Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMPF, p.57-75, 1996.
- Bernardo, S., Carvalho, J.A., Sousa, E.F. *Irrigação do mamoeiro*. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 20p. 1996. (Boletim Técnico, 5)

- Bertonha, A.; Frizzoni, J.A.; Paz, V.P.S.; Botrel, T.A.; Coelho, R.D. Função de resposta da laranjeira (*Citrus sinensis* Osbeck vr. Pêra) à diferentes níveis de irrigação e nitrogênio. CD-ROM do Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 25, Campina Grande, PB: Sociedade Brasileira Engenharia Agrícola. 1997.
- 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, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.32-41. 1999. (Circular Técnica, 34)
- FAO - FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations: Estatistical Databases Agriculture. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>> Acesso em 25/05/07, página mantida pela FAO.
- Frizzone, J.A. *Análise de decisão econômica em irrigação*. Piracicaba: ESALQ/LER, 371p. 2005. (Série Didática, 17)
- Garcia, F.C.H. Efeitos de níveis de irrigação na cultura do mamoeiro na chapada do Apodi, CE. 2004. 31p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2004.
- Hernandez, F.B.T.; Suzuki, M.A.; Frizzoni, J.A.; Tarsitano, M.A.A.; Pereira, G.T.; Corrêa, L.S. Função de resposta da figueira à aplicação de doses de nitrogênio e de lâminas de água. *Engenharia Agrícola*, v.16, n.2, p.22-30, 1996.
- Hexem, R.W., Heady, E.O. *Water production functions for irrigated agriculture*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 215p. 1978.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em 25 de maio de 2007, página mantida pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

- 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, ES: EMCAPA, 57p. 1995. (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. Tese de Doutorado em Produção Vegetal – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. 125 f. 2007.
- Martins, D.P. Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. flavicarpa Deg.) à lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e de potássio. 1998. 84 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 1998.
- Oliveira, A.M.G.; Farias, A.R.N.; Santos Filho, H.P.; Oliveira, J.R.P.; Dantas, J.L.L.; Santos, L.B.; Oliveira, M.A.; Souza Junior, M.T.; Silva, M.J.; Almeida, O.A.; Nickel, O.; Medina, V.M.; Cordeiro, Z.J.M. Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994, 52p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 9).
- Pereira, M.G., Marin, S.L.D., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D., Martins, S.P., Pereira, T.N.S. (2003) Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): comportamento de híbridos no Norte do Estado do Rio de Janeiro. *In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=35>> Acesso em 06 Jan. 2006.
- Silva, J.G.F., Ferreira, P.A., Costa, L.C., Melendes, R.R.V., Cecom, P.R. Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.23, n.3, p.597-601. 2001.

- Siqueira, D.L.; Botrel, N. Clima e solo para a cultura do mamoeiro. Informe Agropecuário. Belo Horizonte: EPAMIG, v.134, p.8-9, 1986.
- Sousa, E.F. *Função de produção da cana-de-açúcar e da goiabeira em relação à irrigação*. 1997. 119 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 1997.
- Srinivas, K. Plant water relations, yield, and water use of papaya (*Carica papaya* L.) at different evaporation-replenishment rates under drip irrigation. *Tropical Agriculture*, Trinidad, v.73, n.4, p.264-269, 1996.
- Srinivas, K.; Hegde, D.M. Transpiration rate, stomatal diffusive resistance, yield and water use of papaya (*Carica papaya*) in relation to irrigation and nitrogen fertilization. *Indian Journal Agronomy*, v.37, n.1, p.207-209, 1990.
- Stegman, E.C., Musick, J.T., Stewart, J.I. Irrigation water management. *In*: Jensen, M.E. (ed.) *Design and operation of farm irrigation systems*. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, p.763-816, 1980. (ASAE monograph, 3).
- Tatagiba, J.S., Oliveira, A.A.R. Tratamentos pós-colheita. *In*: Ritzinger, C.H.S.P., Souza, J.S. *Mamão: Fitossanidade*. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas - BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.12-14, 2000.

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E COEFICIENTE DA CULTURA DO MAMOEIRO EM LISÍMETRO DE PESAGEM

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c) e o coeficiente da cultura (k_c) nos diferentes estádios de desenvolvimento do mamoeiro (*Carica papaya* L.). 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 20/08/2007, utilizando o mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01. Para a determinação da ET_c e do k_c utilizou-se um lisímetro de pesagem com área superficial de 6 m². A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo método de Penman-Monteith (FAO). A evapotranspiração máxima da cultura foi de 6,36 mm dia⁻¹, aos 229 dias após o transplante (DAT), e a evapotranspiração média da cultura em todo o período foi de 3,78 mm dia⁻¹. O valor do coeficiente da cultura (k_c) do mamoeiro foi de 0,82 até os 96 DAT, quando a planta atingiu um metro de altura (estádio I). Durante o estágio II, o valor do k_c cresceu linearmente de, aproximadamente, 0,1 unidade para cada 0,30 metros de incremento na altura da planta, chegando a 1,35 aos 372 DAT, quando a planta atingiu 2,65 metros (início do estágio III). A partir desse período o

valor de kc manteve-se constante e igual a 1,35 até o final do experimento. Considerando todo o período em estudo, obteve-se um kc médio de 1,09.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., consumo hídrico, irrigação, manejo.

EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENT OF PAPAYA IN WEIGHING LYSIMETER

ABSTRACT

This study aimed to determine the crop evapotranspiration (ET_c) and the crop coefficient (kc) at different growth stages of the papaya hybrid UENF/CALIMAN01 (*Carica papaya* L.). The experiment was conducted in an area of UENF/PESAGRO-RIO, in Campos dos Goytacazes county, Rio de Janeiro, from 04/25/2006 to 08/20/2007. A weighing lysimeter (6 m²) was used to determine ET_c and kc. The reference evapotranspiration (ET_o) was determined by the Penman-Monteith (FAO) method. The maximum crop evapotranspiration was 6.36 mm day⁻¹, 229 days after transplanting (DAT), and the medium crop evapotranspiration during the experiment was 3.78 mm day⁻¹. The value of crop coefficients (kc) was 0.82, 96 DAT, when the plant height reached one meter (stage I). During stage II the kc value was added linearly by approximately 0.1 units per 0.30 meters of increment in plant height, up to 1.35, 372 DAT, when the plant height reached 2.65 meters (early stage III). Thereafter the kc value remained constant at 1.35 until the end of the experiment. Over the whole study period, the mean kc was 1.09.

Keywords: *Carica papaya* L., water requirement, irrigation.

INTRODUÇÃO

Difundido em regiões de clima tropical e subtropical, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) foi cultivado em 54 países em 2005 e, entre os três maiores produtores mundiais, o Brasil destacou-se como o maior produtor, chegando a 1.650.000 toneladas, seguido por México e Nigéria, com 955.694 e 755.000 toneladas, respectivamente (FAO, 2007).

Com uma área cultivada de 36.500 ha, em 2005, no Brasil (FAO, 2007), o Estado da Bahia apresenta-se como maior produtor de mamão do país, seguido pelo Espírito Santo. A área colhida no ano de 2004 no Estado da Bahia foi de 14.420 ha, enquanto no Espírito Santo foi de 9.868 ha. No Rio de Janeiro a produção ainda é pequena. Em 2004 a área colhida foi de 128 ha (IBGE, 2007), porém pode constituir-se em uma região competitiva em expansão e produção da cultura, considerando-se que as condições edafo-climáticas são similares à do Norte do Estado do Espírito Santo. Indícios de viabilidade da cultura do mamão para a Região Norte do Estado do Rio de Janeiro já foram observados. Algumas combinações híbridas ultrapassaram a estimativa de 150 t ha⁻¹ (PEREIRA et al., 2003).

Para não comprometer o desenvolvimento da planta, toda a água consumida pela evapotranspiração deve ser reposta sob a forma de precipitação ou irrigação, de forma a manter no solo uma umidade ideal para que as raízes consigam retirar a quantidade de água necessária, sem restrições. Assim, estudos da evapotranspiração e a estimativa dos coeficientes de cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento, são de fundamental importância para o projeto e o manejo de irrigação, contribuindo para o aumento de produtividade e otimização dos recursos hídricos e energéticos, que estão cada vez mais escassos.

Utilizado para expressar a relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c) e a evapotranspiração de referência (ET_o), o valor do coeficiente da cultura (k_c) varia de acordo com as características da cultura, datas de plantio ou semeadura, estágio de desenvolvimento e, em menor escala, a variação dos elementos climáticos (DOORENBOS & KASSAM, 1979; DOORENBOS &

PRUITT, 1992; PEREIRA & ALLEN, 1997; SEDIYAMA et al., 1998; BERNARDO et al., 2005).

A distribuição temporal dos valores do k_c , durante o ciclo de crescimento da cultura, constitui a curva de cultura (DOORENBOS & PRUITT, 1992). Tendo a E_{To} como caracterizadora da demanda evaporativa, determinada pelas condições meteorológicas, e o k_c como expressão da demanda hídrica da planta, uma curva de cultura deve ser traçada, para cada estágio de desenvolvimento da cultura, já que não se pode ter a utilização de um único valor de k_c para todas as situações climáticas (SEDIYAMA et al., 1998).

Diversos trabalhos vêm sendo conduzidos com o intuito de determinar a evapotranspiração de uma cultura ou a de referência, fazendo-se o uso de diferentes métodos como o de balanço hídrico (MONTENEGRO et al., 2004; FREITAS & BEZERRA, 2004), lisímetro de drenagem (CHAVES et al., 2005), microlisímetro com lençol freático constante (FRONZA & FOLEGATTI, 2003) e lisímetros de pesagem (MIRANDA et al., 1999; SILVA et al., 2003; PAES, 2003; CARVALHO et al., 2006). O uso do lisímetro de pesagem serve como ferramenta padrão em estudos de perda de água, pois mede diretamente e precisamente a evapotranspiração da cultura ou a de referência, integrando fatores ambientais que regem tal processo (ABOUKHALED et al., 1982; BERNARDO et al., 2005).

Apesar da expansão da cultura e da demanda por tecnologia, são poucas as informações que se têm a respeito da necessidade hídrica do mamoeiro, que possam auxiliar o manejo das irrigações, principalmente para o Estado do Rio de Janeiro.

Neste trabalho, objetivou-se determinar o coeficiente da cultura (k_c) do mamoeiro, utilizando a evapotranspiração da cultura pelo lisímetro de pesagem e a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith FAO.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Evapotranspirométrica do CCTA/UENF, localizada a 21° 45' de latitude Sul, 41° 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 20/08/2007, utilizando o mamoeiro (*Carica papaya* L.) da variedade híbrido UENF/CALIMAN01, plantados em fileiras simples, com espaçamento de 1,8 m x 3,6 m (representando por planta, uma área de 6,48 m²).

O clima da região é classificado, segundo classificação Köppen, como 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 característica, teores de areias, silte e argila de 78%, 3% e 19%, respectivamente, 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, ambos para a camada de 0 a 0,3m de profundidade.

O fator de disponibilidade (f) para a cultura do mamoeiro foi considerado como 0,5 e a profundidade de exploração de 80% das raízes do mamoeiro foi considerada como 0,3m, conforme recomendado por BERNARDO et al. (1996). Assim sendo, o limite de água disponível no solo para a cultura do mamão foi de 32 mm.

As mudas foram preparadas em tubetes de 115 cm³, utilizando 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 transplântio das mudas e foi constituído de aração, gradagem e posterior aplicação e incorporação de calcário dolomítico, na quantidade de 1,2 t ha⁻¹, quantidade essa necessária de acordo com análise do solo para uma elevação da saturação de base a 80%. As mudas foram transplantadas para a área experimental no dia 25/04/2006, quando essas atingiram uma altura de, aproximadamente, 20 cm. Foram transplantadas três mudas por cova (em distribuição triangular de 30 x 30 x 30 cm). A floração teve início no dia 18/07/2006, aos 84 dias após o transplântio (DAT), momento esse em que foi realizado a sexagem, deixando apenas uma planta por cova, de preferência, as hermafroditas.

Foram aplicados 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 foram aplicados mais 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 o sulfato de amônia (com 20% de N) e o cloreto de potássio (com 60% de K₂O) como fontes. No quarto, quinto e sexto mês após o transplântio foram aplicados 20 g planta⁻¹ de N e 36 g planta⁻¹ de K₂O e do sétimo mês em diante foram aplicados 30 g planta⁻¹ de N e 48 g planta⁻¹ de K₂O. Os micronutrientes foram aplicados no sexto mês na quantidade de 20 g planta⁻¹, utilizando 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 foram realizados controles de ervas daninhas, pragas e doenças, seguindo os tratos culturais apropriados para a cultura do mamão, conforme recomendado por MARIN et al. (1995).

Na determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c) do mamoeiro foi utilizado um lisímetro de pesagem nas dimensões de 3 m x 2 m (6 m²) com um metro de profundidade, em chapa galvanizada de aço. A base da balança é acessada por um túnel de alvenaria. O mamoeiro foi plantado em torno do lisímetro de pesagem, totalizando uma área plantada de 900 m² (30 m x 30 m). Duas plantas ficaram dentro do lisímetro, obedecendo o espaçamento entre plantas (1,8 m), cujo plantio ocorreu no sentido de maior comprimento do lisímetro (3,0 m).

O lisímetro de pesagem possui uma balança eletrônica da marca J. Star, modelo 210, que permite a leitura de variação de peso de 0,58 kg (0,09 mm). Os dados foram armazenados em intervalos de vinte minutos no Datalogger XPTO, modelo CD 10 Mega, onde, posteriormente, foram transferidos para um computador, de programação específica, para posterior interpretação.

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, utilizando-se uma linha de emissores por linha de plantio, instalados no centro das linhas de plantio, numa disposição de 3,6 metros entre linhas e de 3,6 metros entre emissores, o que correspondeu a um emissor para duas plantas. Os microaspersores eram auto-reguláveis, com vazão nominal de 70 L h⁻¹, apresentando um diâmetro molhado de seis metros.

As irrigações foram programadas para ocorrerem no intervalo de 00:00 às 03:00 horas, período esse considerado ausente de evapotranspiração, por um sistema automatizado da marca Galcon, modelo Yarden Super 8. A drenagem do

lisímetro, também automatizada, era programada para ocorrer no mesmo período da irrigação, por intermédio de solenóides e válvulas de controle hidráulico, eliminando, dessa forma, qualquer volume de água aplicada ou precipitada em excesso.

A evapotranspiração da cultura ocorrida durante o dia foi calculada pela diferença entre as leituras do lisímetro às 3:20 horas e às 23:40 horas. Assim, o manejo da irrigação foi realizado de forma que no transplântio o solo do lisímetro, estando na capacidade de campo, as lâminas de água posteriormente aplicadas em cada irrigação superassem ligeiramente a evapotranspiração detectada pelo lisímetro, o que garantiu o suprimento adequado de água para a cultura. As irrigações foram realizadas três (3) vezes por semana: as segundas, quartas e sextas-feiras.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo método de Penman-Monteith FAO (ALLEN et al., 1998), através de uma estação climatológica instalada a poucos metros do local do experimento, da marca Thies Clima, modelo DL-15.

O coeficiente da cultura (k_c) do mamoeiro foi calculado diariamente, por meio da relação entre a evapotranspiração da cultura (ET_c), medida no lisímetro de pesagem, e a evapotranspiração de referência (ET_o), estimada pelo método de Penman-Monteith FAO.

As plantas do lisímetro (duas hermafroditas) e plantas ao redor (seis hermafroditas), escolhidas aleatoriamente, foram avaliadas mensalmente após a sexagem. Foram avaliadas altura de planta, medindo-se da base da planta no solo até a inserção do último par de folhas; diâmetro de caule, a 0,2 m de altura em relação ao nível do solo, e diâmetro de copa (medido em duas posições, transversal e longitudinalmente em relação à linha de plantio).

De forma a quantificar a relação entre a temperatura e o crescimento da planta, em seus estádios de desenvolvimento, foi empregado o graus-dia (GD), contados à partir do transplântio das mudas para o campo, seguindo a equação ($GD = T_{med} - T_b$) apresentada por VILLA NOVA et al. (1972), onde: T_{med} = temperatura média diária (°C) e T_b = temperatura base (°C). Sendo a temperatura base para a cultura do mamão de 15 °C (NAKASONE, 1988).

Com o início da maturação (18/01/2007, aos 268 DAT), os frutos foram colhidos semanalmente, quando atingiam o estágio I de maturação, seguindo

identificação apresentada por TATAGIBA & OLIVEIRA (2000). Os frutos colhidos de dentro do lisímetro foram pesados e considerados no cálculo da determinação do coeficiente cultural. A última avaliação ocorreu no dia 20/08/2007, aos 482 DAT, o que representou um total de 16 meses de cultivo da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores totais e mensais das variáveis climáticas durante o cultivo do mamoeiro (de 25/04/06 à 20/08/07). A taxa média da ETo foi de 3,51 mm dia⁻¹, totalizando 1.691 mm em todo o período. A precipitação total durante o período do experimento foi de 1.279 mm, com precipitação média em 12 meses de 969 mm, a qual foi bem próxima à média anual regional, que é de 1.023 mm (SOUSA, 1997), porém, insuficiente para suprir a ETo média em 12 meses, que foi de 1.281 mm, bem como a ETc, justificando, assim, a necessidade de irrigação para um bom desenvolvimento da cultura.

Para uma melhor interpretação dos dados, minimizando maiores oscilações, ocorridas geralmente nos dias de irrigações ou precipitações, onde a taxa de evapotranspiração aumenta em virtude da maior disponibilidade hídrica evaporante no solo (PEREIRA et al., 1997), valores médios semanais (média de 7 dias), baseados nos valores diários, foram utilizados para estimar a ETc e a ETo, durante todo o período de desenvolvimento da cultura (Figura 1). A evapotranspiração máxima da cultura foi de 6,36 mm dia⁻¹ (aos 229 DAT) e a evapotranspiração média da cultura em todo o período foi de 3,78 mm dia⁻¹, valor esse um pouco acima do encontrado por MONTENEGRO et al. (2004), na região Norte do Ceará, que foi de 3,3 mm dia⁻¹, utilizando o mamoeiro da variedade "Sunrise Solo".

Tabela 1 – Evapotranspiração de referência mensal (ET_o, mm mês⁻¹), precipitação total mensal (Prec, mm mês⁻¹), temperatura média (T_{med}, °C), máxima (T_{max}, °C) e mínima (T_{min}, °C) mensais, umidade relativa média mensal (UR_{med}, %), radiação solar média mensal (R_s, 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 na região Norte do Estado do Rio de Janeiro

Mês	Dias	ET _o	Prec	T _{med}	T _{max}	T _{min}	UR _{med}	R _s	u ₂
abr/06	5	19	7	23,0	28,2	19,2	79,5	162,9	1,4
mai/06	31	95	14	21,0	26,9	16,5	74,5	161,4	1,7
jun/06	30	84	28	20,0	25,8	15,6	76,8	151,9	1,8
jul/06	31	91	16	19,7	27,3	14,3	79,1	151,6	1,5
ago/06	31	116	38	21,1	27,3	16,8	78,3	176,1	2,3
set/06	30	119	42	20,9	26,2	17,0	76,6	181,2	2,7
out/06	31	129	122	22,4	27,1	19,4	82,3	208,6	2,6
nov/06	30	129	207	23,4	28,2	20,5	84,2	209,3	2,5
dez/06	31	145	84	24,7	29,9	21,2	83,1	226,8	2,2
jan/07	31	127	430	24,5	29,5	21,5	88,9	203,3	1,9
fev/07	28	146	50	25,5	30,8	21,6	79,9	282,7	1,5
mar/07	31	133	19	26,4	33,0	21,4	76,3	277,3	1,9
abr/07	30	90	66	24,8	30,2	20,5	83,2	111,1	1,6
mai/07	31	75	135	21,3	27,0	17,1	79,5	70,7	1,9
jun/07	30	71	10	20,7	27,5	16,0	81,4	65,1	1,8
jul/07	31	75	10	20,4	26,8	15,9	79,1	44,3	2,1
ago/07	20	48	0	20,5	27,1	15,7	79,8	43,7	1,9
Soma/	482	1.691	1.279						
Média				22,4	28,2	18,2	80,1	160,5	2,0

Com os valores médios semanais do kc, um modelo exponencial foi gerado em função dos DAT (Equação 01), de forma a caracterizar o comportamento do kc do mamoeiro durante o seu desenvolvimento, gerando o que se pode chamar de “kc ajustado” (kc_{aj}) (Figura 2). Tal modelo foi significativo a 1% de probabilidade pela análise de variância da regressão, apresentando um coeficiente de determinação (R²) igual a 0,6754.

$$kc_{aj} = 1,3599 \times \left(1 - 0,4617 \times e^{\left(-1,7008 \times 10^{-5} \times DAT^2 \right)} \right) \quad (01)$$

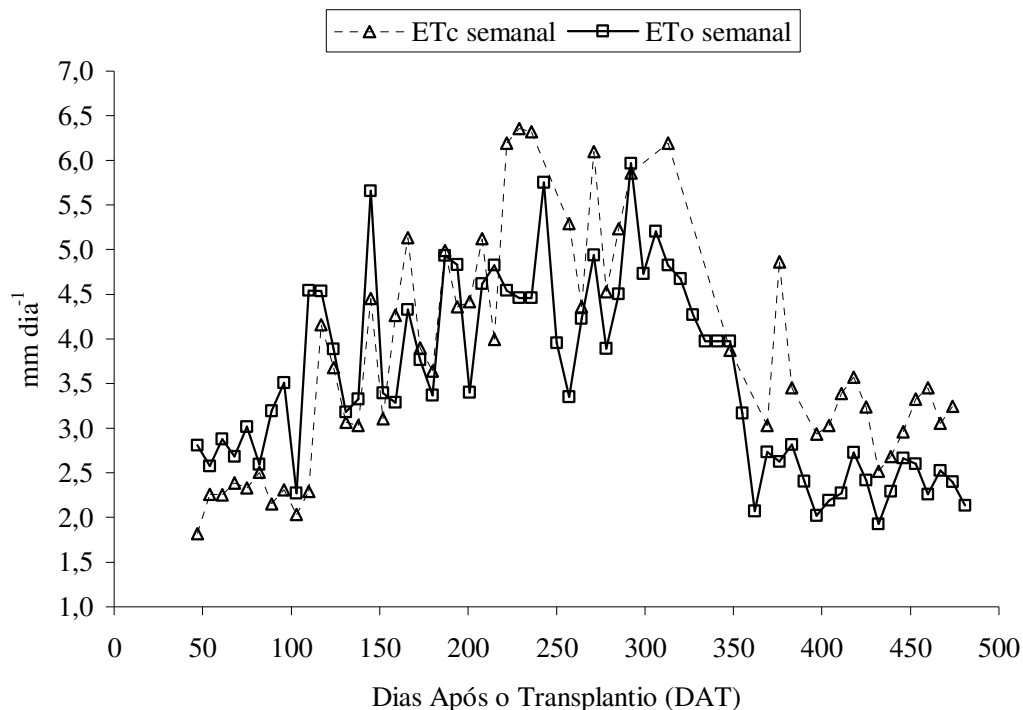


Figura 1 – Valores semanais da evapotranspiração da cultura (ETc) e da evapotranspiração de referência (ETo) em função dos dias após o transplante (DAT) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 .

Para o cálculo do k_c ao longo das fases da cultura: inicial (estádio I), crescimento (estádio II), intermediário (estádio III) e final (estádio IV) (ALLEN et al., 1998), um ajustamento matemático foi realizado, de forma que a “curva de cultura” (DOORENBOS & PRUITT, 1992) minimizasse o somatório dos erros absolutos entre a curva ajustada e os valores reais do k_c . Obteve-se, dessa forma, o início das três primeiras fases do desenvolvimento da cultura, já que o experimento não foi conduzido até o estágio IV (Figura 2).

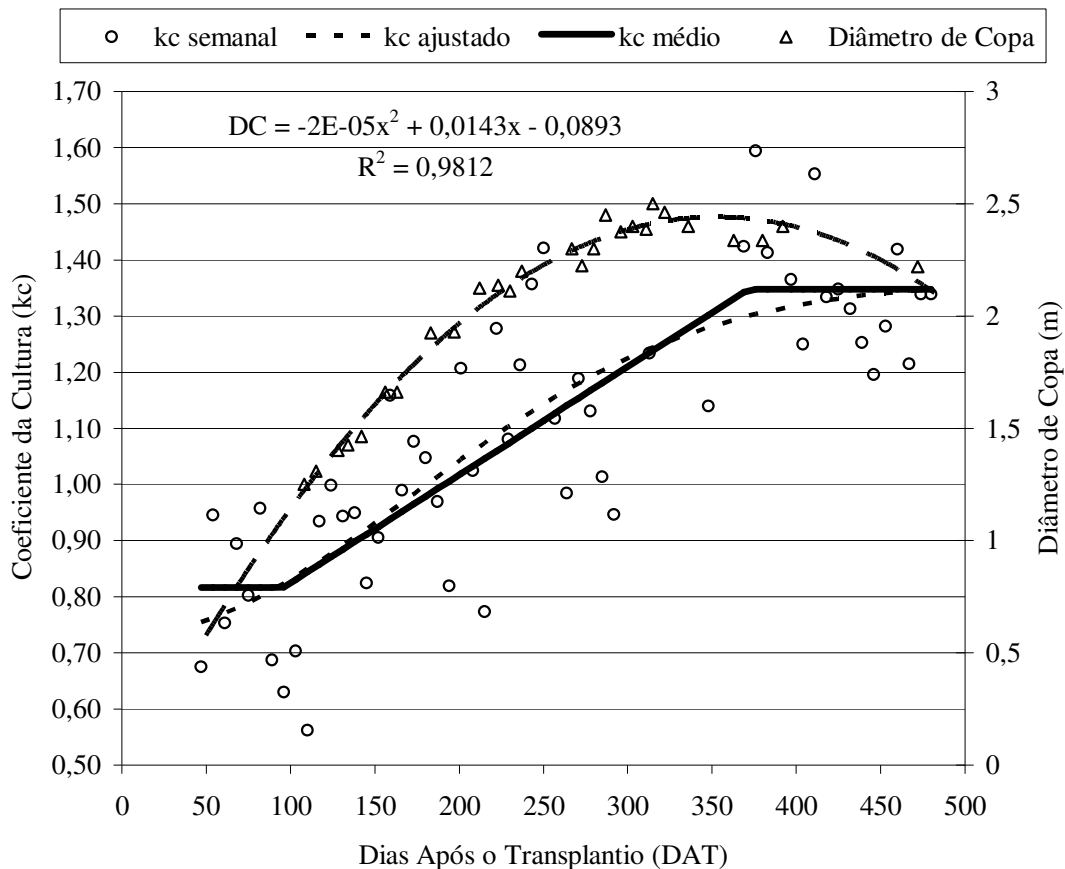


Figura 2 – Variação do coeficiente de cultivo (kc) e do diâmetro de copa (DC) em função dos dias após o transplante (DAT) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01.

O estágio I, com início no transplante das mudas para o campo até os 96 DAT (526 GD), apresentou um kc igual a 0,82. O estágio II variou linearmente do final do primeiro estágio até o início do estágio III, que ocorreu aos 372 DAT (2.924 GD), apresentando um kc médio de 1,09. O estágio III, caracterizado pela estabilização do diâmetro de copa, apresentou um kc igual a 1,35, que se manteve até o final do experimento, ou seja, até os 482 DAT (3.555 GD) (Figura 2). Considerando todo o período em estudo, obteve-se um kc médio de 1,09.

MONTENEGRO et al. (2004), ao determinarem o coeficiente da cultura do mamoeiro do grupo “Solo”, pelo método de balanço hídrico, na região Norte do Ceará, encontraram para os estádios, descritos por eles como vegetativo, floração/frutificação e floração/frutificação/maturação, valores de kc igual a 0,54,

0,87 e 0,91, respectivamente, utilizando o método de Penman-Monteith FAO e, considerando todo o período, um kc médio de 0,85.

Entretanto, a duração dos estádios e os valores dos coeficientes estimados por MONTENEGRO et al. (2004) diferiram dos encontrados neste trabalho, o que pode ser devido ao método de estimação ou a variedade estudada serem diferentes, visto que, como as condições climáticas do local estão incorporadas na estimativa da ETo, o kc varia essencialmente de acordo com as características da cultura, traduzindo em menor escala a variação dos fatores climáticos, o que faz com que os valores de kc se tornem padrão de um local para outro e de um clima para outro (PEREIRA & ALLEN, 1997; ALLEN et al., 1998).

O fato de o estádio I ter ido até 12 dias após a sexagem pode indicar que, com o término da competição existente entre as três plantas na mesma cova de plantio, a planta necessitou de um período (12 dias) para que, agora com apenas uma planta por cova, começasse a se desenvolver mais rapidamente, demandando para isso de um fornecimento hídrico maior, até que, como pode ser observado pela curva de crescimento do diâmetro de copa (DC) na Figura 2, quando essa chegou a seu crescimento máximo e estabilizou por um período, a planta passou a manter um mesmo coeficiente de cultura. O comportamento do diâmetro de copa, se ajustando às fases de consumo hídrico da planta, está de acordo com PEREIRA et al. (1997) e PEREIRA & ALLEN (1997), os quais afirmam que o kc é dependente também do índice de área foliar, bem como da fração de cobertura do solo pela vegetação.

A ocorrência de redução no diâmetro de copa do mamoeiro, como neste caso, ocorrido após os 372 DAT, também pode ser observado nos experimentos de SILVA (1999) e MARINHO (2007), só que em dias diferentes. O mamoeiro apresenta, durante seu ciclo de desenvolvimento, diâmetros de copa crescentes e decrescentes. Movimentos esses dependentes das condições climáticas do local, da fase de produção ou até mesmo da variedade em cultivo.

O valor do kc no estádio I e médio no estádio II encontrado (0,82 e 1,09) estão bem próximos ao utilizado, para efeito de manejo da irrigação, em uma das maiores empresas produtoras de mamão na região Norte do Estado do Espírito Santo, que utiliza um kc de 0,8 no período de 0 a 120 DAT, 1,0 entre 121 a 180 DAT e 1,2 após 180 DAT, porém, a duração do estádio II diferiu do encontrado neste trabalho.

A relação entre o coeficiente da cultura e o diâmetro de caule foi não significativa. Entretanto, foi obtida uma relação entre o coeficiente da cultura e a altura da planta (Figura 3). Tal relação foi significativa a 1% de probabilidade pela análise de variância da regressão, apresentando um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,6902.

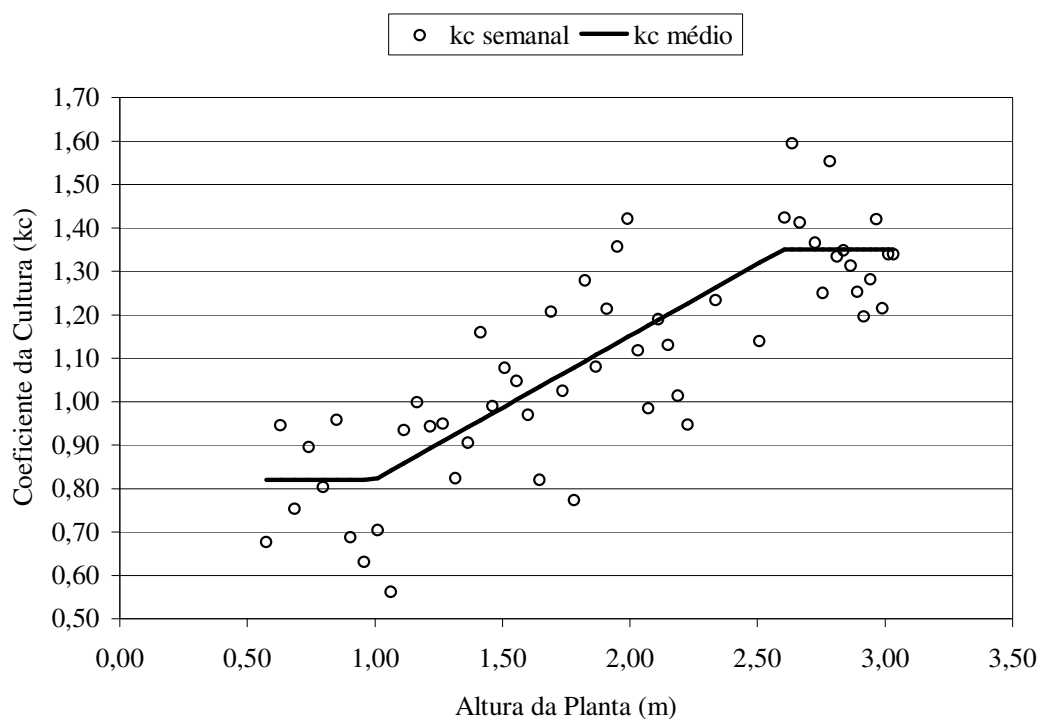


Figura 3 – Variação do coeficiente de cultivo (kc) semanal e médio em função da altura da planta do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01.

A curva da cultura em relação à altura da planta foi similar à ajustada, quando se relacionou o coeficiente da cultura com o DAT. O valor inicial, de crescimento e intermediário foram os mesmos encontrados quando analisados em função do DAT. Sendo assim, o valor do kc do mamoeiro no estágio I, até a planta atingir um metro de altura, foi de 0,82. No estágio II, o kc teve um acréscimo em torno de 0,1 para cada 0,30 metros de incremento da altura do mamoeiro. À partir da altura de 2,65 metros, o valor do kc mantém-se constante em 1,35 até o final do experimento.

RESUMO E CONCLUSÕES

A evapotranspiração máxima do mamoeiro foi de 6,36 mm dia⁻¹, aos 229 dias após o transplântio, e a evapotranspiração média, em todo o período, foi de 3,78 mm dia⁻¹.

O valor do coeficiente da cultura (kc) do mamoeiro foi de 0,82 até os 96 dias após o transplântio (estádio I), chegando a 1,35 aos 372 dias após o transplântio (início do estágio III), onde manteve-se constante até o final do experimento. Considerando todo o período em estudo, obteve-se um kc médio de 1,09.

Podem-se relacionar os valores do kc com a altura do mamoeiro. O valor do kc foi igual a 0,82, até a planta atingir um metro de altura. Até atingir 2,65 metros de altura, o valor do kc foi acrescido em, aproximadamente, 0,1 unidade para cada 0,30 metros de incremento da altura da planta. A partir de 2,65 metros o valor de kc manteve-se constante e igual a 1,35, até o final do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. *Lysimeters*. Rome: FAO, 1982. 68p. (Irrigation and Drainage Paper, 39).

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 Paper, 56).

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. *Manual de irrigação*. 7.ed. Viçosa: Editora UFV, 2005. 611p.

BERNARDO, S.; CARVALHO, J.A.; SOUSA, E.F. *Irrigação do mamoeiro*. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 1996. 20p. (Boletim Técnico, 5)

- CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B.; FOLEGATTI, M.V.; COSTA, J.R.; CRUZ, F.A. Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ, utilizando lisímetro de pesagem. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.14, n.2, p.187-195, 2006.
- CHAVES, S.W.P.; AZEVEDO, B.M.; MEDEIROS, J.F.; BEZERRA, F.M.L.; MORAIS, N.B. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da pimenteira em lisímetro de drenagem. *Revista Ciência Agronômica*, v.36, n.3, p.262-267, 2005.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Yield response to water*. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 33).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. *Guidelines for predicting crop water requirements*. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, 1992. 144p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).
- FAO - FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations: Estatistical Databases Agriculture. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em 25 maio 2007.
- FREITAS, A.A.; BEZERRA, F.M.L. Coeficientes de cultivo da melancia nas suas fases fenológicas. *Revista Ciência Agronômica*, v.35, n.2, p.319-325, 2004.
- FRONZA, D.; FOLEGATTI, M.V. Water consumption of the estevia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni) crop estimated through microlysimeter. *Scientia Agrícola*, v.60, n.3, p.595-599, 2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em 25 maio 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, ES: 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*. 2007. 125 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

MIRANDA, F.R.; SOUZA, F.; RIBEIRO, R.S.F. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do estado do Ceará. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.18, n.4, p.63-70, 1999.

MONTENEGRO, A.A.T.; BEZERRA, F.M.L.; LIMA, R.N. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.2, p.464-472, 2004.

NAKASONE, H.Y. Produção de mamão nos trópicos e subtropicais. In: RIGGIERO, C. (ed.) *Mamão*. Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. p.19-42.

PAES, H.M.F. *Demanda hídrica e função de produção da cultura do quiabeiro (Abelmoschus esculentus (L.) Moench) em Campos dos Goytacazes – RJ*. 2003. 57 f. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2003.

PEREIRA, L.S.; ALLEN, R.G. Novas aproximações aos coeficientes culturais. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.16, n.4, p.118-143, 1997.

PEREIRA, A.R.; NOVA, N.A.V.; SEDIYAMA, G.C. *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ. 1997. 183p.

PEREIRA, M.G.; MARIN, S.L.D.; MARTELLETO, L.A.P.; IDE, C.D.; MARTINS, S.P.; PEREIRA, T.N.S. Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): comportamento de híbridos no Norte do Estado do Rio de Janeiro. In:

Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2002, Belém – PA. Anais... Belém: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002.

SEDIYAMA, G.C.; RIBEIRO, A.; LEAL, B.G. Relações clima-água-plantas. In: FARIA, M.A.; SILVA, E.L.; VILELA, L.A.A.; SILVA, A.M. (eds.) *Manejo de irrigação*. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.46-85.

SILVA, J.G.F. *Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (Carica papaya L.)*. 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

SILVA, T.J.A.; MONTENEGRO, A.A.; RODRIGUES, J.J.V.; BONFIM, E.M.S. Aplicação de lisímetro de pesagem hidráulica na determinação da evapotranspiração de referência, em Petrolina-PE. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.23, n.3, p.511-520, 2003.

SOUSA, E.F. *Função de produção da cana-de-açúcar e da goiabeira em relação à irrigação*. 1997. 119 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 1997.

TATAGIBA, J.S.; OLIVEIRA, A.A.R. Tratamentos pós-colheita. In: RITZINGER, C.H.S.P.; SOUZA, J.S. *Mamão: Fitossanidade*. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas-BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. cap.2, p.12-14.

VILLA NOVA, N.A.; PEDRO JR, M.J.; PEREIRA, A.R.; OMETTO, J.C. *Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máximas e mínimas*. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia, 1972. 8 p. (Caderno de Ciências da Terra, 30).

RELAÇÃO ENTRE A PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO E O DÉFICIT HÍDRICO (KY) NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo, 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, ky

RESPONSE COEFFICIENT OF PAPAYA YIELD TO WATER STRESS (KY) IN NORTHERN RIO DE JANEIRO

ABSTRACT

This study aimed to determine the response coefficient to water stress in the yield of commercial and total papaya fruits grown in the northern region of the state of Rio de Janeiro. The experiment was conducted in a convention area of UENF/PESAGRO-RIO in the county of Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, from 04/25/2006 to 05/18/2007, using the papaya cultivar hybrid UENF/CALIMAN01. The experiment had a randomized block design with five treatments [reposition 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, ky

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) vem se destacando. Pesquisas já foram realizadas com o objetivo de determinar o ky em algumas culturas, tais como no café (Arruda & 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 (Y_m) 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 frutos 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° 45' de latitude Sul, 41° 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 m 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); dessa 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.

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		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

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 transplântio das mudas e se constituía de aração, gradagem e posterior aplicação e incorporação de calcário 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).

Foram aplicados 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 tratos 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 reposta 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:

$$V = \{(ET_o \times kc \times fa) - Pe\} \times Np \times Ap \times PW \times \frac{1}{Ea} \quad (1)$$

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;

Np – número de plantas a serem irrigadas, adimensional;

Ap – área ocupada por planta, m^2 ;

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

Ea – eficiência de aplicação do sistema, em decimal.

Considerou-se como 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 levando-se em consideração cada tratamento (fa), descontando-se o somatório da precipitação efetiva entre duas irrigações, ficando:

$$V = \left\{ \left(\sum ET_o \times kc \times fa \right) - \sum Pe \right\} \times Np \times Ap \times PW \times \frac{1}{Ea} \quad (2)$$

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 gramas e frutos não comerciais os menores que 800 gramas. 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 ET_r pela Eq. 6 (Allen et al., 1998).

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

em que:

Y_r – rendimento real obtido em t ha⁻¹;

Y_m – rendimento máximo obtido em t ha⁻¹;

ky – coeficiente de resposta da cultura;

ETr – evapotranspiração real total, em mm e

ETm – 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 $\Theta_i = CTA$

onde:

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.

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

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

sendo:

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

ETo_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;

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

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.

Tabela 3. Evapotranspiração de referência mensal (ET_o , mm mês⁻¹), precipitação total mensal (Prec, mm mês⁻¹), temperaturas do ar média (T_{med} , °C), máxima (T_{max} , °C) e mínima (T_{min} , °C) mensal, umidade relativa média mensal (UR_{med} , %), radiação solar média mensal (R_s , W m⁻²) e velocidade do vento médio mensal a 2 m de altura (u_2 , m s⁻¹), durante o período de condução da cultura do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 na região Norte do Estado do Rio de Janeiro

Mês	Dias	ET_o	Prec	T_{med}	T_{max}	T_{min}	UR_{med}	R_s	u_2
abr/06	5	19	7	23,0	28,2	19,2	79,5	162,9	1,4
mai/06	31	95	14	21,0	26,9	16,5	74,5	161,4	1,7
jun/06	30	84	28	20,0	25,8	15,6	76,8	151,9	1,8
jul/06	31	91	16	19,7	27,3	14,3	79,1	151,6	1,5
ago/06	31	116	38	21,1	27,3	16,8	78,3	176,1	2,3
set/06	30	119	42	20,9	26,2	17,0	76,6	181,2	2,7
out/06	31	129	122	22,4	27,1	19,4	82,3	208,6	2,6
nov/06	30	129	207	23,4	28,2	20,5	84,2	209,3	2,5
dez/06	31	145	84	24,7	29,9	21,2	83,1	226,8	2,2
jan/07	31	127	430	24,5	29,5	21,5	88,9	203,3	1,9
fev/07	28	146	50	25,5	30,8	21,6	79,9	282,7	1,5
mar/07	31	133	19	26,4	33,0	21,4	76,3	277,3	1,9
abr/07	30	90	66	24,8	30,2	20,5	83,2	111,1	1,6
mai/07	18	49	4	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	1.472	1.128						

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 3 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 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% da ETo e, nos tratamentos T2, T3, T4 e T5, corresponderam, ao término do experimento, a 86, 96, 99 e 101% da ETo, respectivamente.

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 Programado	Tratamento Ocorrido	ETo	Pt	Pe	Pex	I	ETr	ETm
		mm						
T1 (50% ETo)	71% ETo	1.472	1.128	666	462	383	1.049	1.571
T2 (75% ETo)	86% ETo	1.472	1.128	610	518	651	1.261	1.571
T3 (100% ETo)	96% ETo	1.472	1.128	468	660	945	1.414	1.571
T4 (125% ETo)	99% ETo	1.472	1.128	257	871	1.204	1.461	1.571
T5 (150% ETo)	101% ETo	1.472	1.128	3	1.125	1.476	1.479	1.571

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 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, à medida que se foi incrementando o fornecimento hídrico até uma lâmina de 1.414 mm (T3) a quantidade de frutos não comerciais foi reduzindo, representando, assim, a lâmina que produziu uma quantidade menor de frutos não comerciais. Aplicações superiores as 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

Produção Comercial 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	1.049	1.571	0,3324	21,77	44,54	0,5113
T2	1.261	1.571	0,1978	33,94	44,54	0,2381
T3	1.414	1.571	0,1004	38,78	44,54	0,1294
T4	1.461	1.571	0,0703	38,17	44,54	0,1431
T5	1.479	1.571	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 desse tratamento poderia acarretar uma interpretação errônea; assim, para obtenção do valor do coeficiente k_y da Eq. 3, utilizou-se um procedimento de otimização matemática em que o valor de Y_{mc} foi alcançado quando o intercepto da regressão linear entre a queda de rendimento relativo ($1 - Y_{rc}/Y_{mc}$) e o déficit de evapotranspiração relativa ($1 - E_{Tr}/E_{Tm}$) foi igual a zero. Utilizando-se desse procedimento, o coeficiente de inclinação da regressão linear equivaleu ao valor de k_y , que foi de 1,4581, apresentando um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9450 (Figura 1). O modelo foi significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com Doorenbos & Kassam (1979), o valor de k_y 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 ($k_y = 1,4581$).

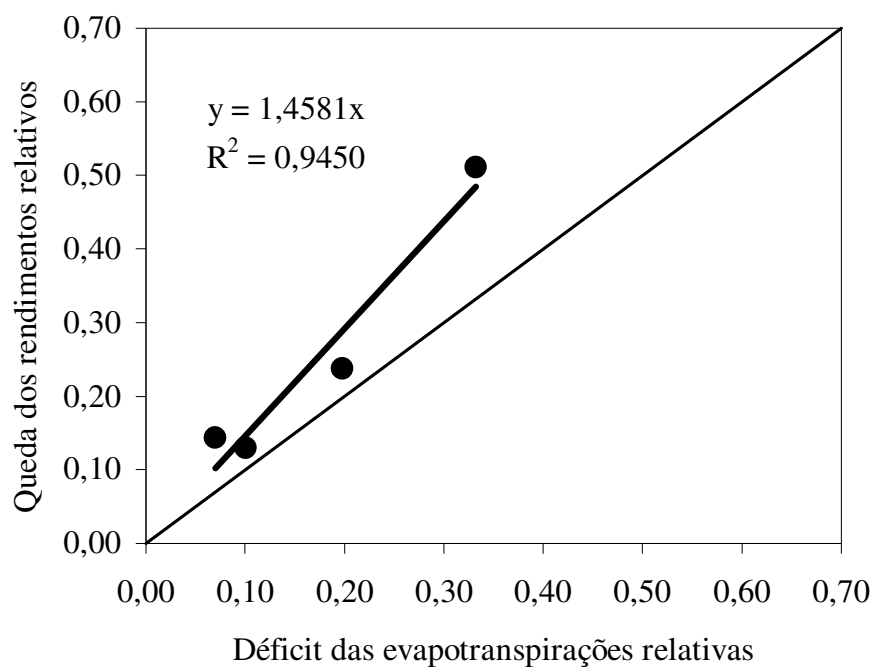


Figura 1. Relação entre o déficit das evapotranspirações relativas e a queda dos rendimentos relativos na produção comercial do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro

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 (R^2) 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

Produção Total 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	1.049	1.571	0,3324	40,09	49,91	0,1969
T2	1.261	1.571	0,1978	45,62	49,91	0,0860
T3	1.414	1.571	0,1004	45,53	49,91	0,0879
T4	1.461	1.571	0,0703	47,41	49,91	0,0502
T5	1.479	1.571	0,0587	49,42	49,91	0,0099

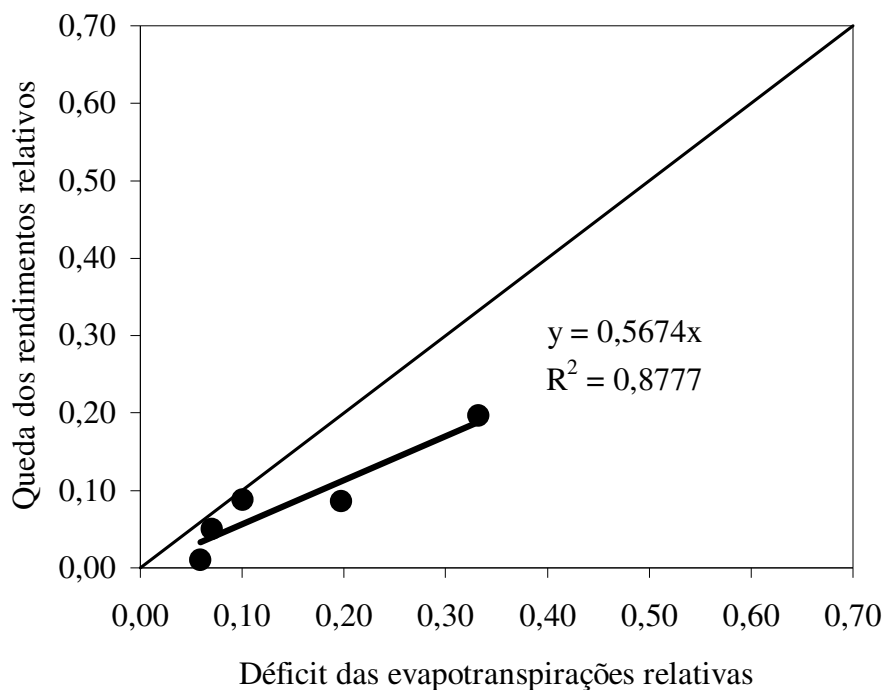


Figura 2. Relação entre o déficit das evapotranspirações relativas e a queda dos rendimentos relativos na produção total do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado na região Norte do Estado do Rio de Janeiro

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). Essa 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 (k_y) do mamoeiro, tanto para a produção comercial como para a produção total.

CONCLUSÃO

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 (k_y) para frutos comerciais de 1,4581 (sensibilidade alta) e para produção total, um coeficiente igual a 0,5674 (sensibilidade baixa).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, 193p. 1979.
- 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. Tese 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 freqüências 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.

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR TOTAL DO MAMOEIRO USANDO UM MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo empírico prático e não-destrutivo para a estimação da área de uma folha e a área foliar total do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em pomar comercial. Para isso foram avaliados dois pomares irrigados, sendo um formado pelos cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, conduzido no município de Campos dos Goytacazes-RJ e o outro pomar formado pelos cultivares híbrido UENF/CALIMAN01 e o Golden, em Itaocara-RJ. As plantas foram avaliadas no período de 50 a 550 dias após o transplântio, onde as folhas tiveram o comprimento da nervura central variando de 0,04 m a 0,60 m. Um modelo matemático foi desenvolvido para a estimativa da área de uma folha do mamoeiro (AF), levando em consideração o comprimento da nervura central da folha (CNC) e a idade da planta, representada em dias após o transplântio (DAT). O modelo foi considerado adequado, com um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9856. Com base no comprimento médio da nervura central das duas últimas folhas da copa (CM2) e do número total de folhas (NF) presentes na planta, pode-se estimar a área foliar total do mamoeiro (AFT), satisfatoriamente, com um R^2 igual a 0,9865.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., mamão, modelo matemático, arquitetura foliar, biometria.

ESTIMATION OF THE TOTAL LEAF AREA OF PAPAYA TREES USING A NONDESTRUCTIVE METHOD

ABSTRACT

Leaf area estimation is an important aspect of physiological research involving predominantly growth, transpiration and photosynthesis. This study was carried out to develop a practical and nondestructive empirical model to estimate the area of one leaf and the total leaf area of papaya trees (*Carica papaya* L.). Two irrigated commercial orchards were evaluated, one with the cultivar hybrid UENF/CALIMAN01, in Campos dos Goytacazes and the other with the cultivars hybrid UENF/CALIMAN01 and Golden, in Itaocara. Plants were evaluated from 50 to 550 days after transplanting. In this period, the length of the leaf central nervure (LCN) varied from 0.04 m to 0.60 m. A mathematical model was developed to estimate the area (LA) of one papaya tree leaf, considering LCN and the age of the plant measured in days after transplanting. The model was considered satisfactory, presenting a determination coefficient (R^2) equal to 0.9856. Based on the average length of the last two leaves in the crown and the total leaf number of the tree, it was possible to estimate the total leaf area of the papaya tree satisfactorily with a R^2 equal to 0.9865.

Key words: *Carica papaya* L., papaya, mathematical model, leaf architecture, biometry

INTRODUÇÃO

Quando se almeja o manejo da irrigação de forma adequada em uma cultura, o conhecimento da demanda hídrica dessa se torna uma ferramenta essencial, mas não única, para o sucesso da irrigação e otimização dos recursos hídricos utilizados. A nutrição das plantas, o controle de pragas e doenças, assim como variedades produtivas, dentre outros, devem ser operacionalizados adequadamente para que se possa alcançar a produção potencial da cultura irrigada.

No caso do mamoeiro, por ser muito sensível ao déficit hídrico (Aiyelaagbe et al., 1986; Bernardo et al., 1996) e ao encharcamento (Marin et al., 1995; Coelho et al., 1999), o monitoramento da umidade do solo ou do volume de água a ser repostado, com base no seu consumo hídrico, são essenciais para um bom desenvolvimento da cultura.

Na estimativa da transpiração, a variável área foliar vem sendo adotada com sucesso em diversas culturas (Coelho Filho et al., 2004; Villa Nova et al., 2002; David et al., 2002), permitindo a estimativa da transpiração em $L\ m^{-2}$ de folha dia^{-1} ou em $mm\ dia^{-1}$. A área foliar, a arquitetura da copa e a disposição de plantio são fatores biológicos que determinam a interceptação de energia luminosa e, conseqüentemente, as eficiências das taxas fotossintéticas e transpiratórias (Pereira et al., 1997; Nobel, 1991; Taiz e Zeiger, 1991). Sendo a folha o principal órgão responsável pelo processo transpiratório (Pereira et al., 1997), o conhecimento da área foliar é importante para a avaliação e entendimento do crescimento vegetal e da perda de água pela planta (Norman & Campbell, 1989).

Um dos principais problemas nas estimativas da transpiração total da planta é a dificuldade de se determinar a área foliar com precisão e de forma não destrutiva para que se possa ter continuidade nos estudos ou acompanhamento das mesmas.

Na determinação da área foliar de uma planta, podem ser utilizados métodos diretos ou indiretos, cuja escolha dependerá do objetivo do trabalho a ser realizado, da grandeza da amostra, da morfologia das folhas, do tempo dedicado à determinação, entre outros. O método direto consiste na retirada e

medição de todas as folhas da planta, ou seja, de forma destrutiva, e que se tenha equipamentos adequados, muitas vezes caro, para a medição da área foliar. A utilização de métodos indiretos visa à obtenção da estimativa da área foliar de forma precisa, rápida e não-destrutiva (Norman & Campbell, 1989). De forma a facilitar a obtenção da área foliar, modelos matemáticos foram desenvolvidos utilizando relações entre dimensões das folhas e a área foliar total. Dentre os diversos métodos indiretos de determinação da área foliar existentes, pode-se destacar o modelo de Sousa et al. (2005) em coqueiro, o de Coelho Filho et al. (2005a) para lima ácida 'Tahiti' e o de Araújo et al. (2005) na mangueira.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo empírico prático e não-destrutivo para estimativa da área foliar total do mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em três etapas. Na primeira etapa, desenvolveu-se e avaliou-se um modelo empírico para estimativa da área foliar de apenas uma folha do mamoeiro. Para isso, foram coletadas folhas em períodos aleatórios, representados em dias após o transplântio (DAT), de dois pomares de mamoeiro irrigado. Um pomar avaliado era composto pelo cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, do grupo 'Formosa', localizado na Estação Evapotranspirométrica do CCTA/UENF, localizada a 21° 45' de latitude Sul, 41° 18' de longitude Oeste e 11 metros de altitude, no município de Campos dos Goytacazes, região Norte do Estado do Rio de Janeiro. Neste pomar, as mudas foram transplantadas para o campo no dia 25/04/2006 e, folhas foram avaliadas até 18/05/2007. Foram coletadas e avaliadas folhas no dia 14/06/2006 (50 DAT), no dia 26/06/2006 (62 DAT), no dia 05/07/2006 (71 DAT), no dia 18/07/2006 (84 DAT), no dia 08/03/2007 (317 DAT) e no dia 18/05/2007 (388 DAT).

O segundo pomar avaliado era formado por dois cultivares, o híbrido UENF/CALIMAN01 e o Golden, do grupo 'Solo', conduzidos no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no município de Itaocara-RJ, localizado a 21°38' de latitude Sul e a 42°03' de longitude Oeste, com altitude em torno de 60 metros. Nesse pomar o transplântio das mudas para o campo ocorreu no dia 05/05/2006

e, 40 folhas foram coletadas e avaliadas no dia 06/11/2007 (550 DAT), sendo a metade de cada cultivar. No total, em diferentes períodos, foram coletadas e avaliadas, nos dois pomares, 763 folhas.

De cada folha coletada, mediu-se o comprimento da nervura central (CNC) com régua graduada com precisão de um milímetro e, por intermédio de medidor de área foliar (LI-3100 Area meter, LI-COR inc., Lincoln, Nebraska, USA), foi obtido o valor da área foliar. O comprimento da nervura central das folhas coletadas variou de 0,04 m a 0,60 m.

Ajustou-se, por regressão linear em esquema de anamorfose, um modelo potencial para estimação da área da folha do mamoeiro (Equação 01) utilizando-se como variável independente o comprimento da nervura central (CNC) e a idade da planta, caracterizada em dias após o transplântio (DAT):

$$AF = a \times CNC^{(b \ln DAT + c)} \times 10^{-4} \quad (01)$$

em que:

AF – área foliar (m²);

CNC – comprimento da nervura central (cm);

DAT – dias após o transplântio (dias);

a, b e c – coeficientes de regressão estimados.

Um modelo levando em consideração apenas a nervura central foi encontrado por Campostrini e Yamanishi (2001) (AF_{CY} , em m²), em quatro genótipos de mamoeiro, sendo dois do grupo 'Solo' (Sunrise Solo e Improved Sunrise Solo 72/12) e dois do grupo 'Formosa' (Tainung 02 e Known-You 01). O modelo encontrado por esses autores (Equação 02) foi ajustado para comprimentos da nervura central compreendidos no intervalo de 0,25 m a 0,60 m, em plantas com 150 a 180 DAT.

$$AF_{CY} = 10^{(0,315 + 1,85 \times \log CNC)} \times 10^{-4} \quad (02)$$

Sendo assim, uma vez definido o modelo matemático gerado pela Equação 01, a segunda etapa do experimento foi verificar se, para a idade média

(165 DAT) das plantas avaliadas por Campostrini e Yamanishi (2001), os modelos eram semelhantes estatisticamente.

A área foliar total poderia ser estimada medindo-se o comprimento de todas as nervuras centrais e fazendo o somatório de todas as áreas foliares estimadas. No entanto, tal procedimento torna-se laborioso e, conseqüentemente, caro, tornando-se de certo modo inviável.

Dessa forma, a terceira etapa do experimento foi desenvolver um modelo para estimação de área foliar total do mamoeiro, utilizando o mínimo de variáveis possíveis.

Para isso, utilizou-se 90 plantas, cujas folhas foram retiradas em ordem decrescente de posição (localização) na planta. Considerou-se como folha número um a que possuía comprimento da nervura central maior ou igual a 0,04 m. Da primeira à última folha, conforme arquitetura de cada planta, mediu-se o comprimento da nervura central de todas as folhas e, utilizando o modelo de estimação da área foliar (Equação 01), determinou-se a área foliar total somando-se as áreas de todas as folhas. Foi computado também o número de folhas (NF) e o comprimento médio da nervura central das duas últimas folhas da copa (CM2).

Por intermédio de regressão linear múltipla, ajustou-se um modelo empírico para estimação da área foliar total, utilizando-se a Equação 03:

$$AFT = [-a_1 + (b_1 \times NF) + (c_1 \times NF \times CM2) + (d_1 \times CM2)]^{e_1} \times 10^{-4} \quad (03)$$

em que:

AFT – área foliar total do mamoeiro (m²);

NF – número de folhas totais da planta;

CM2 – comprimento médio da nervura central das duas últimas folhas da copa (cm);

a₁, b₁, c₁, d₁ e e₁ – coeficientes de regressão estimados.

Para a validação do modelo, 20 plantas cultivadas no Campo Experimental de Itaocara (CEI), sendo dez do cultivar 'Golden' e dez do cultivar híbrido 'UENF/CALIMAN01', foram avaliadas. Foram realizadas medidas do comprimento da nervura central de todas as folhas.

A validação dos modelos propostos foi realizada por intermédio do ajustamento de modelo de regressão linear simples dos valores preditos (variável dependente) sobre os respectivos valores observados (variável independente). As análises estatísticas foram conduzidas sob as hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_0 = 0 \\ H_a : \beta_0 \neq 0 \end{cases} \quad \begin{cases} H_0 : \beta_1 = 1 \\ H_a : \beta_1 \neq 1 \end{cases} \quad (04)$$

em que:

β_0 e β_1 – intercessão e inclinação da reta ajustada entre os valores observados e valores estimados pelo modelo, respectivamente.

Sob os casos de não-rejeição de ambas as hipóteses, concluiu-se pela equivalência entre valores preditos e observados. Adotou-se 0,01 como nível crítico de probabilidade de ocorrência do erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os trabalhos que apresentam modelos de estimativa de área foliar para o mamoeiro, a utilização apenas do comprimento da nervura central torna o método simples e preciso, mas fica exclusivo para a data de amostragem ou para aquela idade da planta avaliada.

Os diferentes coeficientes encontrados por diversos autores (Alves e Santos, 2002; Campostrini e Yamanishi, 2001; Coelho Filho et al., 2005b) para a estimativa da área foliar do mamoeiro demonstram que, aparentemente, o que influencia é a idade da planta avaliada. O acréscimo da variável DAT no modelo de estimativa da área foliar (Equação 01) facilita a estimativa da área foliar ao longo do ciclo da cultura, uma vez que o modelo leva em conta o DAT.

Assim, utilizando método matemático, foi possível obter os coeficientes da Equação 01. A análise de regressão linear simples indicou que o intercepto não foi significativamente diferente de zero e que o coeficiente de inclinação não diferiu estatisticamente de um (1,0), indicando similaridade entre os valores observados de área foliar e aqueles preditos pela Equação 05. Tal modelo

(Equação 05) foi significativo a 1% de probabilidade pela análise de regressão, apresentando um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9856 (Figura 01).

$$AF = 0,4945 \times CNC^{(\ln DAT \times 0,0733 + 1,8486)} \times 10^{-4} \quad (05)$$

A utilização de um único modelo para estimar a área foliar do mamoeiro de ambos os grupos 'Solo' e 'Formosa' (Campostrini e Yamanishi, 2001; Alves e Santos, 2002) demonstra o potencial de utilização de um modelo gerado em um cultivar para os demais, independente do grupo ou genótipo pertencente.

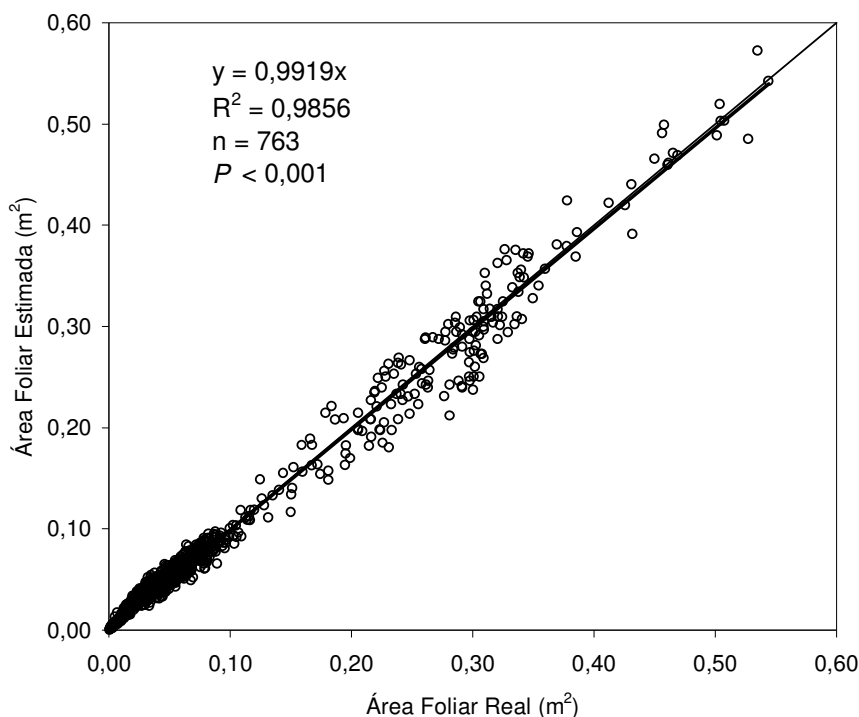


Figura 01 – Relação entre os valores da área foliar real medida pelo aparelho LI-3100 e os valores da área foliar estimada pelo modelo da Equação 05.

O modelo proposto por Campostrini e Yamanishi (2001) apresenta coeficientes para plantas com 150 a 180 DAT e, quando se utiliza a idade média da planta avaliada pelos autores (165 DAT) na Equação 05, e faz-se uma estimativa para diferentes tamanhos de comprimento da nervura central, variando de 25 a 60 cm, conforme abrangência do modelo proposto por Campostrini e Yamanishi (2001), pôde-se observar um ajustamento entre os dois modelos, não

diferindo entre si ao nível de 1% de probabilidade, na estimativa área foliar (Figura 02), demonstrando a importância de se utilizar a variável DAT já que os trabalhos foram realizados em épocas distintas e os resultados não diferiram entre si.

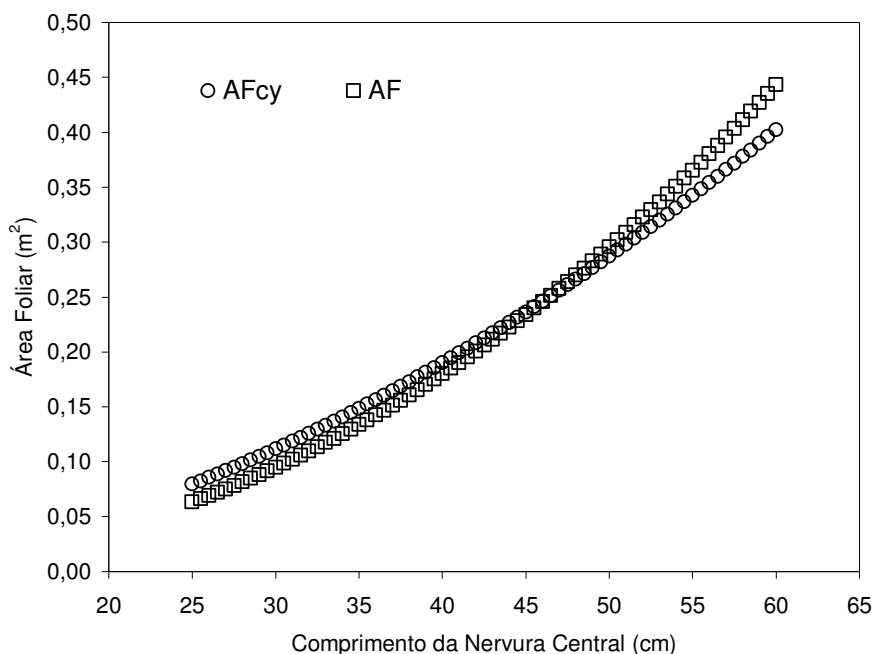


Figura 02 – Estimativa de área foliar pelo método de Campostrini e Yamanishi (2001) (AF_{CY} , em m^2) para folhas de 25 a 60 cm e, pelo modelo da Equação 05 (AF), para folhas de 25 a 60 cm e com 165 DAT.

Esses resultados demonstram a viabilidade de estimar rapidamente e com precisão satisfatória a área da folha do mamoeiro com uma simples medida do comprimento da nervura central em qualquer idade de desenvolvimento da planta.

Um modelo para a determinação da área foliar total (Equação 06) pôde ser ajustado, tornando a estimativa da área foliar total de um mamoeiro um método simples e preciso, pois, utilizando apenas o comprimento médio das duas últimas folhas da copa do mamoeiro (CM2) e o número total de folhas (NF), é possível determinar a área foliar total da planta. Tal modelo foi significativo a 1% de probabilidade, apresentando um R^2 igual a 0,9865 (Figura 03).

$$AFT = [-89,6623 + (5,0328 \times NF) + (4,9998 \times NF \times CM2) - (7,5120 \times CM2)]^{1,2607} \times 10^{-4} \quad (06)$$

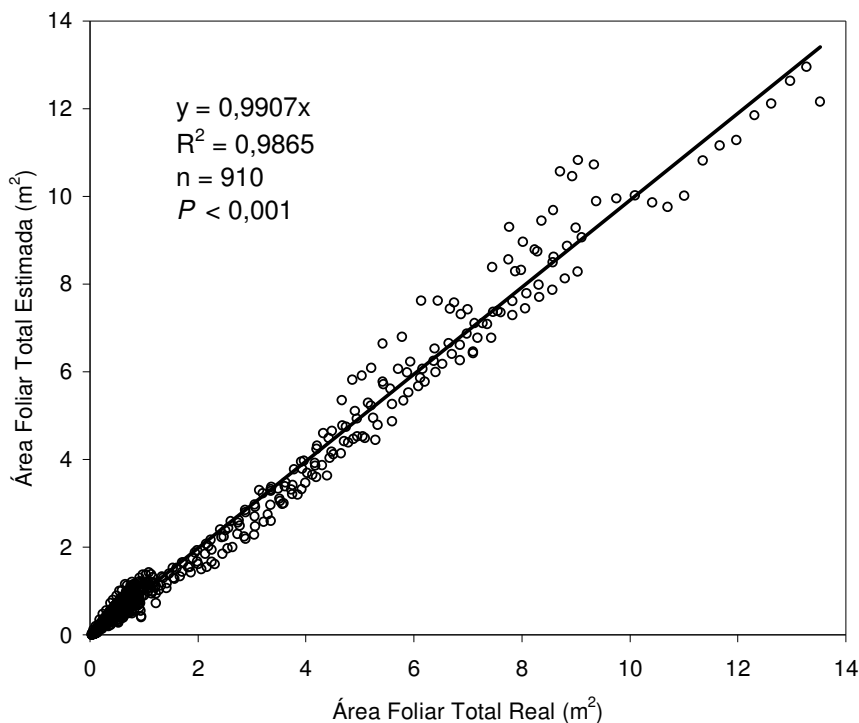


Figura 03 – Relação entre o modelo de estimativa da área foliar total (m²) e a área foliar total real (m²), de mamoeiros irrigados cultivados em Campos dos Goytacazes – RJ.

Na validação do modelo, com as 20 plantas avaliadas, sendo a metade do cultivar híbrido UENF/CALIMAN01 e a outra metade do cultivar Golden, pôde-se observar uma correspondência entre o modelo gerado e a área foliar total real observada. Não houve diferença entre os dois cultivares na determinação da área foliar, corroborando com resultados já apresentados anteriormente por Campostrini e Yamanishi (2001) e por Alves e Santos (2002), onde, um único modelo pode ser representativo para qualquer cultivar.

Na validação do modelo, a Figura 04 expressa a relação entre valores da área foliar total observados e preditos por intermédio desse modelo. A avaliação estatística do modelo que expressa a relação entre os conjuntos de dados indicou, segundo as hipóteses em (04), a equivalência entre os valores preditos e observados. O modelo foi significativo a 1% de probabilidade apresentando um

erro padrão de 0,4408 m² e um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9827 (Figura 04).

Com o modelo obtido pôde-se montar o ábaco apresentado na Figura 05. Com este ábaco pode-se facilmente obter o valor estimado da área foliar total do mamoeiro em função da média dos comprimentos da nervura central das duas últimas folhas da copa (CM2) e o número total de folhas na planta (NF).

De um modo geral, os resultados demonstram que o modelo obtido é adequado para a estimação da área foliar total do mamoeiro, nas condições da região Norte e Noroeste Fluminense, entretanto estudos devem ser realizados em outras áreas, com condições edafoclimáticas diferentes, a fim de se validar o modelo para qualquer região.

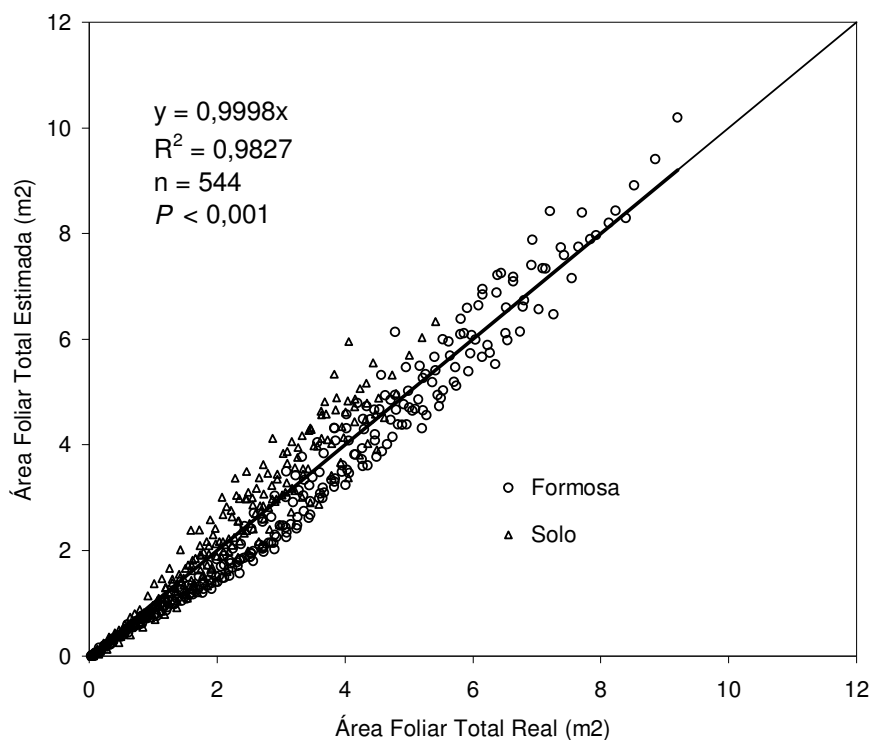


Figura 04 – Correspondência entre valores reais da área foliar total (m²) e os valores estimados pelo modelo (m²), em mamoeiros do grupo 'Solo' e 'Formosa', cultivados no Campo Experimental de Itaocara – RJ.

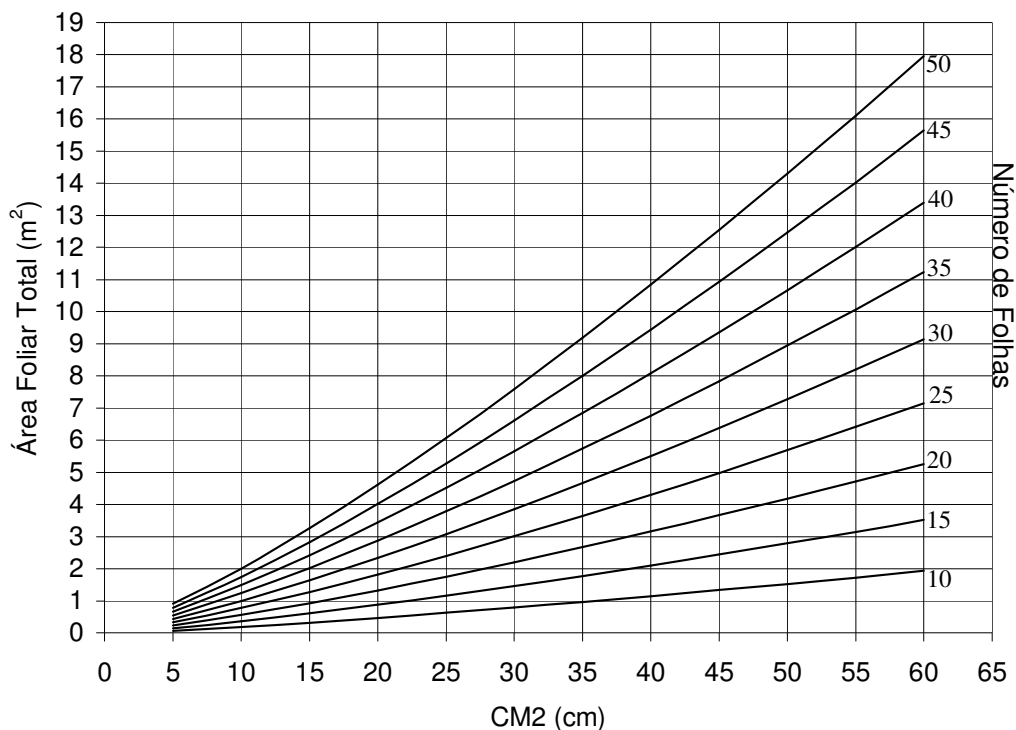


Figura 05 – Ábaco para estimativa da área foliar total do mamoeiro (m^2), a partir do comprimento médio da nervura central das duas últimas folhas da copa (CM2) e do número total de folhas da copa (NF).

RESUMO E CONCLUSÕES

Um modelo matemático foi desenvolvido para a estimativa da área de uma folha do mamoeiro, levando em consideração o comprimento da nervura central da folha e a idade da planta, representada em dias após o transplante.

Com base no comprimento médio das duas últimas folhas da copa e do número total de folhas presentes na planta, pode-se estimar a área foliar total do mamoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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*, Dordrecht. v.93, p.427-435, 1986.
- Alves, A.A.C.; Santos, E.L. Estimativa da área foliar do mamoeiro utilizando medidas da folha. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Belém, PA. Anais: CBF, 2002. Available at: http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/fisiologia/567.htm Acesso em 28 Ago. 2006.
- Araújo, E.C.E.; Santos, E.P.; Prado, C.H.B.A. Estimativa da área foliar da mangueira (*Mangifera indica* L.) cvs. Tommy atkins e haden, utilizando dimensões lineares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.308-309, 2005.
- Bernardo, S., Carvalho, J.A., Sousa, E.F. Irrigação do mamoeiro. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 1996. 20p. (Boletim Técnico, 5)
- Campostrini, E.; Yamanishi, O.K. Estimation of papaya leaf área using the central vein length. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.58, n.1, p.39-42, 2001.
- 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, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. cap.7, p.32-41. (Circular Técnica, 34)
- Coelho Filho, M.A.; Angelocci, L.R.; Rojas, J.S.D.; Campeche, L.F.S.M.; Folegatti, M.V. Relações entre transpiração máxima, área foliar e evapotranspiração de referência em pomar jovem de lima ácida 'tahiti'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.12, n.2, p.265-274, 2004.

Coelho Filho, M.A.; Angelocci, L.R.; Vasconcelos, M.R.B.; Coelho, E.F. Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida 'tahiti' usando métodos não-destrutivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.163-167, 2005a.

Coelho Filho, M.A.; Coelho, E.F.; Alves, A.A.C. Método para estimativa da área foliar de plantas de mamoeiro do grupo solo e formosa. In: Martins, D.S. (ed.) **Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão**. Vitória, ES: Incaper, p.525-528, 2005b.

David, T.S.; Ferreira, I.; Pereira, J.S.; Cohen, S.; David, J.S. Transpiração em árvores isoladas de um montado de azinho, evolução sazonal e condicionantes hidráulicas. **Silva Lusitana**, Lisboa, v.10, n.2, p.133-149, 2002.

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, ES: EMCAPA, 1995. 57p. (Circular Técnica, 3)

Nobel, P.S. **Physicochemical and environmental plant physiology**. San Diego: Academic Press, 1991. 635p.

Norman, J.M.; Campbell, G.S. Crop structure. In: Pearcy, R.W.; Ehleringer, J.R.; Mooney, H.A.; Rundel, P.W. **Plant physiological ecology: Field methods and instrumentation**. New York: Chapman and Hall, 1989. p.457.

Pereira, A.R.; Nova, N.A.V.; Sedyama, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ. 1997. 183p.

Sousa, E.F.; Araújo, M.C.; Posse, R.P.; Detmann, E.; Bernardo, S.; Berbert, P.A.; Santos, P.A. Estimating the total leaf area of the green dwarf coconut tree (*Cocos nucifera* L.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.6, p.597-600, 2005.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. 559p.

Villa Nova, N.A.; Angelocci, L.R.; Valancogne, C.; Sentelhas, P.C.; Pereira, A.R.; Marin, F.R. Estimativa da transpiração máxima de macieiras, em pomares irrigados, pelo método de Penman adaptado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.2, p.245-250, 2002.

**ANÁLISE DA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO HÍBRIDO
UENF/CALIMAN01 EM PERÍODO DE VERÃO, CULTIVADOS NO NORTE DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

RESUMO

Com o objetivo de quantificar o tempo de permanência dos frutos do mamoeiro na planta, frutos esses produzidos no verão, desde sua formação até a colheita, um experimento foi realizado na área de convênio UENF/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, utilizando o mamoeiro (*Carica papaya* L.) da variedade híbrido UENF/CALIMAN01. Para analisar o tempo de permanência do fruto na planta foi utilizado um experimento, instalado seguindo a 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. Durante o período de condução do experimento foram realizadas três contagens de frutos na planta, representando, aproximadamente, o sexto, o sétimo e o nono mês de condução da cultura. Os frutos do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01 produzidos no verão, levam em torno de 150 dias para atingirem a maturidade (estádio I). Uma estimativa precoce da produtividade pode ser obtida, com os frutos ainda verdes na planta, sem que se tenha que esperar a maturidade.

Palavras-chave: *Carica papaya* L., tempo de colheita, estimativa precoce.

ESTIMATE OF SUMMER YIELD OF PAPAYA HYBRID UENF/CALIMAN01 IN NORTHERN RIO DE JANEIRO

ABSTRACT

This experiment was conducted to quantify the time papaya fruits grow on the plant, from fruit formation until the harvest in the summer. The experiment was conducted in the convention area of UENF/PESAGRO-RIO, in the county of Campos dos Goytacazes, northern region of the state of Rio de Janeiro, from 04/25/2006 to 05/18/2007, using *Carica papaya* L. of the variety hybrid UENF/CALIMAN01. To measure the time the fruits grow on the plant, an experimental design of randomized blocks was used, with five treatments [repositions of the reference evapotranspiration (ET_o) of 50% (T1), 75% (T2), 100% (T3), 125% (T4) and 150% (T5)], with four replications. During the experiment, the fruits on the plant were counted three times, in approximately the sixth, seventh and ninth month of fruit growth. In the summer it takes about 150 days until the papaya fruits of cultivar hybrid UENF/CALIMAN01 reach maturity (stage/phase I). The yield can be estimated early, when the green fruits are still growing on the plant, without having to await maturity.

Key words: *Carica papaya* L., harvest period, precocious estimate.

INTRODUÇÃO

Cultivado em regiões tropicais e subtropicais, o mamoeiro (*Carica papaya* L.), em 2005, ocupou no Brasil uma área cultivada de 36.500 ha (FAO, 2007). O Estado da Bahia destaca-se como o maior produtor de mamão do país, seguido

pelo Espírito Santo. A área colhida no ano de 2004 no Estado da Bahia foi de 14.420 ha, enquanto no Espírito Santo foi de 9.868 ha. No Rio de Janeiro, a produção ainda é pequena, em 2004 a área colhida foi de 128 ha (IBGE, 2007), porém, pode constituir-se em uma região competitiva em expansão e produção da cultura, ao considerar que as condições edafo-climáticas são similares à do Norte do Estado do Espírito Santo.

Em virtude do grande número de incidência de doenças na cultura do mamoeiro, como as viroses do tipo mosaico, meleira e vira cabeça, muitas plantas são erradicadas durante a vida útil de um pomar, podendo o cultivo tornar-se inviável, em função do número de plantas existentes. Pesquisas com melhoramento genético visam buscar variedades mais produtivas, resistentes a pragas e doenças e que apresentem características agronômicas que satisfaçam as exigências do mercado interno e externo. As dificuldades são muitas, para que isso ocorra, tem-se que trabalhar com várias linhagens, realizar vários cruzamentos entre elas e conduzi-las até o momento de colheita, o que, às vezes, acaba se tornando impossível devido ao surgimento das doenças.

Em trabalhos com o mamão, alguns pesquisadores (Pereira et al., 2004; Marin et al., 2006a; Marin et al., 2006b) realizam estimativas para quantificar a produção, com o intuito de ganhar tempo e economizar mão-de-obra, sem contar que, durante o período de condução do experimento as plantas podem sofrer ataques de doenças como as viróticas, reduzindo suas vidas úteis, dificultando quantificar a produção. Sendo assim, normalmente, para estimar a produtividade, os pesquisadores realizam uma contagem de frutos aos 180 dias após o transplântio (DAT) e uma contagem aos 270 DAT e, com o início da colheita, obtendo-se o peso médio do fruto, esse é multiplicado pelo número de frutos contados, estimando-se, assim, a produtividade da cultura, produtividade essa correspondendo, aproximadamente, ao nono (9º) e ao 12º mês de cultivo, respectivamente.

Sabe-se que a formação do fruto do mamoeiro é influenciada por condições climáticas e nutricionais (Awada, 1953; Awada, 1958; Arkle Junior & Nakasone, 1984), entretanto, maiores informações a respeito do tempo de permanência do fruto na planta até o período de colheita são necessárias. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo, quantificar o tempo de permanência dos frutos na planta, produzidos no verão, desde sua formação até a colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Evapotranspirométrica do CCTA/UENF, localizada a 21° 45' de latitude Sul, 41° 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, utilizando o mamoeiro (*Carica papaya* L.) da variedade híbrido UENF/CALIMAN01, plantados em fileiras simples, com espaçamento de 3,0 m x 3,0 m (representando por planta, uma área de 9,00 m²). O clima da região é classificado, segundo classificação de Köppen, como 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.

Para analisar as estimativas de produtividade em função do tempo de permanência do fruto na planta, produzidos no verão, desde sua formação até a colheita, foi utilizado um experimento instalado seguindo a 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), com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída de uma única planta.

As mudas foram preparadas em tubetes de 115 cm³, utilizando 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 transplântio das mudas e foi constituído de aração, gradagem e posterior aplicação e incorporação de calcário dolomítico, na quantidade de 1,2 t ha⁻¹, quantidade essa necessária de acordo com análise do solo para uma elevação da saturação de base a 80%. O transplântio foi realizado em camalhões, com altura de, aproximadamente, 60 cm. As mudas foram transplantadas para o campo no dia 25/04/2006, quando essas atingiram uma altura de, aproximadamente, 20 cm. Foram transplantadas três mudas por cova (em distribuição triangular de 30 x 30 x 30 cm). A sexagem ocorreu aos 84 dias após o transplântio (DAT).

Foram aplicados 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 foram aplicados mais 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 o sulfato de amônia (com 20% de N) e o cloreto de potássio (com 60% de K₂O) como fontes. No quarto, quinto e sexto mês após o transplântio foram aplicados 20 g planta⁻¹ de N e 36 g planta⁻¹ de K₂O e do sétimo mês em diante foram aplicados 30 g planta⁻¹ de N e 48 g planta⁻¹ de K₂O. Os micronutrientes foram aplicados no sexto mês na quantidade de 20 g planta⁻¹, utilizando 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 foram realizados controles de ervas daninhas, pragas e doenças, seguindo os tratos culturais apropriados para a cultura do mamão, conforme recomendado por Marin et al. (1995).

As lâminas de irrigação de cada tratamento foram determinadas em função da evapotranspiração da cultura, sendo a quantidade de água a ser repostada durante a semana, como sendo o somatório da evapotranspiração da cultura da semana anterior (ΣETo), multiplicada pelo fator de reposição (fa), referente a cada tratamento. As irrigações foram realizadas três (3) vezes por semana: às segundas; quartas e sextas-feiras, onde, o total de déficit da semana anterior era dividido entre as três irrigações.

A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada pelo método de Penman-Monteith FAO (Allen et al., 1998), 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 função dos 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.

Antes de 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 as respectivas quantidades de água necessária em recipientes (bombonas de 50 litros), uma para cada tratamento, as 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 o uso de um gotejador auto-regulável por planta, com vazão de 8 L h⁻¹.

Durante o período de condução do experimento foram realizadas três contagens de frutos na planta, excluindo os frutos carpelóides e pentândricos, uma contagem representando, aproximadamente, o sexto mês de condução da cultura (18/10/2006, 176 DAT), uma contagem representando, aproximadamente, o sétimo mês (20/11/2006, 209 DAT) e uma contagem representando, aproximadamente, o nono mês de cultivo (22/01/2007, 272 DAT). Uma fita foi amarrada no caule do mamoeiro, logo acima do último fruto formado contado, ao término de cada contagem, para evitar posterior recontagem dos frutos.

Os frutos foram colhidos semanalmente quando atingiam o estágio I de maturação, seguindo identificação apresentada por Tatagiba & Oliveira (2000). A colheita teve início no dia 18/01/2007 (268 DAT), sendo que a última colheita ocorreu no dia 18/05/2007 (388 DAT), juntamente com o encerramento do experimento, o que representou um total de quatro (04) meses de colheita e, aproximadamente, 13 meses de cultivo da cultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climatológicos, valores totais e/ou mensais, para cada mês de cultivo do mamoeiro (de 25/04/06 à 18/05/07) estão apresentados na Tabela 1. Ao término do experimento, a lâmina aplicada (irrigação + precipitação efetiva) em cada tratamento foi de 1.049, 1.261, 1.414, 1.461 e 1.479 mm, para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5, respectivamente. Embora as lâminas tenham sido diferentes entre os tratamentos, elas não mantiveram as diferenças programadas em função das precipitações ocorridas durante o experimento.

Para caracterizar o tempo de permanência dos frutos na planta, desde sua formação até a colheita (estádio I de maturação), uma contagem do número total de frutos colhidos foi realizada até o período 120 dias após as marcações e outra, até o período de 150 dias após as marcações. As médias dos frutos contados e dos frutos colhidos, em função de cada tratamento, estão

apresentadas na Tabela 2. Observa-se na Tabela 2 que a diferença entre as lâminas aplicadas (irrigação + precipitação efetiva) não influenciaram no tempo de permanência (maturação) do fruto na planta, não interferindo na metodologia de determinação da estimativa do tempo de permanência do fruto na planta. Observa-se também que, em todas as colheitas realizadas, até o período de 120 dias após a contagem dos frutos, em média, o número de frutos colhidos foi menor do que os contados, ao passo que, os frutos colhidos até o período de 150 dias após as contagens, praticamente, todos eles representaram o número de frutos contados. A ocorrência de frutos colhidos a mais, encontrados até o período de 150 dias, quando comparados com os contados no 6º mês e no 7º mês (Tabela 2), indicam que esses frutos colhidos faziam parte do próximo grupo de contagem, mas, em quantidade mínima, não prejudicando na estimativa da permanência do fruto na planta.

Tabela 1 – Evapotranspiração de referência (E_{To} , mm mês⁻¹), precipitação (Prec, mm mês⁻¹), temperatura média (Tmed, °C), máxima (Tmax, °C) e mínima (Tmin, °C) mensal e umidade relativa média mensal (URmed, %), durante o período de condução da cultura do mamoeiro UENF/CALIMAN01 na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Mês	Dias	E_{To}	Prec	Tmed	Tmax	Tmin	URmed
abr/06	5	19	7	23,0	28,2	19,2	79,5
mai/06	31	95	14	21,0	26,9	16,5	74,5
jun/06	30	84	28	20,0	25,8	15,6	76,8
jul/06	31	91	16	19,7	27,3	14,3	79,1
ago/06	31	116	38	21,1	27,3	16,8	78,3
set/06	30	119	42	20,9	26,2	17,0	76,6
out/06	31	129	122	22,4	27,1	19,4	82,3
nov/06	30	129	207	23,4	28,2	20,5	84,2
dez/06	31	145	84	24,7	29,9	21,2	83,1
jan/07	31	127	430	24,5	29,5	21,5	88,9
fev/07	28	146	50	25,5	30,8	21,6	79,9
mar/07	31	133	19	26,4	33,0	21,4	76,3
abr/07	30	90	66	24,8	30,2	20,5	83,2
mai/07	18	49	4	22,0	28,3	17,4	77,7
Média/ Total	388	1.472	1.128	22,8	28,5	18,8	80,0

Tabela 2 – Médias de frutos contados, para cada período de avaliação (6°, 7° e 9° Mês) e, média de frutos colhidos nos intervalos de até 120 dias e nos intervalos de até 150 dias após as contagens, referentes a cada tratamento (dados acumulados).

Tratamentos	Contagens referentes ao:	Colheitas realizadas:	
		até 120 dias após as contagens	até 150 dias após as contagens
	6° Mês (18/10/2006)	(18/01/07 a 17/02/07)	(18/01/07 a 17/03/07)
T1	18	12	18
T2	15	12	16
T3	20	10	20
T4	18	10	18
T5	17	12	18
	7° Mês (20/11/2006)	(18/01/07 a 17/03/07)	(18/01/07 a 17/04/07)
T1	31	18	33
T2	26	16	30
T3	32	20	34
T4	30	18	32
T5	37	18	37
	9° Mês (22/01/2007)	(18/01/07 a 17/05/07)	(18/01/07 a 17/06/07)
T1	39	35	38
T2	44	37	44
T3	47	41	47
T4	50	41	47
T5	--	--	--

Individualizando cada contagem (6°, 7° e 9° mês) e fazendo a estimativa entre o número de frutos contados e de frutos colhidos até o período de 120 dias e até o período de 150 dias após as marcações, pôde-se observar que, para a primeira contagem (6° mês), a relação entre o número de frutos contados e o número de frutos colhidos até o período de 120 dias não se ajustaram, ao passo que, os frutos colhidos até o período de 150 dias apresentaram uma relação 1:1, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,88 (Figura 1).

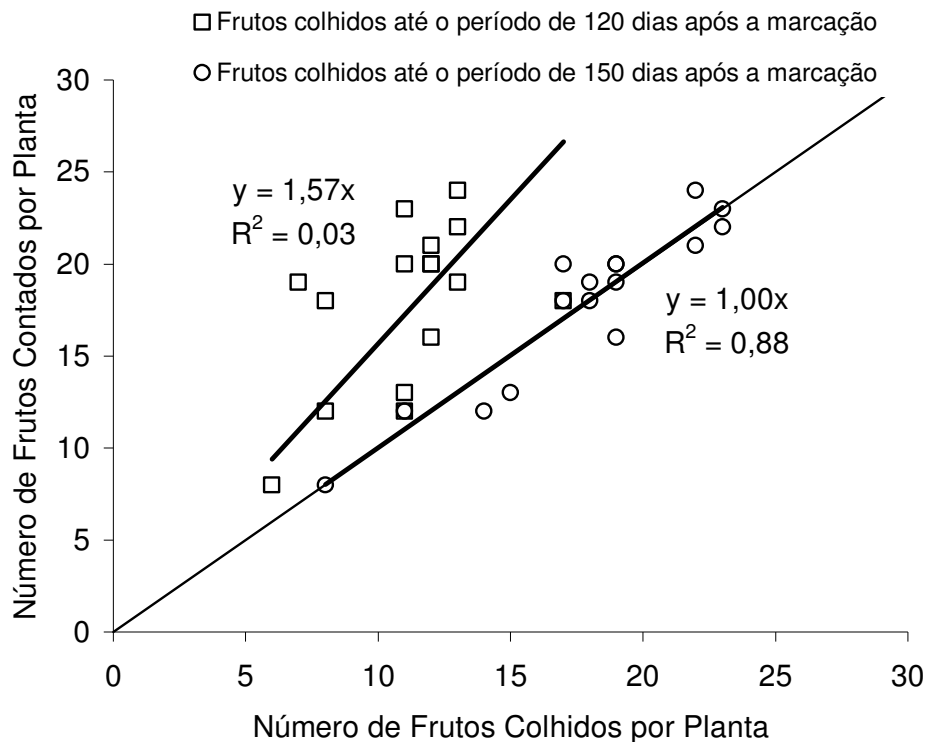


Figura 1 – Relação entre o número de frutos colhidos por planta e o número de frutos contados por planta para a marcação referente ao 6º mês de condução da cultura do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Para a estimativa da segunda contagem, observa-se que a relação entre os frutos contados e os frutos colhidos até o período de 120 dias foi superestimada, em 66%, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,69 e, relacionando os frutos contados com os colhidos até o período de 150 dias, esses subestimaram apenas 6%, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,89, mas não diferiram muito da relação 1:1 (Figura 2).

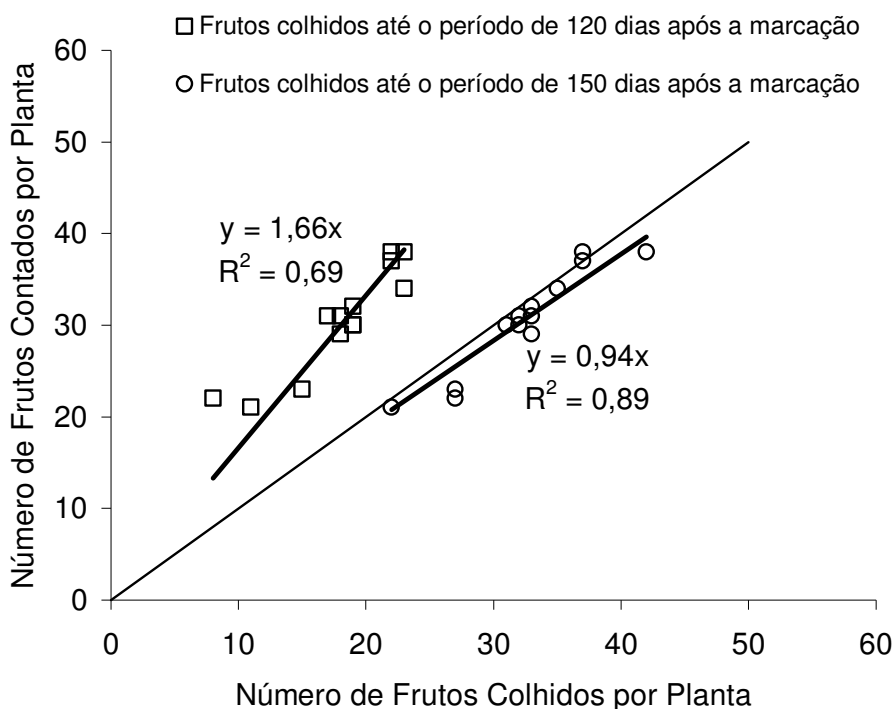


Figura 2 – Relação entre o número de frutos colhidos por planta e o número de frutos contados por planta para a marcação referente ao 7º mês de condução da cultura do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Com relação a terceira e última contagem (9º mês), observa-se na Figura 3 que a estimativa para frutos colhidos até o período de 120 dias superestimou 17% ($R^2 = 0,80$), ao passo que para os frutos colhidos até o período de 150 dias, apenas 2% foi superestimado, com coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,97.

Considerando as três contagens juntas (6º, 7º e 9º mês), ao se relacionar o número de frutos contados como o número de frutos colhidos até o período de 120 dias, a relação superestimou 30%, com R^2 igual a 0,76. Entretanto, para a relação entre frutos contados e frutos colhidos até o período de 150 dias, essa se manteve na proporção de 1:1, com R^2 igual a 0,98 (Figura 4). Assim, tanto analisando as contagens separadamente (6º, 7º e 9º mês) como juntas, para frutos produzidos no período de verão, observa-se que os frutos contados levam um período de 150 dias para serem completamente colhidos no estágio I de maturação.

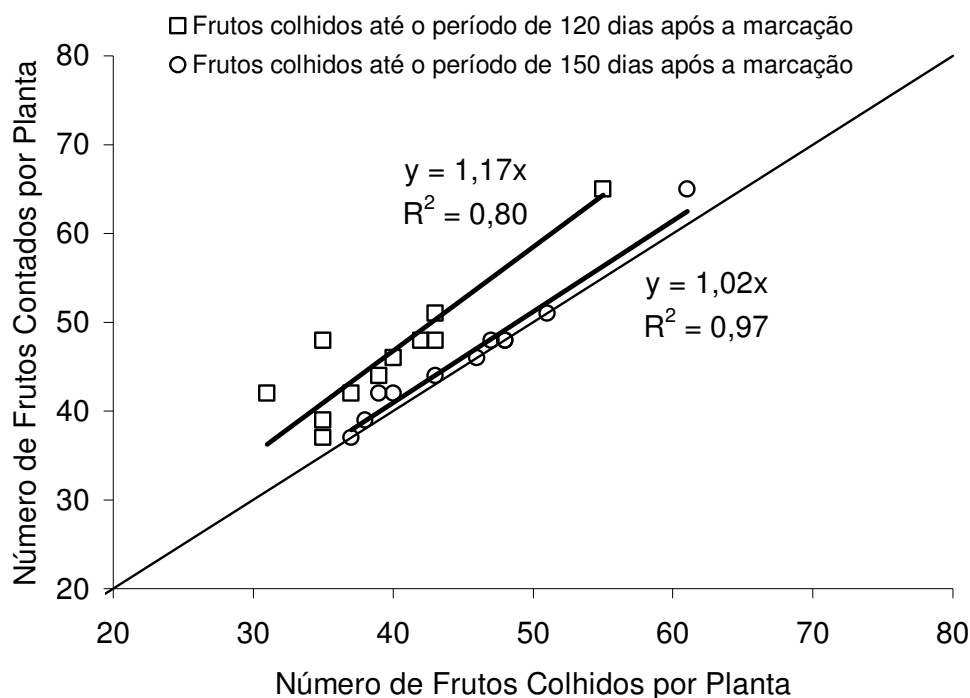


Figura 3 – Relação entre o número de frutos colhidos por planta e o número de frutos contados por planta para a marcação referente ao 9º mês de condução da cultura do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

A época, no que diz respeito às condições climáticas, interfere na maturação. Frutos produzidos no verão levam menos tempo para serem colhidos, ao passo que os frutos produzidos no inverno levam mais tempo na planta até atingirem o ponto de maturação. A temperatura é um dos fatores climáticos que, quando mais elevadas, no período de desenvolvimento dos frutos, antecipam o tempo de maturação dos mesmos (Chitarra & Chitarra, 2005). Berilli et al. (2007), estudando a duração do crescimento dos frutos de um mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, plantados na região Norte do Estado do Espírito Santo, da antese até a colheita no estágio I de maturação, observaram que os frutos marcados em março levaram em média 112 dias para atingirem a maturação, enquanto para os frutos marcados em maio e agosto levaram em média 182 e 154 dias, respectivamente, para atingirem o ponto de maturação. Nas condições climáticas de Sooretama, região Norte do Espírito Santo, Calegario (1997) observou que os frutos do cultivar Sunrise Solo Line 72/12, no período de agosto

de 1995 a fevereiro de 1996, atingiram o ponto de colheita (estádio I) aos 145 dias após a antese.

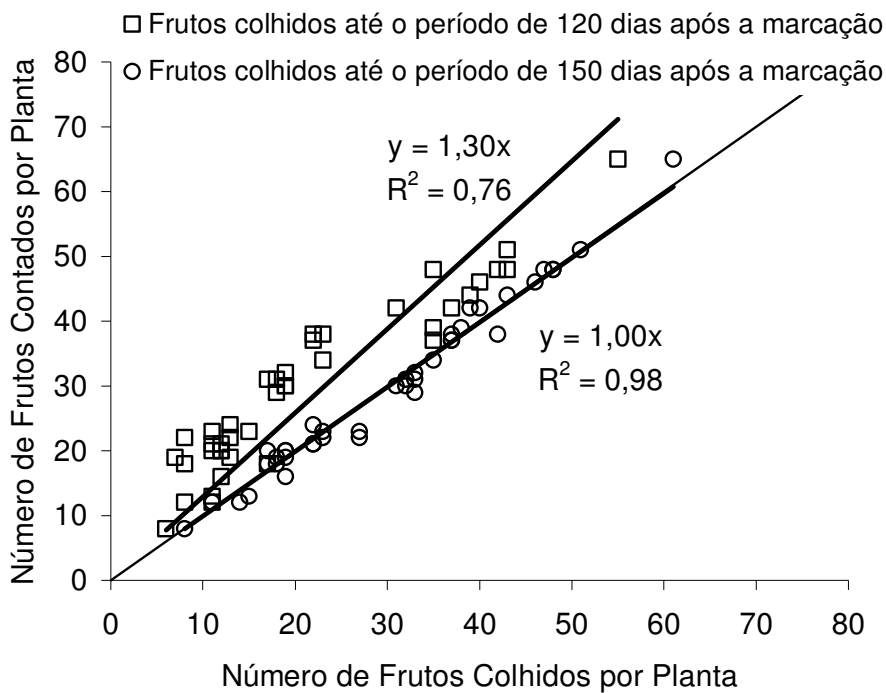


Figura 4 – Relação entre o número de frutos colhidos por planta e o número de frutos contados por planta, para todas as marcações referentes ao 6º, 7º e ao 9º mês de condução da cultura do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 na região Norte do Estado do Rio de Janeiro.

Dessa forma, sabendo-se que um fruto produzido no período de verão leva até 150 dias na planta para atingir a maturidade (estádio I), uma estimativa de produtividade da cultura pode ser realizada de forma precoce, com os frutos ainda verdes na planta, o que auxiliaria nos trabalhos de melhoramento genético e na redução de gastos com mão-de-obra até a plena colheita desses. Conhecendo o número de frutos e, ao se obter na colheita o peso médio do fruto, a produtividade poderá ser estimada para um período de até 150 dias após a contagem realizada.

CONCLUSÕES

Os frutos do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, produzidos no verão, levam em torno de 150 dias para atingirem a maturidade (estádio I).

Uma estimativa precoce da produtividade pode ser obtida, com os frutos ainda verdes na planta, sem que se tenha que esperar a maturidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Paper, 56).

ARKLE JUNIOR, T.D.; NAKASONE, H.Y. Floral differentiation in the hermaphroditic papaya. **Hort Science**, n.19, p.832-834, 1984.

AWADA, M. *Effects of moisture on yield and sex expression of the papaya plants (Carica papaya L.)*. University of Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station, 4p. 1953. (Progress Notes, n.97).

AWADA, M. *Relationships of minimum temperature and growth rate with sex expression of papaya plants (Carica papaya L.)*. Honolulu: University of Hawaii, 16p. 1958. (University of Hawaii. Technical Bulletin, 38).

BERILLI, S.S., OLIVEIRA, J.G., MARINHO, A.B., LYRA, G.B., SOUSA, E.F., VIANA, A.P., BERNARDO, S., PEREIRA, M.G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya L.*) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.11-14, 2007.

CALEGARIO, F.F. Características físicas e químicas do fruto do mamão (*Carica papaya L.*) em desenvolvimento. Tese (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Viçosa – Universidade Federal de Viçosa – UFV, 54p. 1997.

- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- FAO - FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations: Statistical Databases Agriculture. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>> Acesso em 25 Maio 2007, página mantida pela FAO.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em 25 Maio 2007, página mantida pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- 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, ES: EMCAPA, 57p. 1995. (Circular Técnica, 3)
- MARIN, S.L.D., PEREIRA, M.G., AMARAL JÚNIOR, A.T., MARTELLETO, L.A.P., IDE, C.D. Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of ‘Solo’ and ‘Formosa’ parents. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, n.6, p.24-29, 2006a.
- MARIN, S.L.D., PEREIRA, M.G., AMARAL JÚNIOR, A.T., MARTELLETO, L.A.P., IDE, C.D. Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.63, n.6, p.540-546, 2006b.
- PEREIRA, M.G., MARIN, S.L.D., VIANA, A.P., PEREIRA, T.N.S., FERREGUETTI, G.A., MARTELLETO, L.A.P., IDE, C.D., CATTANEO, L.F., SILVA, F.F., DAMASCENO, P.C., VITÓRIA, A.P., OLIVEIRA, J.G., DAHER, R.F. Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): desenvolvimento e recomendação de híbridos. In: OLIVEIRA, J.G. (ed.) **II reunião de pesquisa do frutimamão**. Campos dos Goytacazes, RJ. p.21-28. 2004.
- TATAGIBA, J.S., OLIVEIRA, A.A.R. Tratamentos pós-colheita. In: RITZINGER, C.H.S.P., SOUZA, J.S. (org.) **Mamão: Fitossanidade**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas-BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.12-14. 2000.

RESPOSTA DO MAMOEIRO HÍBRIDO UENF/CALIMAN01 A DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO E TURNOS DE REGA

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de potássio e turnos de rega na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01. O experimento foi realizado no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no município de Itaocara-RJ, região Noroeste Fluminense, no período de 05/05/2006 a 11/07/2007. Foram estudados os efeitos de cinco doses de potássio (D1 = 00, D2 = 18, D3 = 36, D4 = 54 e D5 = 72 g planta⁻¹ mês⁻¹ de K₂O) e de três turnos de rega (TR1 = diário, TR2 = dois dias e TR3 = três dias), em um arranjo fatorial com blocos casualizados e três repetições, no desenvolvimento da cultura do mamoeiro. O plantio foi realizado em fileiras simples, com espaçamento de 1,8 x 3,6 m. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, utilizando-se um gotejador auto-regulável por planta, com vazão nominal de 12 L h⁻¹. O peso médio dos frutos comerciais e não comerciais, o comprimento e o diâmetro de fruto e as produtividades comerciais, não comerciais e totais não foram influenciados estatisticamente pelas doses de potássio e pelos turnos de rega. Apenas a época de colheita foi significativa nos parâmetros avaliados, onde o maior peso médio foi observado na época 3 (E3) e a maior produtividade comercial nas épocas 2 e 3 (E2 e E3). Com relação ao

número de frutos por planta, foram observados quase que a mesma proporcionalidade entre frutos comerciais e não comerciais. Durante o período de cinco meses e 19 dias de colheita, foram observados em média 28 frutos comerciais e 26 frutos não comerciais por planta. A altura da planta, o diâmetro de caule e diâmetro de copa não sofreram influência do turno de rega e da adubação potássica. Para solos com quantidade inicial de potássio igual a 72 mg dm^{-3} na camada de 0-20 cm do solo não foi observado efeito de doses complementares de potássio na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro. Nessas condições, recomenda-se não utilizar adubação suplementar de potássio por pelo menos 432 dias de cultivo. Pelo fato de o turno de rega não ter influenciado estatisticamente a produtividade e os parâmetros vegetativos avaliados, deve-se utilizar, para a região em estudo, um turno de rega de três dias.

RESPONSE OF PAPAYA HYBRID UENF/CALIMAN 01 TO DIFFERENT POTASSIUM DOSES AND IRRIGATION FREQUENCIES

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of different potassium doses and irrigation frequencies on the yield and plant parameters of the papaya hybrid UENF/CALIMAN 01. The experiment was carried out on the Campo Experimental de Itaocara (CEI), in the county of Itaocara, in the northwestern region of the state of Rio de Janeiro, from 05/05/2006 to 07/11/2007. The effects of five potassium doses ($D1 = 00$, $D2 = 18$, $D3 = 36$, $D4 = 54$ and $D5 = 72 \text{ g K}_2\text{O plant}^{-1} \text{ month}^{-1}$) and of three irrigation frequencies ($IF1 = \text{daily}$, $IF2 = \text{every two days}$ and $IF3 = \text{every three days}$) on papaya development were evaluated in a factorial design of randomized blocks with three replications. The trees were planted in simple rows ($1.8 \times 3.6 \text{ m}$). A self-regulating dripper was used for each tree for the dripping irrigation system, at a nominal flow of 12 L h^{-1} . The mean weight of the marketable and unmarketable fruits, the fruit length and diameter and the marketable,

unmarketable and total yields were not influenced statistically by the potassium doses and by the irrigation frequency. Of the parameters evaluated only the harvest periods were significant. A higher mean fruit weight was observed in period 3 (from 03/21/2007 to 04/18/2007) and a higher marketable yield in period 2 (02/22/2007 to 03/07/2007) and 3. In the total number of fruits per plant, the number of marketable and unmarketable fruits per plant were nearly the same. An average 28 marketable fruits and 26 non-marketable fruits per plant were collected in the total harvest period of five months and 19 days. Plant height, stem diameter and canopy were not influenced by the irrigation frequency and potassium fertilization. For soils with an initial potassium quantity of 72 mg dm^{-3} in the 0-20 cm layer, no effect of complementary potassium doses was observed on papaya yield and plant parameters. Supplementary potassium fertilization is not recommended in such conditions for the first 432 days of cultivation at least. Since the irrigation frequency did not influence the yield and evaluated plant parameters statistically, an irrigation frequency of three days is recommended for the region studied.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma planta de crescimento rápido e constante, que absorve quantidades relativamente altas de nutrientes, necessitando de fornecimentos contínuos durante o primeiro ano, chegando o máximo aos doze meses de idade. A planta necessita de suprimentos de água e nutrientes em intervalos freqüentes, de modo a permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos (Oliveira et al., 2004).

A cultura do mamoeiro demanda uma lâmina efetiva anual - irrigação mais precipitação efetiva - de aproximadamente 1.500 mm (Bernardo et al., 1996), sendo essa dependente das condições evapotranspirométricas locais. Quanto ao turno de rega, sob o ponto de vista econômico, deve-se praticar o maior possível, que não cause decréscimo na produtividade (Bernardo et al., 2006).

Uma alta produção com qualidade dos frutos e maior resistência a pragas e doenças é conseguida fazendo-se o uso de uma adubação bem balanceada.

Adubações essas cujas recomendações variam de acordo com as cultivares e, ainda, de uma região para outra, dependendo das condições do solo de cada local.

O potássio é um nutriente com diversos papéis no metabolismo vegetal. Atua como ativador enzimático de processos responsáveis pela síntese e degradação de compostos orgânicos e participam no processo de abertura e fechamento das células estomáticas, síntese de proteínas, osmorregulação, extensão celular e balanço entre cátions e ânions (Malavolta et al., 1989; Marschner, 1995; Costa e Costa, 2003).

A produção mundial de fertilizantes vem crescendo significativamente no último século para suprir a crescente demanda por nutrientes de plantas, com os níveis atuais de produção atingindo quase 28 milhões de toneladas de K_2O , onde, o cloreto de potássio responde por 95% da produção mundial. Aproximadamente, 54% das reservas de potássio (K_2O) encontram-se na América do Norte (Canadá e Estados Unidos), o Brasil possui aproximadamente apenas 3,6% da reserva de K_2O (reserva em Sergipe) (Roberts, 2005).

O potássio tem sido, há muito tempo, considerado o "elemento da qualidade" em nutrição de plantas (Malavolta et al., 1997). De modo geral, o potássio aplicado somente aumenta a produtividade quando os teores no solo são muito baixos (Mascarenhas et al., 1994).

A carência de informações sobre o comportamento do mamoeiro a diferentes doses de potássio e turnos de rega, nas condições edafoclimáticas da região Noroeste Fluminense, evidencia a necessidade de pesquisas para essa cultura. Por esta razão, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de potássio e turnos de rega na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado na região Noroeste Fluminense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no município de Itaocara-RJ, região Noroeste Fluminense, localizado a 21°38' de

latitude Sul, 42°03' de longitude Oeste e a 60 metros de altitude. O solo da área experimental é classificado como Neossolo Flúvico. O clima da região é classificado, segundo classificação Köppen, como Aw, ou seja, tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão.

O experimento foi instalado seguindo um delineamento em blocos casualizados, no modelo split-block (Steel e Torrie, 1980), em arranjo fatorial 3 x 5 (três turnos de rega e cinco doses de potássio) totalizando 15 tratamentos com três repetições. Foi avaliado o mamoeiro (*Carica papaya* L.), cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, com dez plantas úteis por parcela experimental, sendo cada parcela formada por duas fileiras de cinco plantas. O plantio foi realizado em fileiras simples, com espaçamento de 1,8 m entre plantas e de 3,6 m entre linhas. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, utilizando-se um gotejador auto-regulável por planta, com vazão nominal de 12 L h⁻¹.

As mudas foram preparadas em tubetes de 115 cm³, utilizando o 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 transplântio das mudas e foi constituído de aração, gradagem e posterior aplicação e incorporação de calcário dolomítico (com PRNT de 83%), na quantidade de 2,6 t ha⁻¹, quantidade essa necessária de acordo com análise do solo (Tabela 1) para uma elevação da saturação de base a 80%. As mudas foram transplântadas para a área experimental no dia 05/05/2006, quando essas atingiram uma altura de aproximadamente 20 cm. Foram transplântadas três mudas por cova (em distribuição triangular de 30 x 30 x 30 cm). O transplântio foi realizado em camalhões, com aproximadamente 60 cm de altura, em função do histórico da área em apresentar problemas de encharcamento. Mesmo realizando o plantio em camalhões, foram realizados entre as fileiras, um dreno aberto para evitar possível acúmulo de água próximo às raízes da planta.

A Tabela 1 apresenta os valores médios das características químicas e a Tabela 2, as características físicas do solo, ambos nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, amostrados uniformemente em toda a área do experimento, antes de se iniciar os tratamentos com as doses de potássio e os turnos de rega.

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental antes de começar os tratamentos

Parâmetros Analisados	Unidade	Profundidade (cm)	
		0-20	20-40
pH		4,8	4,9
K*	mg dm ⁻³	72	68
P*	mg dm ⁻³	10	5
Ca	mmol _c dm ⁻³	28	29
Mg	mmol _c dm ⁻³	10	13
Al	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
H+Al	mmol _c dm ⁻³	38	32
Na	mmol _c dm ⁻³	0,4	0,5
C	%	0,88	0,69
Matéria Orgânica	g dm ⁻³	15,9	11,7
Soma de Base (S.B)	mmol _c dm ⁻³	41	45
CTC a pH 7,0 (T)	mmol _c dm ⁻³	78	77
CTC efetiva (t)	mmol _c dm ⁻³	41	45
Saturação de Alumínio (m)	%	0,0	0,0
Saturação de Base (V)	%	52	58
Fe	mg dm ⁻³	59	61
Cu	mg dm ⁻³	0,4	0,2
Zn	mg dm ⁻³	1,3	0,8
Mn	mg dm ⁻³	19,1	15,1
S	mg dm ⁻³	22,6	34,7
B	mg dm ⁻³	0,14	0,13

* Extrator Carolina do Norte

Local de Análise: Laboratório de Análise de Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Dr. Leonel Miranda, Campos dos Goytacazes-RJ.

Tabela 2 – Características físicas do solo da área experimental antes de começar os tratamentos

Granulometria				C.E.	Densidade do Solo
Areias			Silte		
%				mmhos cm ⁻¹	g cm ⁻³
Grossa	Média	Fina	Total		
4	7	62	73	14	13
				0,62	1,50

Local de Análise: Laboratório de Análise de Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Dr. Leonel Miranda, Campos dos Goytacazes-RJ.

Foram aplicados 15 L de esterco de curral curtido (10 L na formação da cova e 5 L na linha entre plantas no momento da sexagem) e 600 g de superfosfato simples. Aos 30 dias após o transplântio (DAT), foram aplicados 30 g cova⁻¹ de sulfato de amônio e, aos 90 DAT, foram aplicados mais 100 g cova⁻¹ de sulfato de amônio e 100 g cova⁻¹ de superfosfato simples. Como o objetivo do experimento foi avaliar doses de potássio, nenhuma aplicação de potássio foi

realizada na área até chegar o momento da sexagem que terminou no dia 29/08/2006 (116 DAT), onde então foram realizadas análises foliares para determinar os teores dos nutrientes nas plantas.

Durante a condução do experimento, foram realizados controles de ervas daninhas, pragas e doenças, seguindo os tratos culturais apropriados para a cultura do mamão, conforme recomendado por Marin et al. (1995).

Foram estudadas cinco doses de potássio (D1 = 00, D2 = 18, D3 = 36, D4 = 54 e D5 = 72 g planta⁻¹ mês⁻¹ de K₂O) e a influência de três turnos de rega (TR1 = diário, TR2 = dois dias e TR3 = três dias) no desenvolvimento da cultura do mamoeiro. Os fertilizantes foram distribuídos igualmente para os três turnos de rega, o que representou um total de 15 tratamentos (5 Doses x 3 Turnos de Rega).

Antes de iniciar os tratamentos, até o término da sexagem, a irrigação foi uniforme em toda área experimental, utilizando-se um turno de rega de dois dias, com base na demanda evapotranspirométrica estimada para a cultura. Com o início dos tratamentos, que teve início aos 116 DAT (29/08/2006), as irrigações durante a semana foram realizadas em função dos três turnos de rega programados, seguindo o esquema da Tabela 3.

Tabela 3 – Dias de funcionamento de cada turno de rega ao longo da semana

Turnos de Rega	Irrigações em função dos turnos de rega (dias da semana)						
	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
TR1	--	X	X	X	X	X	X
TR2	--	--	X	--	X	--	X
TR3	--	--	X	--	--	X	--

X – Irrigação

-- – Sem Irrigação

Foi utilizado o cloreto de potássio (com 60% de K₂O) como fonte, o qual foi diluído em água, em recipientes distintos para cada tratamento. Mantendo-se o mesmo volume, aplicou-se uma alíquota de 100 ml da solução em cada planta, de acordo com os tratamentos, na direção da saída de água dos gotejadores. Essas aplicações foram semanalmente, no dia da semana em que todos os turnos de rega se coincidiam (terças-feiras), antes de colocar o sistema de irrigação em funcionamento. Os demais nutrientes foram aplicados em cobertura.

O nitrogênio foi aplicado mensalmente, utilizando apenas o sulfato de amônia (com 20% de N) como fonte. No quarto, quinto e sexto mês após o transplântio foram aplicados 20 g planta⁻¹ de N e, do sétimo mês em diante, 30 g planta⁻¹ de N. Os micronutrientes foram aplicados no sexto mês, na quantidade de 20 g planta⁻¹, utilizando como fonte o fertilizante MIB3 (1,8% B, 0,8% Cu, 3,0% Fe, 2,0% Mn, 0,1% Mo e 9,0% Zn).

O cultivar híbrido UENF/CALIMAN01 foi casualizado na área experimental, conforme Figura 01.

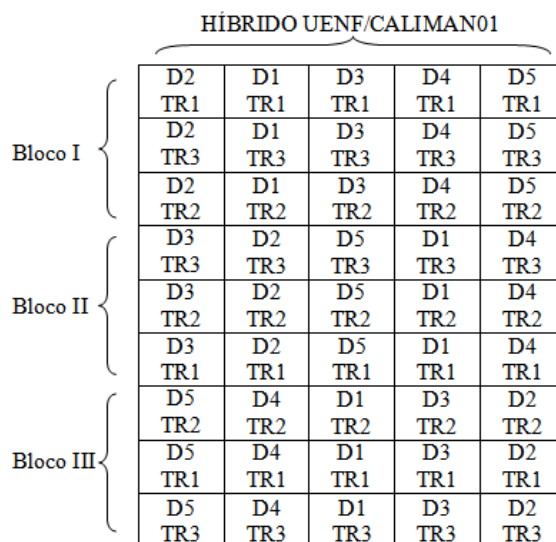


Figura 01 – Croqui da área experimental

Para o manejo da irrigação, a necessidade hídrica da cultura foi determinada em função da evapotranspiração de referência (ET_0), determinada pelo método de Hargreaves (Equação 01 e 02), descrito por Samani (2000). O coeficiente da cultura (k_c) variou, em dias após transplântio (DAT), de 0,8 entre 0 a 120 DAT, 1,0 entre 121 a 180 DAT e 1,2 acima de 180 DAT. A porcentagem da área molhada ou sombreada (PW) permaneceu no valor de 0,4 até o dia 19/03/2007, onde então foi alterado para 0,6, permanecendo até o final do experimento. A eficiência de aplicação do sistema (E_a) ficou na faixa de 95%.

$$ET_0 = 0,0135 \times (C) \times (Ra) \times (T_{\max} - T_{\min})^{0,5} \times (TM + 17,8) \quad (01)$$

$$C = 0,00185(T_{\max} - T_{\min})^2 - 0,0433(T_{\max} - T_{\min}) + 0,4023 \quad (02)$$

Onde:

ETo – evapotranspiração de referência, mm;

C – coeficiente empírico, adimensional;

Ra – radiação extraterrestre, mm dia⁻¹;

T_{max} – temperatura máxima, °C;

T_{min} – temperatura mínima, °C;

TM – temperatura média diária = 0,5(T_{max} + T_{min}), °C.

O volume de água aplicado por parcela foi determinado pela Equação 03:

$$V = \{(ETo \times kc) - Pe\} \times Np \times Ap \times PW \times \frac{1}{Ea} \quad (03)$$

Onde:

V – volume de água a ser aplicado por parcela, L;

ETo – evapotranspiração de referência, mm;

kc – coeficiente da cultura do mamoeiro no período, adimensional;

Pe – precipitação efetiva entre duas irrigações, mm;

Np – número de plantas a serem irrigadas, adimensional;

Ap – área da planta, m²;

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

Ea – eficiência de aplicação do sistema, em decimal.

Na área experimental foi instalado um pluviômetro de leitura manual e um termômetro de máxima e mínima, também de leitura manual, que ficou dentro de um abrigo meteorológico-padrão (branco e com venezianas). Além desses equipamentos manuais, foi instalado, no local do experimento, uma micro-estação meteorológica (WatchDog, modelo 900ET da Spectrum Technologies, Inc.), a fim de comparar os valores da ETo pelo método padrão Penman-Monteith-FAO (Allen et al., 1998) com o determinado pelo método de Hargreaves, utilizado para o manejo da cultura, bem como os demais dados climáticos. A micro-estação

meteorológica armazenou dados médios de temperatura, velocidade do vento, radiação solar global e umidade relativa, em intervalos de 30 minutos.

Considerando que o experimento foi conduzido em Itaocara-RJ, a 100 km de Campos dos Goytacazes-RJ, e não tendo condições de realizar leituras diárias na estação micro-meteorológica, optou-se pela estimativa da ETo pelo método de Hargreaves.

A altura da planta foi determinada medindo-se da base da planta no solo até a inserção do último par de folhas. O diâmetro de caule foi medido na planta, a 0,2 m de altura em relação ao solo e o diâmetro de copa foi medido em duas posições, transversal e longitudinalmente em relação à linha de plantio. Todas as medições foram realizadas mensalmente, após a sexagem, com o início dos tratamentos.

Análises foliares foram realizadas no término da sexagem (29/08/2006, aos 116 DAT), antes de iniciar os tratamentos, e no nono mês de cultivo (08/02/2007, aos 279 DAT), com o intuito de acompanhar as respostas do mamoeiro às diferentes aplicações do potássio. Foram amostradas cinco folhas, de plantas hermafroditas, dentro de cada tratamento (parcela), e analisado separadamente o limbo ou o pecíolo foliar. As folhas amostradas foram as recém-maduras, caracterizadas por apresentar uma flor recém-aberta em sua axila. As amostragens foram sempre realizadas no período da manhã, entre 9 e 11 horas. Os elementos analisados foram o N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn e B. Após a coleta, o limbo e o pecíolo foram separados, acondicionados em sacos de papel e levados para o laboratório para a determinação dos teores foliares.

Os frutos pentândricos e os carpelóides foram eliminados mensalmente, não interferindo, assim, na produção dos frutos normais.

Com o início da maturação (23/01/2007, aos 263 DAT), os frutos foram colhidos e devidamente identificados e separados, de acordo com sua classificação, em frutos comerciais e não comerciais. Foram considerados frutos comerciais os que apresentaram peso maior ou igual a 800 gramas e frutos não comerciais os menores que 800 gramas. Os frutos foram colhidos quando atingiam o estágio I de maturação, conforme identificação apresentada por Tatagiba e Oliveira (2000).

Em cada colheita foi contado o número de plantas úteis (hermafroditas) presente na parcela, o número de frutos comerciais e não comerciais, o peso total

dos frutos comerciais e dos não comerciais por parcela. Dessa forma, pôde-se obter o peso médio do fruto (comercial e não comercial), o número médio de frutos por planta (comercial e não comercial) e a produtividade de frutos comerciais e não comerciais, por colheita, em cada parcela.

Para as análises das características físicas dos frutos comerciais foram determinados: o comprimento, o diâmetro e o peso dos frutos. Para essas avaliações foram amostrados cinco frutos por parcela. Nos frutos não comerciais só foram avaliados o número de frutos e o peso total da parcela por colheita. Na determinação do peso dos frutos foi utilizada uma balança eletrônica com precisão de 0,02 kg.

O comprimento foi determinado por meio de medições dos frutos no sentido longitudinal e o diâmetro, medições no sentido transversal, ambos utilizando-se um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros.

A última colheita foi realizada no dia 11/07/2007, aos 432 DAT, juntamente com o término do experimento, o que resultou o total de 5 meses e 19 dias de colheita. No total foram realizadas 15 colheitas, onde essas foram agrupadas de três em três, ocorrendo, aproximadamente, em intervalos de 28 dias entre a primeira e a terceira colheita. Dessa forma, as produtividades foram agrupadas em 5 épocas, onde a época 1 (E1) representou as colheitas realizadas entre os dias 23/01/2007 a 14/02/2007, época 2 (E2) entre 22/02/2007 a 07/03/2007, época 3 (E3) entre 21/03/2007 a 18/04/2007, época 4 (E4) entre 02/05/2007 a 30/05/2007 e época 5 (E5) entre 13/06/2007 a 11/07/2007.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climatológicos médios durante o período de condução do experimento estão apresentados na Tabela 4. A temperatura média em todo o período de condução da cultura de 23,2 °C e a umidade relativa média de 77,1 °C encontram-se dentro da faixa considerada ideal para o cultivo do mamoeiro, que é de temperaturas entre 22 a 27 °C e umidade relativa entre 60 a 80% (Siqueira e Botrel, 1986; Oliveira et al., 1994; Manica et al., 2006).

Tabela 4 – Valores mensais de evapotranspiração de referência pelo método de Hargreaves (EToH, mm mês⁻¹), evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith FAO (EToPM, mm mês⁻¹), precipitação total (Prec, mm mês⁻¹), temperatura média (Tmed, °C), temperatura máxima (Tmax, °C), temperatura mínima (Tmin, °C), umidade relativa média (URmed, %), radiação solar média (Rs, W m⁻²) e velocidade do vento médio a 2 m de altura (u2, m s⁻¹), durante o período de condução da cultura do mamoeiro UENF/CALIMAN01 na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro

Mês	Dias	EToH	EToPM	Prec	Tmed	Tmax	Tmin	URmed	Rs	u2
mai-06	26	87	78	19	20,5	28,1	15,3	80,3	151,0	1,49
jun-06	30	104	98	9	20,2	28,0	14,2	77,2	148,2	2,38
jul-06	31	151	108	2	19,8	28,8	13,2	76,5	153,5	2,35
ago-06	31	140	150	15	22,2	30,1	15,9	72,1	164,3	3,65
set-06	30	143	146	58	22,3	28,9	16,6	72,9	166,2	3,92
out-06	31	156	150	97	22,8	27,0	19,9	80,5	161,6	5,48
nov-06	30	153	136	300	24,5	30,5	20,5	81,7	194,8	2,19
dez-06	31	172	129	191	26,0	32,8	21,8	79,5	206,8	1,20
jan-07	31	168	114	407	25,9	31,6	22,3	84,6	169,3	1,25
fev-07	28	155	159	61	26,9	34,1	21,8	74,8	230,4	2,65
mar-07	31	175	200	32	28,1	36,2	22,1	68,3	233,7	3,12
abr-07	30	122	129	98	25,7	33,0	20,7	75,8	170,3	2,34
mai-07	31	103	92	15	21,5	28,9	16,2	79,0	135,7	1,69
jun-07	30	120	88	3	20,6	29,6	14,3	79,4	134,8	1,68
jul-07	11	47	37	0	20,9	30,4	13,9	74,3	131,9	1,93
Média/					23,2	30,5	17,9	77,1	170,2	2,49
Total	432	1.996	1.814	1.307						

A evapotranspiração de referência estimada pelo método de Hargreaves (EToH), acumulada durante o período do experimento, chegou a 1.996 mm, enquanto a acumulada pelo método de Penman-Monteith FAO (EToPM) chegou a 1.814 mm. A utilização da EToH representou apenas um acréscimo de 10% sobre a EToPM, ao considerar todo o período de condução da cultura (432 dias), o que demonstra a possibilidade da utilização do método de Hargreaves na referida região, para obtenção da evapotranspiração de referência, em condições onde o produtor não tenha como adquirir uma estação meteorológica, que forneça os valores da EToPM. A precipitação média anual da região em estudo é de 1.000 mm, valor esse inferior ao recomendado para a cultura, que é de 1.500 mm ano⁻¹ (Bernardo et al., 1996). A precipitação acumulada foi de 1.307 mm, valor esse inferior a ETo do período, justificando, assim, o uso da irrigação suplementar no período de condução da cultura para a região.

Uma análise foliar foi realizada ao término da sexagem (29/08/2006, aos 116 DAT) e uma outra análise foi realizada quando a cultura atingiu, aproximadamente, nove meses de cultivo (08/02/2007, aos 279 DAT). Os teores médios dos elementos minerais (macro e micronutrientes), juntamente com seus desvios padrões, encontram-se na Tabela 5. Uma análise estatística foi realizada nos dois períodos (aos 116 e 279 DAT) e, de acordo com a análise de variância, não houve diferença estatística dos nutrientes, tanto no limbo quanto no pecíolo, em função das doses de potássio e dos turnos de rega.

Os teores foliares dos macro e micronutrientes fornecidos pela análise foliar realizada no término da sexagem (116 DAT) foram comparados com os teores adequados para a cultura do mamoeiro apresentados por Awada e Long (1971); Costa (1995); Costa et al. (2001); Malavolta et al. (1997); Reuther e Robinson (1986); Viégas (1997) e Vitti et al. (1988), que, em nenhum caso, o teor recomendado por um autor foi o mesmo citado pelo outro autor. Observa-se nos teores apresentados por esses autores algumas faixas adequadas, mas essas, nem sempre sendo coincidentes entre os autores.

Os elevados teores de cobre (Cu) apresentados nas análises foliares nas duas épocas de avaliação, provavelmente, são devidos às pulverizações à base de cobre, realizadas no manejo da cultura, pulverizações essas quinzenais.

Nas análises feitas no limbo, com exceção do fósforo (P) e do zinco (Zn), que apresentavam um pouco abaixo do recomendado e, do magnésio (Mg) e do manganês (Mn), que estavam um pouco acima do recomendado, os demais nutrientes se encontravam dentro da faixa de teores adequados recomendados por esses autores, de forma geral. Nas análises feitas pelo pecíolo, todos os elementos se encontravam dentro da faixa dos teores adequados para a cultura.

Na segunda avaliação dos nutrientes nas folhas do mamoeiro (aos 279 DAT) constata-se que os teores, no geral, apresentam-se ainda dentro das faixas recomendadas para a cultura, segundo os mesmos autores citados anteriormente. Entretanto, como um teor proposto por um autor difere em parte dos demais autores e em virtude da não diferença estatística entre os tratamentos realizados na cultura, os valores apresentados na Tabela 5 podem fazer parte de uma nova faixa de teores adequados para a cultura do mamoeiro, tendo em vista a não diferença entre os tratamentos realizados e a produtividade alcançada, que não apresentou diferença estatística.

Tabela 5 – Teores médios com desvio padrão dos macro e micronutrientes no limbo e pecíolo foliar do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01 antes do início dos tratamentos (116 DAT) e referente ao nono mês de cultivo (279 DAT)

Elemento	Limbo		Pecíolo	
	116 DAT	279 DAT	116 DAT	279 DAT
N (g kg ⁻¹)	49,75 ± 1,34	59,68 ± 4,71	9,95 ± 0,60	9,29 ± 1,26
P (g kg ⁻¹)	3,07 ± 0,12	3,41 ± 0,21	1,94 ± 0,21	2,03 ± 0,37
K (g kg ⁻¹)	24,15 ± 2,32	20,06 ± 1,97	31,87 ± 3,74	22,10 ± 5,29
Ca (g kg ⁻¹)	20,21 ± 2,74	13,88 ± 1,75	15,14 ± 1,82	11,88 ± 1,81
Mg (g kg ⁻¹)	11,47 ± 0,92	8,42 ± 1,50	7,07 ± 0,68	4,11 ± 0,79
S (g kg ⁻¹)	4,90 ± 0,44	4,35 ± 0,50	5,11 ± 0,60	4,37 ± 1,02
Fe (mg dm ⁻³)	174,27 ± 30,46	86,76 ± 14,74	57,45 ± 16,13	34,33 ± 8,62
Cu (mg dm ⁻³)	1098,13 ± 225,92	12,67 ± 6,21	136,50 ± 19,60	2,76 ± 0,98
Zn (mg dm ⁻³)	25,47 ± 1,41	26,27 ± 4,56	13,20 ± 1,66	10,44 ± 3,10
Mn (mg dm ⁻³)	136,13 ± 45,27	125,91 ± 34,28	56,00 ± 10,02	56,32 ± 16,15
B (mg dm ⁻³)	36,87 ± 4,81	40,84 ± 14,33	22,13 ± 1,92	22,04 ± 2,96

Local de Análise: Laboratório de Análise Foliar da Fundenor, Campos dos Goytacazes-RJ.

O peso médio do fruto comercial e não comercial, a produtividade comercial e não comercial e a produtividade total não foram influenciadas pelas doses de potássio e pelos turnos de rega. De acordo com a análise de variância (Tabela 6), apenas a época foi significativa para os parâmetros de produção.

O peso médio do fruto comercial (PMFC) apresentou um coeficiente de variação (cv) de 4,45%, enquanto que para o peso médio do fruto não comercial (PMFNC) a variação foi mais que o dobro (9,84%). Com relação à produtividade comercial, não comercial e total, os coeficientes de variação foram, respectivamente, de 28,68%, 53,45% e 25,87%. Marinho (2007) encontrou um coeficiente de variação para o peso médio dos frutos comerciais, produção comercial, não comercial e total de 4,65%, 22,16%, 34,76% e 20,91%, respectivamente, na mesma cultivar (híbrido UENF/CALIMAN01), plantado no Norte do Estado do Espírito Santo, em um pomar comercial. Valores esses, com exceção da produtividade não comercial, não muito distantes do encontrado neste trabalho.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para peso médio do fruto comercial (PMFC), peso médio do fruto não comercial (PMFNC), produtividade comercial (Yc), produtividade não comercial (Ync) e produtividade total (YT) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado em diferentes doses de potássio e turnos de rega, durante os 5 meses e 19 dias de colheita

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		PMFC (gramas)	PMFNC (gramas)	Yc (t ha ⁻¹)	Ync (t ha ⁻¹)	YT (t ha ⁻¹)
Bloco	2	28075,07*	14186,88*	129,36*	0,75 ^{ns}	146,22*
Dose	4	6727,63 ^{ns}	2973,83 ^{ns}	35,92 ^{ns}	4,69 ^{ns}	45,79 ^{ns}
Erro A	8	4345,92	2521,02	47,51	13,04	30,99
TR	2	100,98 ^{ns}	7740,34 ^{ns}	3,87 ^{ns}	8,17 ^{ns}	22,98 ^{ns}
Erro B	4	2300,90	6660,95	49,55	7,72	66,12
Dose x TR	8	2412,80 ^{ns}	3052,68 ^{ns}	10,54 ^{ns}	2,19 ^{ns}	13,78 ^{ns}
Erro C	16	7369,93	6383,86	19,33	4,26	28,06
Época	4	110376,52*	19075,18*	499,22*	334,98*	770,67*
Erro D	8	15556,38	1982,48	7,99	0,55	9,49
Época x Dose	16	2698,22 ^{ns}	5410,18 ^{ns}	10,28 ^{ns}	5,86 ^{ns}	15,67 ^{ns}
Erro E	32	1381,69	3712,60	8,32	5,01	12,23
Época x TR	8	864,78 ^{ns}	1840,27 ^{ns}	6,48 ^{ns}	2,90 ^{ns}	12,90 ^{ns}
Erro F	16	1405,54	1573,43	5,95	2,45	9,38
Época x Dose x TR	32	2523,76 ^{ns}	2344,18 ^{ns}	6,16 ^{ns}	1,82 ^{ns}	9,72 ^{ns}
Erro G	64	1887,99	3321,31	6,21	6,02	11,81
Total	224	--	--	--	--	--
Média		976	586	8,69	4,59	13,28
cv (%)		4,45	9,84	28,68	53,45	25,87

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As Tabelas 7 e 8 apresentam, respectivamente, os valores do peso médio dos frutos comerciais e não comerciais de todo o período de colheita, visto que as doses e os turnos de rega não influenciaram estatisticamente no peso médio dos frutos. Os frutos comerciais apresentaram um peso médio de 976 gramas, enquanto os não comerciais 586 gramas. Entretanto, o peso médio em cada época de colheita apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (Figura 2). Apesar da condução do pomar, em termos de tratos culturais, ser semelhante ao realizado por Marinho (2007) e Ferregueti (2003), o peso médio do fruto comercial encontrado por esses autores, respectivamente, de 1.110 g e 1.250 g, foram superior ao encontrado neste trabalho, mesmo na época em que o fruto comercial apresentou maior peso médio (E3), que foi de 1.051 g (Figura 2).

A fase de crescimento é uma etapa de desenvolvimento do fruto onde ocorrem as alterações quantitativas que resultam no aumento de peso e volume desse órgão. Tal fase é bastante influenciada por fatores do ambiente como temperatura, radiação solar e precipitação, além de fatores genéticos intrínsecos de cada material vegetal (Berilli et al., 2007).

Tabela 7 – Peso médio (gramas) do fruto comercial (PMFC) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado sob diferentes doses de potássio (D) e turnos de rega (TR), em 5 meses e 19 dias de colheita

TR	Dose					Média
	1	2	3	4	5	
1	960	961	980	974	993	975
2	986	1.006	991	948	988	983
3	953	988	971	966	969	968
Média	966	987	981	963	983	976

Tabela 8 – Peso médio (gramas) do fruto não comercial (PMFNC) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado sob diferentes doses de potássio (D) e turnos de rega (TR), em 5 meses e 19 dias de colheita

TR	Dose					Média
	1	2	3	4	5	
1	578	584	608	586	581	587
2	541	585	590	566	589	574
3	589	587	589	605	605	595
Média	570	585	596	586	592	586

Na Tabela 9, tem-se a produtividade comercial obtida por época, durante os 5 meses e 19 dias de colheita, para todos os tratamentos. Em média, a produtividade comercial foi de 42,34 t ha⁻¹. Mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos (doses de potássio e turnos de rega), nota-se que a produtividade mínima comercial foi encontrada no tratamento D4TR2, com 32,89 t ha⁻¹ e a produtividade máxima, no tratamento D2TR2, com 56,09 t ha⁻¹. As épocas que apresentaram uma maior produtividade foram a E2 e a E3.

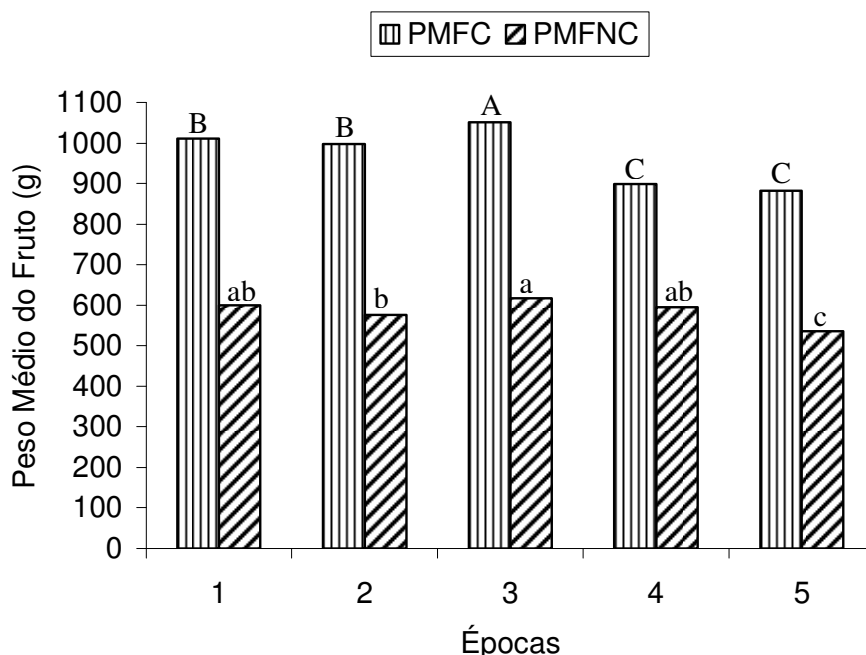


Figura 2 – Peso médio dos frutos comerciais (PMFC) e dos não comerciais (PMFNC) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado sob diferentes doses de potássio e turnos de rega, em cada época de colheita. Médias seguidas de mesma letra maiúscula para PMFC e minúsculas para PMFNC, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 9 – Produtividade comercial (Y_c , t ha⁻¹) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado sob diferentes doses de potássio (D1 a D5) e turnos de rega (TR1 a TR3) em cada época de colheita (E1 a E5)

TRATAMENTO	ÉPOCAS					Yc SOMA
	E1	E2	E3	E4	E5	
D1TR1	9,11	10,32	10,32	3,30	0,00	33,05
D1TR2	5,51	11,09	16,30	8,21	0,42	41,53
D1TR3	5,76	13,09	12,40	10,94	2,42	44,61
D2TR1	8,36	9,01	9,89	7,65	2,43	37,35
D2TR2	6,90	12,10	15,69	15,99	5,41	56,09
D2TR3	8,52	13,71	11,86	10,08	2,70	46,87
D3TR1	6,33	13,42	16,15	4,95	0,00	40,85
D3TR2	7,01	12,34	15,24	10,56	3,10	48,25
D3TR3	8,38	12,50	17,41	10,69	1,50	50,48
D4TR1	7,62	12,43	13,51	9,29	2,00	44,86
D4TR2	4,20	9,24	11,90	6,87	0,68	32,89
D4TR3	5,18	10,55	12,80	6,12	2,53	37,18
D5TR1	7,13	11,67	12,29	8,54	2,46	42,09
D5TR2	5,93	10,79	12,41	3,88	1,07	34,08
D5TR3	7,06	12,84	9,98	12,96	2,15	44,99
Média	6,87	11,67	13,21	8,67	1,92	42,34

Na Tabela 10 tem-se a produtividade não comercial obtida por época, durante os 5 meses e 19 dias de colheita, para todos os tratamentos. Em média, a produtividade não comercial foi de 23,66 t ha⁻¹. De igual forma ao ocorrido na produtividade comercial, mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos (doses de potássio e turnos de rega), nota-se que a produtividade mínima não comercial foi encontrada no tratamento D5TR2, com 19,32 t ha⁻¹ e a produtividade não comercial máxima, no tratamento D1TR1, com 30,76 t ha⁻¹. A época que apresentou uma maior produtividade não comercial foi a E4 (Figura 3).

Tabela 10 – Produtividade não comercial (Ync, t ha⁻¹) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado sob diferentes doses de potássio (D1 a D5) e turnos de rega (TR1 a TR3) em cada época de colheita (E1 a E5)

TRATAMENTO	ÉPOCAS					Ync SOMA
	E1	E2	E3	E4	E5	
D1TR1	2,08	3,92	6,00	12,57	6,20	30,76
D1TR2	1,75	3,06	1,99	11,37	5,86	24,02
D1TR3	2,02	3,69	2,85	13,53	4,09	26,19
D2TR1	1,78	2,61	2,50	8,23	7,02	22,14
D2TR2	1,98	1,42	2,96	8,53	5,51	20,40
D2TR3	1,69	2,62	1,73	9,39	6,41	21,83
D3TR1	1,84	3,19	3,91	12,39	5,20	26,53
D3TR2	0,87	2,19	2,62	10,02	4,55	20,24
D3TR3	2,19	4,26	2,98	14,33	3,93	27,69
D4TR1	2,06	3,11	2,18	12,09	6,87	26,32
D4TR2	1,48	2,53	2,77	8,55	4,92	20,25
D4TR3	0,99	3,76	2,11	10,63	6,17	23,66
D5TR1	2,07	2,05	1,34	9,73	7,36	22,55
D5TR2	1,64	3,12	1,81	6,97	5,77	19,32
D5TR3	2,12	3,32	2,22	11,32	4,06	23,03
Média	1,77	2,99	2,66	10,64	5,59	23,66

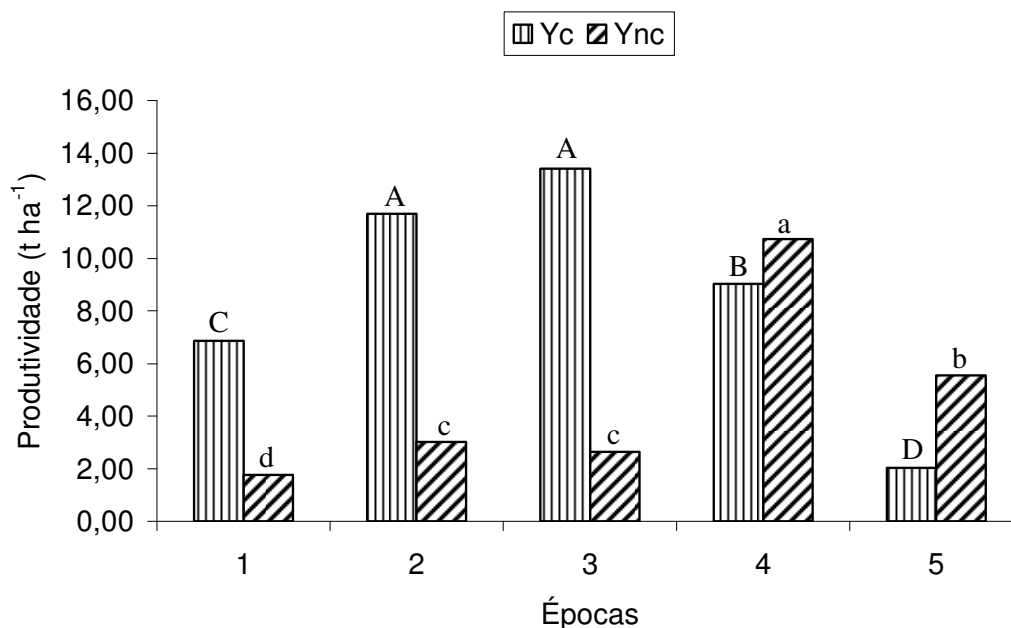


Figura 3 – Média de produtividade (t ha⁻¹) comercial (Yc) e não comercial (Ync) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado sob diferentes doses de potássio e turnos de rega, em cada época de colheita. Médias seguidas de mesma letra maiúscula para Yc e minúsculas para Ync, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação à produtividade total (YT), a média dos 5 meses e 19 dias de colheita foi de 66,01 t ha⁻¹. Desse total, 64,2% correspondem à produtividade comercial e 35,8% à produtividade não comercial. Mesmo não havendo diferenças significativas entre os tratamentos, observa-se que a produtividade total máxima foi encontrada no tratamento D3TR3, com 78,17 t ha⁻¹ e a mínima produtividade total no tratamento D4TR2, com 53,13 t ha⁻¹. A época que apresentou maior produtividade total foi a E4.

Nas condições edafoclimáticas de Cruz das Almas (BA), onde o solo apresentava nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, 0,20 e 0,13 cmol_c dm⁻³ de K (78 e 51 mg dm⁻³ de K), respectivamente, o mamoeiro cultivar Sunrise Solo apresentou aumento de produtividade quando se fez o uso da adubação nitrogenada e potássica. O ponto de máxima produtividade foi estimado no primeiro ano de colheita para doses máximas físicas de 360 kg/ha/ano de K₂O (Oliveira e Caldas, 2004). Apesar de o solo ter apresentado na profundidade de 0-20 cm, 72 mg dm⁻³ de K (0,18 cmol_c dm⁻³ de K), valor esse próximo ao citado por

Oliveira e Caldas (2004) e, mesmo aplicando doses elevadas de potássio, como no caso o tratamento D5, com 72 g/planta/mês de K_2O (1.333 kg/ha/ano de K_2O) e nenhuma dose de potássio (D1), não foi possível observar diferença significativa na produtividade do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, em função das doses de potássio aplicadas.

Com relação ao número de frutos por planta, foi observada quase a mesma proporcionalidade entre frutos comerciais e não comerciais. Durante o período de colheita, foram observados em média 28 frutos comerciais e 26 frutos não comerciais por planta. O número médio de frutos comerciais por planta em cada época, de E1 a E5, foi de 4, 8, 8, 6 e 2, respectivamente, enquanto o número médio de frutos não comerciais por planta foi de 2, 3, 3, 11 e 7, respectivamente, para as épocas de E1 a E5.

O comprimento e o diâmetro dos frutos comerciais também não sofreram influência das doses de potássio e dos turnos de rega. O comprimento e o diâmetro dos frutos apresentaram diferenças significativas apenas nas épocas de avaliação. Para todo o período de colheita, os frutos comerciais apresentaram um comprimento médio de 203 mm e um diâmetro médio de 104 mm, com um coeficiente de variação de 3,35% e 5,19%, respectivamente. As médias de comprimento e diâmetro do fruto em relação a cada época estão apresentadas nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

Em um experimento com mamoeiro cultivar Sunrise Solo no município de Selviria (MS), o comprimento e diâmetro do fruto, espessura da polpa e sólidos solúveis não foram influenciados pela adubação com N, P e K. O solo do experimento apresentava, na camada arável, de acordo com sua análise química, $0,24 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K ($93,8 \text{ mg dm}^{-3}$ de K) (Fernandes et al., 2004).

Fonseca (2001), estudando a resposta do mamoeiro Baixinho de Santa Amália em um solo do Cerrado do Distrito Federal, com $0,11 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K (43 mg dm^{-3} de K) no solo, os maiores crescimentos em diâmetros e as maiores produções totais e comerciais de frutos por planta foram obtidos na menor dose de K aplicada no experimento (160 g/planta de K_2O), total esse aplicado por planta no período de maio/1999 a outubro/2000.

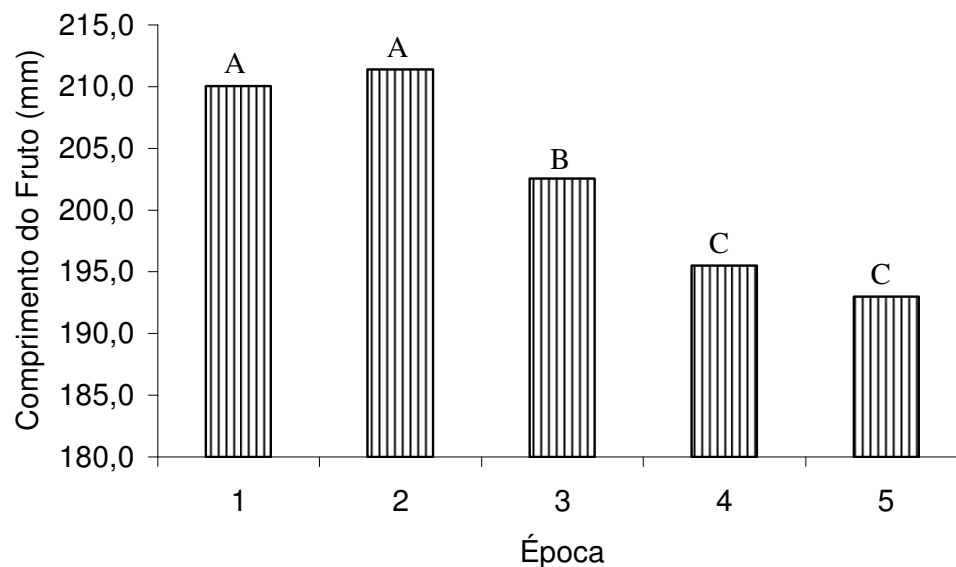


Figura 4 – Média do comprimento do fruto comercial (mm) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado sob diferentes doses de potássio e turnos de rega, em cada época de colheita. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

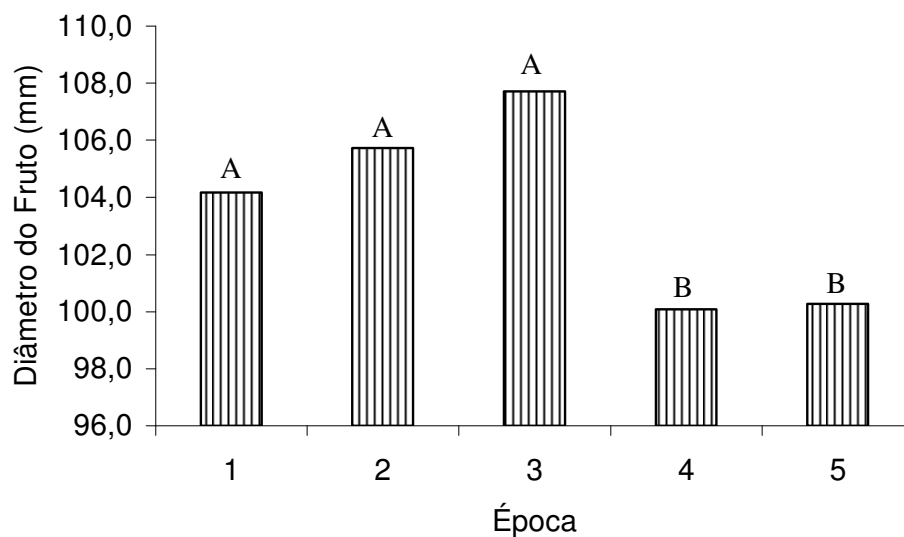


Figura 5 – Média do diâmetro do fruto comercial (mm) do mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, cultivado sob diferentes doses de potássio e turnos de rega, em cada época de colheita. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A altura de planta, o diâmetro de caule e o diâmetro de copa não sofreram influência, estatisticamente, das doses de potássio e dos turnos de rega. Ambos apresentaram diferenças significativas apenas para a época avaliada. A altura de planta apresentou um coeficiente de variação de 3,77%, apresentando uma altura média em todo o período de avaliação de 2,14 m, chegando a 2,89 m aos 432 DAT. Um modelo de crescimento pôde ser obtido, apresentando um coeficiente de determinação (R^2) de 0,9893 (Figura 6).

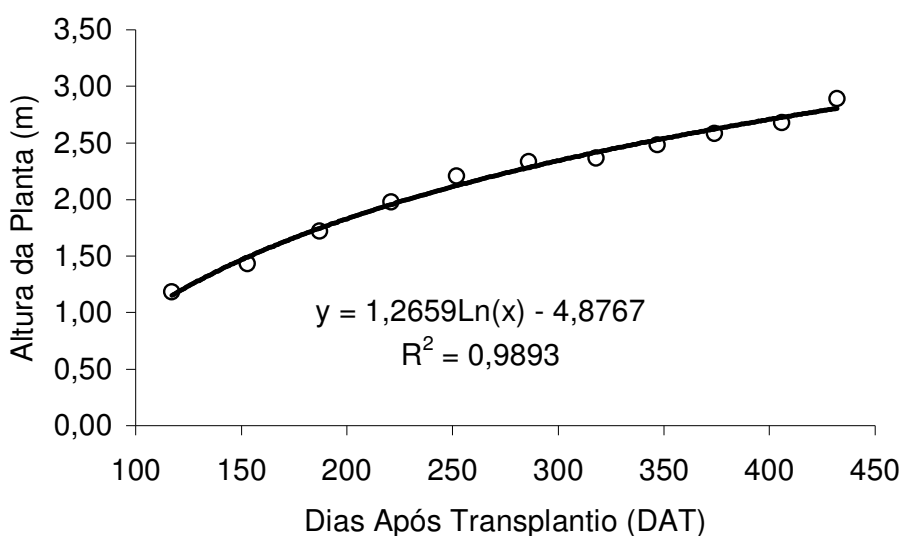


Figura 6 – Evolução da altura média da planta de todos os tratamentos a partir da sexagem, até o final do experimento.

O diâmetro de caule apresentou um coeficiente de variação de 3,24% e um diâmetro médio em todo o período de 11,9 cm. Aos 432DAT o diâmetro de caule estava com uma média de 14,0 cm. Um modelo pôde ser obtido, em função do DAT, apresentando um R^2 de 0,9925 (Figura 7).

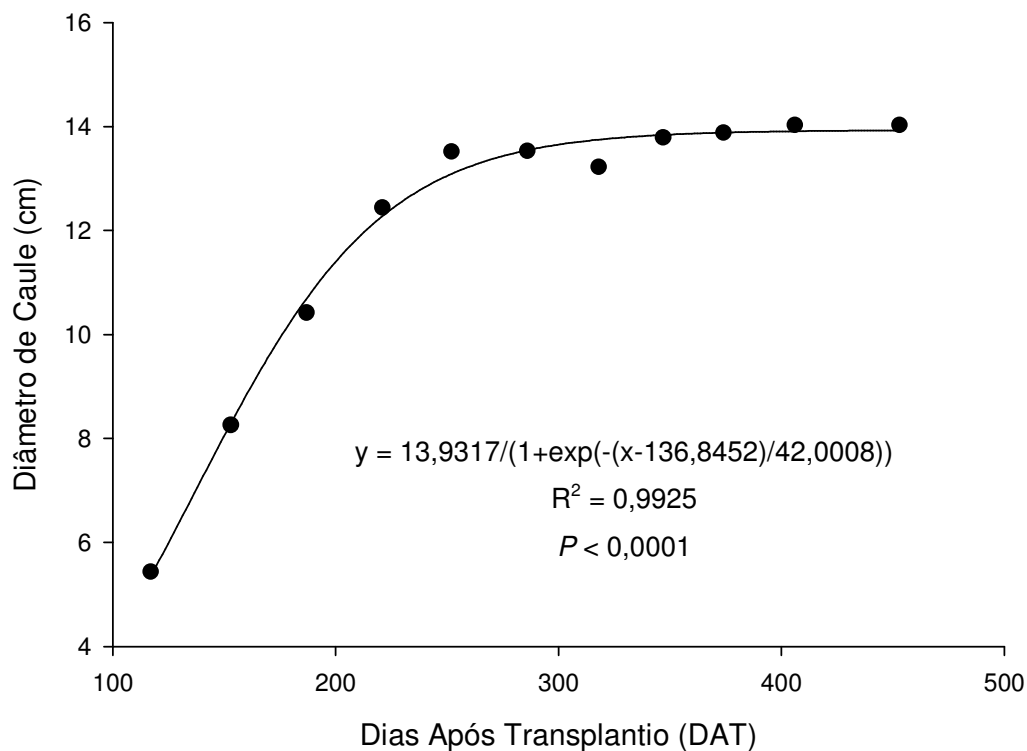


Figura 7 – Evolução do diâmetro de caule (cm) médio da planta de todos os tratamentos a partir da sexagem, até o final do experimento.

Com relação ao diâmetro de copa, esse apresentou um coeficiente de variação de 4,36% e um diâmetro médio em todo o período de 2,3 m. Um diâmetro máximo foi obtido aos 286 DAT (2,8 m), onde, logo após, foi observada uma redução, chegando a 2,1 m aos 374 DAT. Após essa data, observa-se uma nova tendência de crescimento (Figura 8). Esse comportamento de crescimento e redução no diâmetro também foi observado por Silva (1999) e Marinho (2007). O mamoeiro apresenta, durante seu ciclo de desenvolvimento, diâmetros de copa crescentes e decrescentes. Movimentos esses dependentes das condições climáticas do local, da fase de produção ou até mesmo da variedade em cultivo.

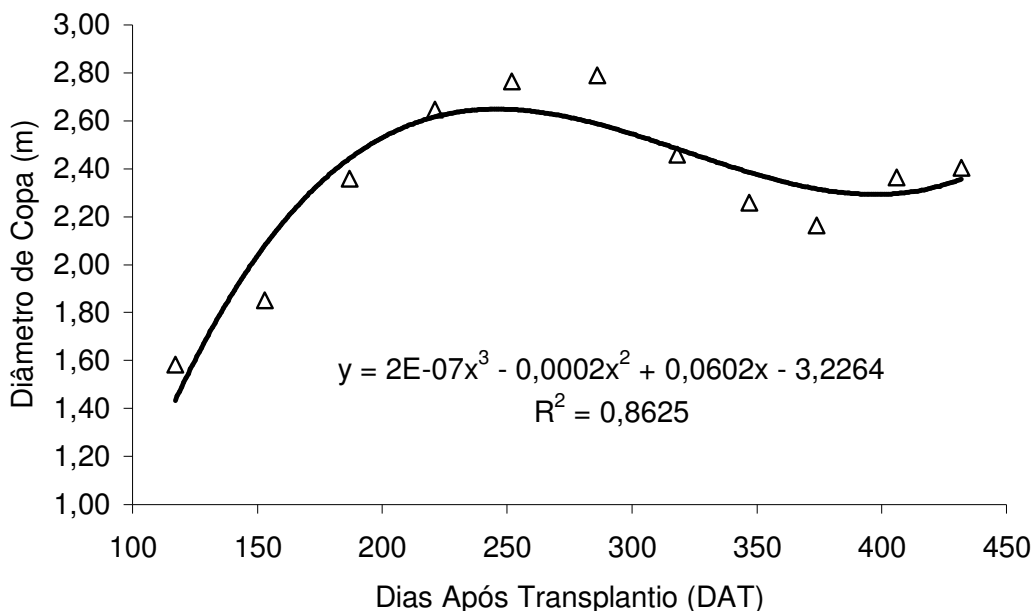


Figura 8 – Evolução do diâmetro de copa (m) médio da planta de todos os tratamentos a partir da sexagem, até o final do experimento.

A diversidade de situações de solos, culturas e hábitos de adubação torna necessária a diagnose do K existente no solo, em cada caso, como um dos pré-requisitos para a prescrição da adubação, que necessita ser adaptada regionalmente e por culturas (Nachtigall e Raij, 2005).

Apesar de a maioria dos solos brasileiros serem pobres em relação ao elemento potássio, muitas culturas acabam não tendo respostas às grandes dosagens que, às vezes, são aplicadas nos solos, com o intuito de buscar aumento de produtividade. O próprio teor desse elemento no solo, em certos casos, é suficiente para uma manutenção da cultura, sem contar que, parte desse elemento que fica “indisponível” (K não-trocável) no solo, em alguns casos foram observados que esse contribuiu sim, para a reposição desse elemento no solo, ficando, de certa forma, disponível para a planta, como citado por Anghinono e Genro Jr. (2005) e Nachtigall e Raij (2005).

A importância de se realizar uma análise de solo para obter as características químicas antes de uma adubação e de se ter, através de experimentos locais ou mesmo de literaturas, referências dos teores adequados para um bom desenvolvimento da planta, é para que não se tenha gastos desnecessários em aplicações de fertilizantes em solos que já apresentam teores

adequados para um bom desenvolvimento da cultura, por pelo menos um período ou um ciclo de cultivo.

Um bom exemplo disso pode ser observado nos trabalhos de Silva et al. (2003) e Sousa et al. (2004), ambos trabalhando com doses diferenciadas de potássio em vários ciclos de produção da bananeira. Sousa et al. (2004) realizaram um experimento em um solo classificado como Argissolo distrófico, onde apresentava $0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K (19 mg dm^{-3} de K), e encontraram para o primeiro e segundo ciclo de produção, influência do potássio. Entretanto, Silva et al. (2003), realizando seu experimento em um Latossolo Vermelho-Amarelo, com $0,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K (211 mg dm^{-3} de K), só vieram a encontrar significância da adubação potássica no quarto ciclo de produção da cultura.

Em quase a maioria dos cultivares têm-se casos em que o K teve efeito na produtividade, e casos em que não se teve efeito na produtividade. Em geral, essa relação tem como base o teor de K no solo, teor esse que acaba se tornando disponível para a planta, quer por meio direto (K disponível) ou conversão do K não-trocável para trocável. Na maioria dos casos, podem ser observados que, quando o solo já se encontra com teor suficiente (cada cultura com seu nível e/ou faixa crítica), excessos de aplicações não têm efeito no rendimento desta. Quando aplicado em excesso, esse poderá deixar o solo ácido ou será lixiviado, caracterizando prejuízo ao produtor, além do impacto ambiental.

Quando os solos são bem pobres em K, geralmente a influência das adubações potássicas na produtividade é positiva, como no experimento de Ayres e Alfaia (2007). Entretanto, quando o solo já apresenta teores considerados adequados para a cultura, não se tem influência das doses crescentes de potássio na produtividade da cultura, como no caso da laranjeira-Valência, cultivada no Norte do Estado de São Paulo, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, onde os dados obtidos mostraram que os pomares mantiveram a produtividade com doses mínimas de N e K_2O durante três anos, não havendo resposta em produção às doses crescentes desses nutrientes (Almeida e Baumgartner, 2002). As adubações crescentes de potássio também não tiveram efeito no aumento da produção de raízes de mandioca, devido aos teores iniciais de K no solo do plantio ser suficiente para a cultura (Fidalski, 1999).

Excesso de fertilizantes pode expressar riscos de degradação do solo, além de elevar os custos de produções e causar impactos ambientais. Sendo

assim, há a necessidade de um desenvolvimento de estratégias de manejo de adubação para as culturas, com o intuito de otimizar a eficiência do uso dos fertilizantes. Essa otimização pode ser com base nos teores adequados dos nutrientes no solo para cada cultura ou mesmo com base no conhecimento da exportação de nutrientes, conforme cita Reis Júnior e Monnerat (2001), com isso as perdas de nutrientes e a contaminação ambiental serão minimizadas.

Não obstante a importância dos resultados observados neste experimento, no mamoeiro híbrido UENF/CALIMAN01, em função das diferentes doses de potássio e turnos de rega, em virtude da carência de informações técnicas locais para a região, recomenda-se a continuidade dos estudos por um período maior permitindo, dessa forma, avaliar até quando a produtividade na parcela sem aplicação suplementar de potássio irá permanecer igual, ou seja, observar até quando o teor de potássio presente no solo é suficiente para a manutenção da cultura, sem perdas na produtividade.

Neste trabalho foi possível observar que não é viável a aplicação de potássio em solo com tal teor de potássio e, uma realização diária ou a cada dois dias de irrigação, tendo em vista que esses turnos de rega não diferiram do turno de rega de três dias, com isso é possível reduzir a mão-de-obra na irrigação, realizando um manejo utilizando um turno de rega de três dias.

RESUMO E CONCLUSÕES

Não houve diferença estatística dos nutrientes, tanto no limbo quanto no pecíolo, aos 116 e 279 dias após transplante, em função das doses de potássio e dos turnos de rega.

O peso médio dos frutos comerciais e não comerciais, o comprimento e o diâmetro de fruto e as produtividades comerciais, não comerciais e totais não foram influenciados estatisticamente pelas doses de potássio e pelos turnos de rega. Apenas a época de colheita foi significativa nos parâmetros avaliados, onde o maior peso médio foi observado na época 3 (E3) e a maior produtividade comercial nas épocas 2 e 3 (E2 e E3).

Com relação ao número de frutos por planta, foi observada quase que a mesma proporcionalidade entre frutos comerciais e não comerciais. Durante o período de cinco meses e 19 dias de colheita, foram observados, em média, 28 frutos comerciais e 26 frutos não comerciais por planta.

A altura da planta, o diâmetro de caule e o diâmetro de copa não sofreram influência do turno de rega e da adubação potássica.

Para solos com quantidade inicial de potássio igual a 72 mg dm^{-3} , na camada de 0-20 cm do solo, não foi observado efeito de doses complementares de potássio na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro. Nessas condições, recomenda-se não utilizar adubação suplementar de potássio por pelo menos 432 dias de cultivo.

Pelo fato de o turno de rega não ter influenciado estatisticamente a produtividade e os parâmetros vegetativos avaliados, deve-se utilizar, para a região em estudo, um turno de rega de três dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Paper, 56).
- Almeida, M.C.; Baumgartner, J.G. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e na qualidade de frutos de laranja-‘valência’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.282-284, 2002.
- Anghinoni, I.; Genro Jr., S.A. O potássio na cultura do arroz irrigado. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, 2005. p.405-424.
- Awada, M., Long, C. (1971) Relation of petiole nitrogen levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 (6): 745-749.

- Ayres, M.I.C.; Alfaia, S.S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçu em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.7, p.957-963, 2007.
- Berilli, S.S., Oliveira, J.G., Marinho, A.B., Lyra, G.B., Sousa, E.F., Viana, A.P., Bernardo, S., Pereira, M.G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.29, n.1, p.11-14, 2007.
- Bernardo, S.; Carvalho, J.A.; Sousa, E.F. *Irrigação do mamoeiro*. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 1996. 20p. (Boletim Técnico, 5)
- Bernardo, S., Soares, A.A., Mantovani, E.C. (2006) *Manual de irrigação*. 8. ed. Viçosa: UFV, 625p.
- Costa, A.N. (1995) *Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (Carica papaya L.) no Estado do Espírito Santo*. Tese (Doutorado) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 93p.
- Costa, A.N., Costa, A.F.S. (2003) Nutrição e adubação. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória, ES: Incaper, p. 201-227.
- Costa, A.N., Costa, A.F.S., Fullin, E.A. (2001) Frutíferas In: Dadalto, G.G., Fullin, E.A. (eds.) *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 4ª aproximação*. Vitória, ES: SEEA/INCAPER, p.126-169.
- Fernandes, F.M.; Corrêa, L.S.; Isepon, J.S.; Boliani, A.C. Adubação do mamoeiro (*Carica papaya*) cv. Sunrise Solo: qualidade do fruto. In: Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2004. Disponível em:

<http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xviii_cbf/resumos/T0519-370.pdf>

Acesso em 10 set. 2007.

Ferregueti, G.A. Caliman 01 – o primeiro híbrido de mamão formosa brasileiro. *In*: Martins, D.S. (org.) *Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno*. Vitória: INCAPER, p.211-218, 2003.

Fidalski, J. Respostas da mandioca à adubação npk e calagem em solos arenosos no Noroeste do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n. 8, p.1353-1359, 1999.

Fonseca, K.M. *Resposta da cultura do mamoeiro (Carica papaya L.) a níveis de potássio e de água*. 2001. 125p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2001.

Malavolta, E.; Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1989) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 201p.

Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

Manica, I., Martins, D.S., Ventura, J.A. (2006) *Mamão: tecnologia de produção pós-colheita, exportação, mercados*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 361p.

Marin, S.L.D., Gomes, J.A., Salgado, J.S., Martins, D.S., Fullin, E.A. (1995) *Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos solo e formosa no Estado do Espírito Santo*. 4. ed. Vitória, ES:EMCAPA, 57 p.(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*. 2007. 125 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

- Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. New York: Academic Press, 889p.
- Mascarenhas, H.A.A.; Tanaka, R.T.; Pereira, J.C.V.N.A.; Gallo, P.B.; Bataglia, O.C. Efeito de adubos potássicos na produção de soja. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.51, n.1, p.82-89, 1994.
- Nachtigall, G.R.; Raij, B. van. Análise e interpretação do potássio no solo. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, 2005. p.93-118.
- Oliveira, A.M.G.; Farias, A.R.N.; Santos Filho, H.P.; Oliveira, J.R.P.; Dantas, J.L.L.; Santos, L.B.; Oliveira, M.A.; Souza Junior, M.T.; Silva, M.J.; Almeida, O.A.; Nickel, O.; Medina, V.M.; Cordeiro, Z.J.M. *Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994, 52p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 9).
- Oliveira, A.M.G., Souza, L.F.S., Raij, B.V., Magalhães, A.F.J., Bernardi, A.C.C. (2004) Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado. *Circular Técnica*, 69. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Cruz das Almas-BA. Embrapa. 10 p.
- Oliveira, A.M.G.; Caldas, R.C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26, n.1, p.160-163, 2004.
- Reis Júnior, R.A.; Monnerat, P.H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.3, p.227-231, 2001.
- Reuther, D.J., Robinson, J.B. (1986) *Plant analysis: an interpretation manual*. Melbourne: Inkatan Press, 218p.

- Roberts, T.L. World reserves and production of potash. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, 2005. p.1-20.
- Samani, Z. Estimating solar radiation and evapotranspiration using minimum climatological data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v.126, n.4, p.265-267, 2000.
- Silva, J.G.F. *Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (Carica papaya L.)*. 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- Silva, J.T.A.; Borges, A.L.; Carvalho, J.G.; Damasceno, J.E.A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. prata-anã. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.152-155, 2003.
- Siqueira, D.L.; Botrel, N. *Clima e solo para a cultura do mamoeiro*. Informe Agropecuário. Belo Horizonte: EPAMIG, v.134, p.8-9, 1986.
- Sousa, V.F.; Veloso, M.E.C.; Vasconcelos, L.F.L.; Ribeiro, V.Q.; Souza, V.A.B.; Albuquerque Junior, B.S. Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira 'grand naine'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.9, p.865-869, 2004.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2 ed. New York, McGraw-Hill Book Company, 1980, 633p.
- Tatagiba, J.S.; Oliveira, A.A.R. Tratamentos pós-colheita. In: Ritzinger, C.H.S.P.; Souza, J.S. *Mamão: Fitossanidade*. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas-BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. cap.2, p.12-14.

Viégas, P.R.A. (1997) *Teores de nitrogênio em tecidos foliares, produção e qualidade de frutos de mamoeiro, em função da adubação nitrogenada*. Tese (Doutorado) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 62p.

Vitti, G.C.; Malavolta, E.; Brasil Sobrinho, M.O.C. do; Marin, S.L.D. (1988) *Nutrição e adubação do mamoeiro*. In: Ruggiero, C. (ed.). *Mamão*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, p. 121-159.

RESPOSTA DO MAMOEIRO GOLDEN A DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO E TURNOS DE REGA

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de potássio e turnos de rega na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro cultivar Golden. O experimento foi realizado no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no município de Itaocara-RJ, região Noroeste Fluminense, no período de 05/05/2006 a 08/08/2007. Foram estudados os efeitos de cinco doses de potássio (D1 = 00, D2 = 18, D3 = 36, D4 = 54 e D5 = 72 g planta⁻¹ mês⁻¹ de K₂O) e de três turnos de rega (TR1 = diário, TR2 = dois dias e TR3 = três dias), em um arranjo fatorial com blocos casualizados e três repetições, no desenvolvimento da cultura do mamoeiro. O plantio foi realizado em fileiras simples, com espaçamento de 1,8 x 3,6 m. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, utilizando-se um gotejador auto-regulável por planta, com vazão nominal de 12 L h⁻¹. O peso médio dos frutos comerciais e não comerciais, o comprimento e o diâmetro de fruto e as produtividades comerciais, não comerciais e totais não foram influenciados estatisticamente pelas doses de potássio e pelos turnos de rega. Apenas a época da colheita foi significativa nos parâmetros avaliados, com exceção do peso médio dos frutos não comerciais, onde o maior peso médio, o maior comprimento e o maior diâmetro de frutos comerciais foram observados na época 2 (E2), e a

maior produtividade comercial na época 3 (E3). Com relação ao número de frutos por planta, foram observados, durante o período de colheita (6 meses), em média, 63 frutos comerciais e 22 frutos não comerciais. A altura da planta, o diâmetro de caule e diâmetro de copa não sofreram influência do turno de rega e da adubação potássica. Para solos com quantidade inicial de potássio igual a 84 mg dm^{-3} , na camada de 0-20 cm do solo, não foi observado efeito de doses complementares de potássio na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro. Nessas condições recomenda-se não utilizar adubação suplementar de potássio por pelo menos 460 dias de cultivo. Pelo fato de o turno de rega não ter influenciado estatisticamente a produtividade e os parâmetros vegetativos avaliados, deve-se utilizar, para a região em estudo, um turno de rega de três dias.

RESPONSE OF PAPAYA CULTIVAR GOLDEN TO DIFFERENT POTASSIUM DOSES AND IRRIGATION FREQUENCIES

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the effect of different potassium doses and irrigation frequencies on the yield and plant parameters of the papaya cultivar Golden. The experiment was carried out on the Campo Experimental de Itaocara (CEI), in the county of Itaocara, in the northwestern region of the state of Rio de Janeiro, from 05/05/2006 to 08/08/2007. The effects of five potassium doses (D1 = 00, D2 = 18, D3 = 36, D4 = 54 and D5 = 72 g $\text{K}_2\text{O plant}^{-1} \text{ month}^{-1}$) and of three irrigation frequencies (IF1 = daily, IF2 = every two days and IF3 = every three days) on papaya development were evaluated in a factorial design of randomized blocks with three replications. The trees were planted in simple rows (1.8 x 3.6 m). A self-regulating dripper was used for each tree for the dripping irrigation system, at a nominal flow of 12 L h^{-1} . The mean weight of the marketable and unmarketable fruits, the fruit length and diameter and the marketable, unmarketable and total yields were not influenced statistically by the potassium

doses and by the irrigation frequency. Of the parameters evaluated only the harvest periods were significant. A higher mean weight, greater length and higher diameter was observed in the marketable fruits in the harvest period 2 (03/14/2007 to 04/03/2007), and a higher marketable yield in the period 3 (04/18/2007 to 05/16/2007). With regard to the total number of fruits per plant, an average of 63 marketable and 22 unmarketable fruits were collected during the total harvest period (6 months). Plant height, stem diameter and canopy were not influenced by the irrigation frequency and potassium fertilization. For soils with an initial potassium quantity of 84 mg dm^{-3} in the 0-20 cm layer, no effect of complementary potassium doses was observed on papaya yield and plant parameters. Supplementary potassium fertilization is not recommended in such conditions for the first 460 days of cultivation at least. Since statistically the irrigation frequency did not influence the yield and evaluated plant parameters, an irrigation frequency of three days is recommended for the region studied.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma planta de crescimento rápido e constante, que absorve quantidades relativamente altas de nutrientes, necessitando de fornecimentos contínuos durante o primeiro ano, chegando no máximo aos doze meses de idade. A planta necessita de suprimentos de água e nutrientes em intervalos freqüentes, de modo a permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos (Oliveira et al., 2004).

A cultura do mamoeiro demanda uma lamina efetiva anual - irrigação mais precipitação efetiva – de aproximadamente 1.500 mm (Bernardo et al., 1996), sendo essa, dependente das condições evapotranspirométricas locais. Quanto ao turno de rega, sob o ponto de vista econômico, deve-se praticar o maior possível, que não cause decréscimo na produtividade (Bernardo et al., 2006).

Uma alta produção com qualidade dos frutos e maior resistência a pragas e doenças é obtida fazendo-se o uso de uma adubação bem balanceada. Adubações essas cujas recomendações variam de acordo com os cultivares e,

ainda, de uma região para outra, dependendo das condições do solo de cada local.

O potássio é um nutriente com diversos papéis no metabolismo vegetal. Atua como ativador enzimático de processos responsáveis pela síntese e degradação de compostos orgânicos e participam no processo de abertura e fechamento das células estomáticas, síntese de proteínas, osmorregulação, extensão celular e balanço entre cátions e ânions (Malavolta et al., 1989; Marschner, 1995; Costa e Costa, 2003).

A produção mundial de fertilizantes vem crescendo significativamente no último século para suprir a crescente demanda por nutrientes de plantas, com os níveis atuais de produção atingindo quase 28 milhões de toneladas de K_2O , onde o cloreto de potássio responde por 95% da produção mundial. Aproximadamente 54% das reservas de potássio (K_2O) encontram-se na América do Norte (Canadá e Estados Unidos), o Brasil possui aproximadamente apenas 3,6% da reserva de K_2O (reserva em Sergipe) (Roberts, 2005).

O potássio tem sido, há muito tempo, considerado o "elemento da qualidade" em nutrição de plantas (Malavolta et al., 1997). De modo geral, o potássio aplicado somente aumenta a produtividade, quando os teores no solo são muito baixos (Mascarenhas et al., 1994).

A carência de informações sobre o comportamento do mamoeiro a diferentes doses de potássio e turnos de rega, nas condições edafoclimáticas da região Noroeste Fluminense, evidencia a necessidade de pesquisas para essa cultura. Por esta razão, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de potássio e turnos de rega na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro cultivar Golden, cultivado na região Noroeste Fluminense.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no município de Itaocara-RJ, região Noroeste Fluminense, localizado a 21°38' de latitude Sul, 42°03' de longitude Oeste e a 60 metros de altitude. O solo da área

experimental é classificado como Neossolo Flúvico. O clima da região é classificado, segundo classificação Köppen, como Aw, ou seja, tropical úmido, com inverno seco e chuvas máximas no verão.

O experimento foi instalado seguindo um delineamento em blocos casualizados, no modelo split-block (Steel e Torrie, 1980), em arranjo fatorial 3 x 5 (três turnos de rega e cinco doses de potássio), totalizando 15 tratamentos com três repetições. Avaliou-se o mamoeiro (*Carica papaya* L.), cultivar Golden, com dez plantas úteis por parcela experimental, sendo cada parcela formada por duas fileiras de cinco plantas. O plantio foi realizado em fileiras simples, com espaçamento de 1,8 m entre plantas e de 3,6 m entre linhas. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, utilizando-se um gotejador auto-regulável por planta, com vazão nominal de 12 L h⁻¹.

As mudas foram preparadas em tubetes de 115 cm³, utilizando o 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 foi constituído de aração, gradagem e posterior aplicação e incorporação de calcário dolomítico (com PRNT de 83%), na quantidade de 2,6 t ha⁻¹, quantidade essa necessária de acordo com análise do solo (Tabela 1) para uma elevação da saturação de base a 80%. As mudas foram transplantadas para a área experimental no dia 05/05/2006 quando essas atingiram uma altura de, aproximadamente, 20 cm. Foram transplantadas três mudas por cova (em distribuição triangular de 30 x 30 x 30 cm). O transplante foi realizado em camalhões, com aproximadamente 60 cm de altura, em função do histórico da área em apresentar problemas de encharcamento. Mesmo com o plantio feito em camalhões, foi realizado, entre as fileiras, um dreno aberto para evitar possível acúmulo de água próximo às raízes da planta.

A Tabela 1 apresenta os valores médios das características químicas e a Tabela 2, as características físicas do solo, ambos nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, amostrados uniformemente em toda a área do experimento, antes de se iniciar os tratamentos com as doses de potássio e os turnos de rega.

Tabela 1 – Características químicas do solo da área experimental antes de começar os tratamentos

Parâmetros Analisados	Unidade	Profundidade (cm)	
		0-20	20-40
pH		4,8	4,9
K ⁺	mg dm ⁻³	84	82
P ⁺	mg dm ⁻³	7	4
Ca	mmol _c dm ⁻³	26	27
Mg	mmol _c dm ⁻³	9	10
Al	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
H+Al	mmol _c dm ⁻³	32	30
Na	mmol _c dm ⁻³	0,4	0,5
C	%	0,82	0,64
Matéria Orgânica	g dm ⁻³	14,1	11,0
Soma de Base (S.B)	mmol _c dm ⁻³	37	40
CTC a pH 7,0 (T)	mmol _c dm ⁻³	69	69
CTC efetiva (t)	mmol _c dm ⁻³	37	39
Saturação de Alumínio (m)	%	0,0	0,0
Saturação de Base (V)	%	53	58
Fe	mg dm ⁻³	37	28
Cu	mg dm ⁻³	0,4	0,4
Zn	mg dm ⁻³	1,2	1,1
Mn	mg dm ⁻³	16,5	14,3
S	mg dm ⁻³	20,4	27,1
B	mg dm ⁻³	0,15	0,19

* Extrator Carolina do Norte

Local de Análise: Laboratório de Análise de Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Dr. Leonel Miranda, Campos dos Goytacazes-RJ.

Tabela 2 – Características físicas do solo da área experimental antes de começar os tratamentos

Granulometria				C.E.	Densidade do Solo
Areias			Silte		
%				mmhos cm ⁻¹	g cm ⁻³
Grossa	Média	Fina	Total		
4	8	58	70	15	15
				0,61	1,48

Local de Análise: Laboratório de Análise de Solo da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Campus Dr. Leonel Miranda, Campos dos Goytacazes-RJ.

Foram aplicados 15 L de esterco de curral curtido (10 L na formação da cova e 5 L na linha entre plantas no momento da sexagem) e 600 g de superfosfato simples. Aos 30 dias após o transplante (DAT), foram aplicados 30 g cova⁻¹ de sulfato de amônio e, aos 90 DAT, foram aplicados mais 100 g cova⁻¹ de sulfato de amônio e 100 g cova⁻¹ de superfosfato simples. Como o objetivo do experimento foi avaliar doses de potássio, nenhuma aplicação de potássio foi

realizada na área até chegar o momento da sexagem que terminou no dia 29/08/2006 (116 DAT), onde então foram realizadas análises foliares para determinar os teores dos nutrientes nas plantas.

Durante a condução do experimento, foram realizados controles de ervas daninhas, pragas e doenças, seguindo os tratos culturais apropriados para a cultura do mamão, conforme recomendado por Marin et al. (1995).

Foram estudadas cinco doses de potássio (D1 = 00, D2 = 18, D3 = 36, D4 = 54 e D5 = 72 g planta⁻¹ mês⁻¹ de K₂O) e a influência de três turnos de rega (TR1 = diário, TR2 = dois dias e TR3 = três dias) no desenvolvimento da cultura do mamoeiro. Os fertilizantes foram distribuídos igualmente para os três turnos de rega, o que representou um total de 15 tratamentos (5 Doses x 3 Turnos de Rega).

Antes de iniciar os tratamentos, até o término da sexagem, a irrigação foi uniforme em toda área experimental, utilizando-se um turno de rega de dois dias, com base na demanda evapotranspirométrica estimada para a cultura. Com o início dos tratamentos, que teve início aos 116 DAT (29/08/2006), as irrigações durante a semana foram realizadas em função dos três turnos de rega programados, seguindo o esquema da Tabela 3.

Tabela 3 – Dias de funcionamento de cada turno de rega ao longo da semana

Turnos de Rega	Irrigações em função dos turnos de rega (dias da semana)						
	Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
TR1	--	X	X	X	X	X	X
TR2	--	--	X	--	X	--	X
TR3	--	--	X	--	--	X	--

X – Irrigação

-- – Sem Irrigação

Foi utilizado o cloreto de potássio (com 60% de K₂O) como fonte, o qual foi diluído em água, em recipientes distintos para cada tratamento. Mantendo-se o mesmo volume, foi aplicada uma alíquota de 100 ml da solução em cada planta, de acordo com os tratamentos, na direção da saída de água dos gotejadores. Essas aplicações foram semanalmente, no dia da semana em que todos os turnos de rega se coincidiam (terças-feiras), antes de colocar o sistema de irrigação em funcionamento. Os demais nutrientes foram aplicados em cobertura.

O nitrogênio foi aplicado mensalmente, utilizando apenas o sulfato de amônia (com 20% de N) como fonte. No quarto, quinto e sexto mês após o transplântio foram aplicados 20 g planta⁻¹ de N e, do sétimo mês em diante, 30 g planta⁻¹ de N. Os micronutrientes foram aplicados no sexto mês, na quantidade de 20 g planta⁻¹, utilizando como fonte o fertilizante MIB3 (1,8% B, 0,8% Cu, 3,0% Fe, 2,0% Mn, 0,1% Mo e 9,0% Zn).

O cultivar Golden foi casualizado na área experimental, conforme Figura 01.

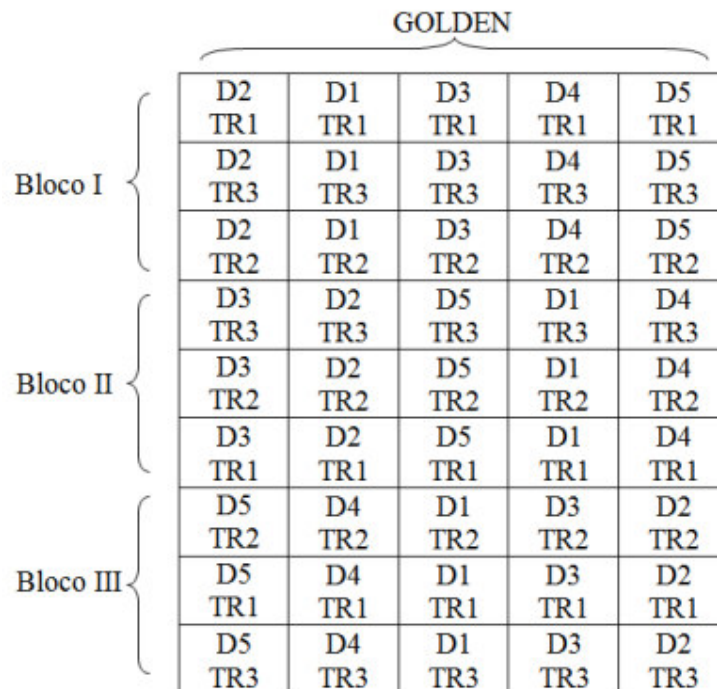


Figura 01 – Croqui da área experimental

Para o manejo da irrigação, a necessidade hídrica da cultura foi determinada em função da evapotranspiração de referência (ET_0), determinada pelo método de Hargreaves (Equação 01 e 02), descrito por Samani (2000). O coeficiente da cultura (k_c) variou, em dias após transplântio (DAT), de 0,8 entre 0 a 120 DAT, 1,0 entre 121 a 180 DAT e 1,2 acima de 180 DAT. A porcentagem da área molhada ou sombreada (PW) permaneceu no valor de 0,4 até o dia 19/03/2007, onde então foi alterado para 0,6, permanecendo até o final do experimento. A eficiência de aplicação do sistema (E_a) ficou na faixa de 95%.

$$ET_0 = 0,0135 \times (C) \times (Ra) \times (T_{\max} - T_{\min})^{0,5} \times (TM + 17,8) \quad (01)$$

$$C = 0,00185(T_{\max} - T_{\min})^2 - 0,0433(T_{\max} - T_{\min}) + 0,4023 \quad (02)$$

Onde:

ETo – evapotranspiração de referência, mm;

C – coeficiente empírico, adimensional;

Ra – radiação extraterrestre, mm dia⁻¹;

T_{max} – temperatura máxima, °C;

T_{min} – temperatura mínima, °C;

TM – temperatura média diária = 0,5(T_{max} + T_{min}), °C.

O volume de água aplicado por parcela foi determinado pela Equação 03:

$$V = \{(ETo \times kc) - Pe\} \times Np \times Ap \times PW \times \frac{1}{Ea} \quad (03)$$

Onde:

V – volume de água a ser aplicado por parcela, L;

ETo – evapotranspiração de referência, mm;

kc – coeficiente da cultura do mamoeiro no período, adimensional;

Pe – precipitação efetiva entre duas irrigações, mm;

Np – número de plantas a serem irrigadas, adimensional;

Ap – área da planta, m²;

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

Ea – eficiência de aplicação do sistema, em decimal.

Na área experimental foi instalado um pluviômetro de leitura manual e um termômetro de máxima e mínima, também de leitura manual, que ficou dentro de um abrigo meteorológico-padrão (branco e com venezianas). Além desses equipamentos manuais foi instalado no local do experimento, uma micro-estação meteorológica (WatchDog, modelo 900ET da Spectrum Technologies, Inc.), a fim de comparar os valores da ETo pelo método padrão Penman-Monteith-FAO (Allen et al., 1998) com o determinado pelo método de Hargreaves, utilizado para o manejo da cultura, bem como os demais dados climáticos. A micro-estação

meteorológica armazenou dados médios de temperatura, velocidade do vento, radiação solar global e umidade relativa, em intervalos de 30 minutos.

Considerando que o experimento foi conduzido em Itaocara-RJ, a 100 km de Campos dos Goytacazes-RJ, e não tendo condições de realizar leituras diárias na estação micro-meteorológica, optou-se pela estimativa da ETo pelo método de Hargreaves.

A altura da planta foi determinada, medindo-se da base da planta no solo até a inserção do último par de folhas. O diâmetro de caule foi medido na planta, a 0,2 m de altura em relação ao solo e o diâmetro de copa foi medido em duas posições, transversal e longitudinalmente, em relação à linha de plantio. Todas as medições foram realizadas mensalmente, após a sexagem, com o início dos tratamentos.

Análises foliares foram realizadas no término da sexagem (29/08/2006, aos 116 DAT), antes de iniciar os tratamentos, e no nono mês de cultivo (08/02/2007, aos 279 DAT), com o intuito de acompanhar as respostas do mamoeiro às diferentes aplicações do potássio. Foram amostradas cinco folhas de plantas hermafroditas dentro de cada tratamento (parcela) e analisado separadamente o limbo ou o pecíolo foliar. As folhas amostradas foram as recém-maduras, caracterizadas por apresentar uma flor recém-aberta em sua axila. As amostragens foram sempre realizadas no período da manhã, entre 9 e 11 horas. Os elementos analisados foram o N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn e B. Após a coleta, o limbo e o pecíolo foram separados, acondicionados em sacos de papel e levados para o laboratório para a determinação dos teores foliares.

Os frutos pentândricos e os carpelóides foram eliminados mensalmente, não interferindo, assim, na produção dos frutos normais.

Com o início da maturação (06/02/2007, aos 277 DAT), os frutos foram colhidos e devidamente identificados e separados, de acordo com sua classificação, em frutos comerciais e não comerciais. Foram considerados frutos comerciais os que apresentarem peso maior ou igual a 200 gramas e frutos não comerciais os menores que 200 gramas. Os frutos foram colhidos quando atingiam o estágio I de maturação, conforme identificação apresentada por Tatagiba e Oliveira (2000).

Em cada colheita foi contado o número de plantas úteis (hermafroditas) presente na parcela, o número de frutos comerciais e não comerciais, o peso total

dos frutos comerciais e dos não comerciais por parcela. Dessa forma, pôde-se obter o peso médio do fruto (comercial e não comercial), o número médio de frutos por planta (comercial e não comercial) e a produtividade de frutos comerciais e não comerciais, por colheita, em cada parcela.

Para as análises das características físicas dos frutos comerciais foram determinados: o comprimento, diâmetro e peso dos frutos. Para essas avaliações, foram amostrados cinco frutos por parcela. Nos frutos não comerciais, só foram avaliados o número de frutos e o peso total da parcela por colheita. Na determinação do peso dos frutos foi utilizada uma balança eletrônica com precisão de 0,02 kg.

O comprimento foi determinado por meio de medições dos frutos no sentido longitudinal e o diâmetro, medições no sentido transversal, ambos utilizando-se um paquímetro digital. Os resultados foram expressos em milímetros.

A última colheita foi realizada no dia 08/08/2007, aos 460 DAT, juntamente com o término do experimento, o que representou, aproximadamente, 6 meses de colheita. No total foram realizadas 15 colheitas, onde essas foram agrupadas de três em três, ocorrendo, aproximadamente, em intervalos de 28 dias entre a primeira e a terceira colheita. Dessa forma, as produtividades foram agrupadas em 5 épocas, onde a época 1 (E1) representou as colheitas realizadas entre os dias 06/02/2007 a 28/02/2007, época 2 (E2) entre 14/03/2007 a 03/04/2007, época 3 (E3) entre 18/04/2007 a 16/05/2007, época 4 (E4) entre 30/05/2007 a 27/06/2007 e época 5 (E5) entre 11/07/2007 a 08/08/2007.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados climatológicos médios durante o período de condução do experimento estão apresentados na Tabela 4. A temperatura média em todo o período de condução da cultura de 23,1 °C e a umidade relativa média de 76,8 °C encontram-se dentro da faixa considerada ideal para o cultivo do mamoeiro, que é de temperaturas entre 22 a 27 °C e umidade relativa entre 60 a 80% (Siqueira e Botrel, 1986; Oliveira et al., 1994; Manica et al., 2006).

Tabela 4 – Valores mensais de evapotranspiração de referência pelo método de Hargreaves (EToH, mm mês⁻¹), evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith FAO (EToPM, mm mês⁻¹), precipitação total (Prec, mm mês⁻¹), temperatura média (Tmed, °C), temperatura máxima (Tmax, °C), temperatura mínima (Tmin, °C), umidade relativa média (URmed, %), radiação solar média (Rs, W m⁻²) e velocidade do vento médio a 2 m de altura (u2, m s⁻¹), durante o período de condução da cultura do mamoeiro Golden na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro

Mês	Dias	ETo H	ETo PM	Prec	Tmed	Tmax	Tmin	URmed	Rs	u2
mai-06	26	87	78	19	20,5	28,1	15,3	80,3	151,0	1,49
jun-06	30	104	98	9	20,2	28,0	14,2	77,2	148,2	2,38
jul-06	31	151	108	2	19,8	28,8	13,2	76,5	153,5	2,35
ago-06	31	140	150	15	22,2	30,1	15,9	72,1	164,3	3,65
set-06	30	143	146	58	22,3	28,9	16,6	72,9	166,2	3,92
out-06	31	156	150	97	22,8	27,0	19,9	80,5	161,6	5,48
nov-06	30	153	136	300	24,5	30,5	20,5	81,7	194,8	2,19
dez-06	31	172	129	191	26,0	32,8	21,8	79,5	206,8	1,20
jan-07	31	168	114	407	25,9	31,6	22,3	84,6	169,3	1,25
fev-07	28	155	159	61	26,9	34,1	21,8	74,8	230,4	2,65
mar-07	31	175	200	32	28,1	36,2	22,1	68,3	233,7	3,12
abr-07	30	122	129	98	25,7	33,0	20,7	75,8	170,3	2,34
mai-07	31	103	92	15	21,5	28,9	16,2	79,0	135,7	1,69
jun-07	30	120	88	3	20,6	29,6	14,3	79,4	134,8	1,68
jul-07	31	128	106	13	20,9	29,3	14,4	74,3	128,4	2,26
ago-07	8	38	40	0	21,2	30,1	13,5	71,6	166,1	3,78
Média/					23,1	30,4	17,7	76,8	169,7	2,59
Total	460	2.115	1.923	1.320						

A evapotranspiração de referência estimada pelo método de Hargreaves (EToH), acumulada durante o período do experimento, chegou a 2.115 mm, enquanto a acumulada pelo método de Penman-Monteith FAO (EToPM) chegou a 1.923 mm. A utilização da EToH representou apenas um acréscimo de 10% sobre a EToPM, ao considerar todo o período de condução da cultura (460 dias), o que demonstra a possibilidade da utilização do método de Hargreaves na referida região, para obtenção da evapotranspiração de referência, em condições onde o produtor não tenha como adquirir uma estação meteorológica que forneça os valores da EToPM. A precipitação média anual da região em estudo é de 1.000 mm, valor esse inferior ao recomendado para a cultura, que é de 1.500 mm ano⁻¹ (Bernardo et al., 1996). A precipitação acumulada foi de 1.320 mm, valor esse inferior a ETo do período, justificando, assim, o uso da irrigação suplementar no período de condução da cultura para a região.

Uma análise foliar foi realizada ao término da sexagem (29/08/2006, aos 116 DAT) e uma outra análise foi realizada quando a cultura atingiu, aproximadamente, nove meses de cultivo (08/02/2007, aos 279 DAT). Os teores médios dos elementos minerais (macro e micronutrientes), juntamente com seus desvios padrões, encontram-se na Tabela 5. Uma análise estatística foi realizada nos dois períodos (aos 116 e 279 DAT) e, de acordo com a análise de variância, não houve diferença estatística dos nutrientes, tanto no limbo quanto no pecíolo, em função das doses de potássio e dos turnos de rega.

Os teores foliares dos macro e micronutrientes fornecidos pela análise foliar, realizada no término da sexagem (116 DAT), foram comparados com os teores adequados para a cultura do mamoeiro apresentados por Awada e Long (1971); Costa (1995); Costa et al. (2001); Malavolta et al. (1997); Reuther e Robinson (1986); Viégas (1997) e Vitti et al. (1988), que em nenhum caso, o teor recomendado por um autor foi o mesmo citado pelo outro autor. Observa-se nos teores apresentados por esses autores algumas faixas adequadas, mas essas, nem sempre sendo coincidentes entre os autores.

Os elevados teores de cobre (Cu) apresentados nas análises foliares nas duas épocas de avaliação, provavelmente, são devidos às pulverizações à base de cobre, realizadas no manejo da cultura, pulverizações essas quinzenais.

Nas análises feitas no limbo, com exceção do fósforo (P) e do zinco (Zn), que apresentavam um pouco abaixo do recomendado, e do enxofre (S) e do manganês (Mn), que estavam um pouco acima do recomendado, os demais nutrientes se encontravam dentro da faixa de teores adequados recomendados por esses autores, de forma geral. Nas análises feitas pelo pecíolo todos os elementos se encontravam dentro da faixa dos teores adequados para a cultura.

Na segunda avaliação dos nutrientes nas folhas do mamoeiro (aos 279 DAT), constata-se que os teores, no geral, apresentam-se, ainda, dentro das faixas recomendadas para a cultura, segundo os mesmos autores citados anteriormente. Entretanto, como um teor proposto por um autor difere, em parte, dos demais autores e, em virtude da não diferença estatística entre os tratamentos realizados na cultura, os valores apresentados na Tabela 5 podem fazer parte de uma nova faixa de teores adequados para a cultura do mamoeiro, tendo em vista a não diferença entre os tratamentos realizados e a produtividade alcançada, que não apresentou diferença estatística.

Tabela 5 – Teores médios com desvio padrão dos macro e micronutrientes no limbo e pecíolo foliar do mamoeiro Golden antes do início dos tratamentos (116 DAT) e referente ao nono mês de cultivo (279 DAT)

Elemento	Limbo		Pecíolo	
	116 DAT	279 DAT	116 DAT	279 DAT
N (g kg ⁻¹)	56,39 ± 2,65	66,93 ± 2,80	12,60 ± 1,87	11,01 ± 1,13
P (g kg ⁻¹)	3,42 ± 0,12	3,68 ± 0,17	2,47 ± 0,36	1,76 ± 0,28
K (g kg ⁻¹)	27,08 ± 1,17	20,69 ± 1,70	42,21 ± 4,47	29,52 ± 4,50
Ca (g kg ⁻¹)	19,85 ± 2,90	13,56 ± 2,08	14,39 ± 1,41	13,31 ± 1,91
Mg (g kg ⁻¹)	10,37 ± 0,74	6,68 ± 1,60	5,20 ± 0,65	3,47 ± 0,38
S (g kg ⁻¹)	6,50 ± 0,82	4,35 ± 0,59	5,43 ± 0,66	3,74 ± 0,79
Fe (mg dm ⁻³)	164,80 ± 31,17	111,29 ± 16,96	57,33 ± 17,69	31,21 ± 8,20
Cu (mg dm ⁻³)	838,80 ± 318,28	6,09 ± 0,95	118,86 ± 22,14	3,81 ± 1,86
Zn (mg dm ⁻³)	29,33 ± 1,63	27,78 ± 3,62	15,60 ± 2,03	12,04 ± 2,68
Mn (mg dm ⁻³)	139,73 ± 30,50	105,07 ± 33,70	55,00 ± 8,59	59,53 ± 16,7
B (mg dm ⁻³)	30,80 ± 2,83	51,58 ± 10,36	20,13 ± 1,96	24,89 ± 2,33

Local de Análise: Laboratório de Análise Foliar da Fundenor, Campos dos Goytacazes-RJ.

O peso médio do fruto comercial e não comercial, a produtividade comercial e não comercial e a produtividade total não foram influenciadas pelas doses de potássio e pelos turnos de rega. De acordo com a análise de variância (Tabela 6), apenas a época foi significativa para os parâmetros de produção, com exceção do peso médio dos frutos não comerciais.

O peso médio do fruto comercial (PMFC) apresentou um coeficiente de variação (cv) de 5,40%, enquanto que para o peso médio do fruto não comercial (PMFNC) a variação foi de 8,92%. Com relação à produtividade comercial, não comercial e total, os coeficientes de variação foram, respectivamente, de 16,80%, 28,29% e 14,75%. Marinho (2007) encontrou um coeficiente de variação para o peso médio dos frutos comerciais, produção comercial, não comercial e total de 3,51%, 14,85%, 87,82% e 14,81%, respectivamente, no mesmo cultivar (Golden), plantado no Norte do Estado do Espírito Santo, em um pomar comercial. Valores esses, com exceção da produtividade não comercial, não muito distantes do encontrado neste trabalho.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para peso médio do fruto comercial (PMFC), peso médio do fruto não comercial (PMFNC), produtividade comercial (Yc), produtividade não comercial (Ync) e produtividade total (YT) do mamoeiro Golden, cultivado em diferentes doses de potássio e turnos de rega, durante os 6 meses de colheita

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio				
		PMFC (gramas)	PMFNC (gramas)	Yc (t ha ⁻¹)	Ync (t ha ⁻¹)	YT (t ha ⁻¹)
Bloco	2	8041,35*	975,39*	40,44*	0,06 ^{ns}	39,48*
Dose	4	6244,63 ^{ns}	104,23 ^{ns}	25,43 ^{ns}	0,30 ^{ns}	23,12 ^{ns}
Erro A	8	2686,11	218,59	26,19	0,08	26,10
TR	2	2198,68 ^{ns}	794,62 ^{ns}	72,48 ^{ns}	0,01 ^{ns}	73,63 ^{ns}
Erro B	4	7540,28	252,22	56,62	0,08	57,80
Dose x TR	8	1621,13 ^{ns}	247,28 ^{ns}	5,41 ^{ns}	0,12 ^{ns}	4,95 ^{ns}
Erro C	16	1229,63	151,26	3,35	0,13	3,63
Época	4	96208,66*	788,15 ^{ns}	487,85*	5,62*	548,47*
Erro D	8	817,50	377,44	8,11	0,31	8,94
Época x Dose	16	807,05 ^{ns}	231,71 ^{ns}	5,45 ^{ns}	0,22 ^{ns}	6,61 ^{ns}
Erro E	32	640,83	293,87	4,82	0,12	5,33
Época x TR	8	511,94 ^{ns}	59,64 ^{ns}	5,86 ^{ns}	0,04 ^{ns}	6,06 ^{ns}
Erro F	16	618,43	179,38	3,72	0,07	3,92
Época x Dose x TR	32	250,87 ^{ns}	135,50 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,60 ^{ns}
Erro G	64	327,90	168,81	1,20	0,08	1,22
Total	224	--	--	--	--	--
Média		335	146	6,51	0,99	7,50
cv (%)		5,40	8,92	16,80	28,29	14,75

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As Tabelas 7 e 8 apresentam, respectivamente, os valores do peso médio dos frutos comerciais e não comerciais de todo o período de colheita, visto que as doses e os turnos de rega não influenciaram estatisticamente no peso médio dos frutos. Os frutos comerciais apresentaram um peso médio de 335 gramas, enquanto os não comerciais 146 gramas. O peso médio dos frutos comerciais em cada época de colheita apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (Figura 2). O maior peso médio foi observado na época 2 (E2), onde o fruto apresentou 413 g, valor esse bem próximo ao encontrado por Marinho (2007), no mesmo cultivar, que foi de 404 g. Nas demais épocas, o peso médio ficou abaixo do encontrado por Marinho (2007), apesar da condução do pomar, em termos de os tratamentos culturais, ser semelhante.

A fase de crescimento é uma etapa de desenvolvimento do fruto onde ocorrem as alterações quantitativas que resultam no aumento de peso e volume

desse órgão. Tal fase é bastante influenciada por fatores do ambiente como temperatura, radiação solar e precipitação, além de fatores genéticos intrínsecos de cada material vegetal (Berilli et al., 2007).

Tabela 7 – Peso médio (gramas) do fruto comercial (PMFC) do mamoeiro Golden, cultivado sob diferentes doses de potássio (D) e turnos de rega (TR), em 6 meses de colheita

TR	Dose					Média
	1	2	3	4	5	
1	347	317	339	349	344	339
2	348	311	328	356	356	339
3	311	324	319	342	341	327
Média	335	317	329	349	346	335

Tabela 8 – Peso médio (gramas) do fruto não comercial (PMFNC) do mamoeiro Golden, cultivado sob diferentes doses de potássio (D) e turnos de rega (TR), em 6 meses de colheita

TR	Dose					Média
	1	2	3	4	5	
1	142	148	149	144	150	147
2	153	148	141	152	150	149
3	138	143	138	141	146	141
Média	144	147	143	146	149	146

Na Tabela 9, tem-se a produtividade comercial obtida por época, durante os 6 meses de colheita, para todos os tratamentos. Em média, a produtividade comercial foi de 32,86 t ha⁻¹. Mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos (doses de potássio e turnos de rega), nota-se que a produtividade mínima comercial foi encontrada no tratamento D3TR3, com 22,68 t ha⁻¹ e a produtividade máxima, no tratamento D1TR2, com 43,29 t ha⁻¹. A época que apresentou maior produtividade foi a E3 (Figura 3).

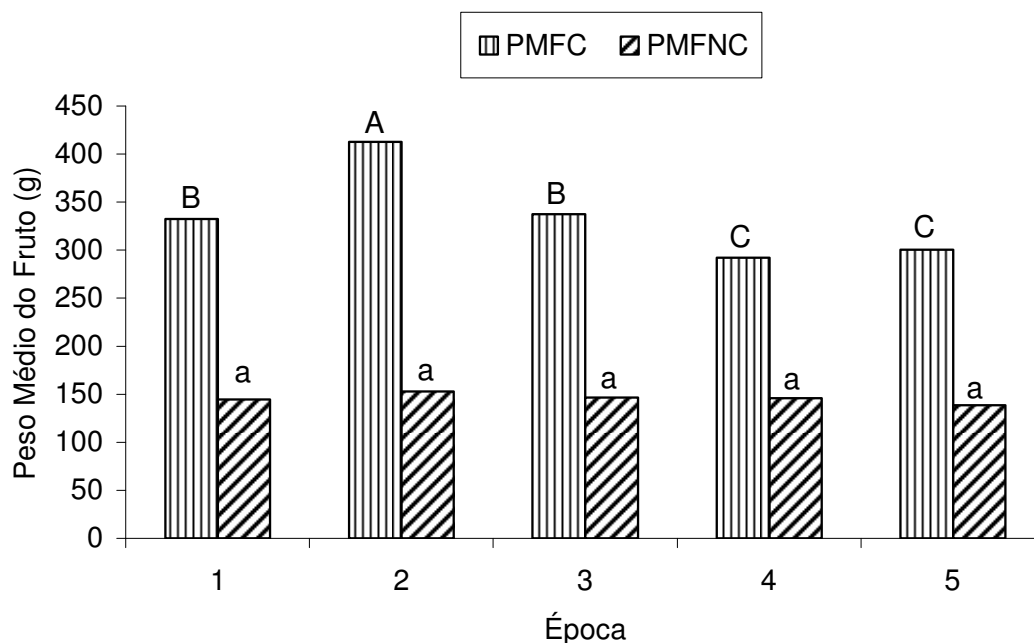


Figura 2 – Peso médio dos frutos comerciais (PMFC) e dos não comerciais (PMFNC) do mamoeiro Golden cultivado sob diferentes doses de potássio e turnos de rega, em cada época de colheita. Médias seguidas de mesma letra maiúscula para PMFC e minúsculas para PMFNC, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 9 – Produtividade comercial (Y_c , $t\ ha^{-1}$) do mamoeiro Golden, cultivado sob diferentes doses de potássio (D1 a D5) e turnos de rega (TR1 a TR3) em cada época de colheita (E1 a E5)

TRATAMENTO	ÉPOCAS					Yc SOMA
	E1	E2	E3	E4	E5	
D1TR1	3,41	9,08	12,50	8,14	4,59	37,72
D1TR2	3,52	11,22	13,36	10,02	5,17	43,29
D1TR3	3,42	6,90	9,08	5,43	1,38	26,21
D2TR1	3,02	8,16	10,32	6,13	2,12	29,75
D2TR2	2,97	8,58	9,31	6,02	2,11	29,00
D2TR3	2,60	7,47	8,34	5,98	1,67	26,06
D3TR1	4,15	9,30	12,11	6,49	1,98	34,04
D3TR2	3,84	7,77	8,87	6,58	2,29	29,36
D3TR3	3,50	5,98	7,78	3,64	1,78	22,68
D4TR1	2,56	7,22	13,52	8,00	5,53	36,83
D4TR2	3,47	8,87	12,79	8,58	4,46	38,18
D4TR3	2,86	6,59	10,68	6,79	2,96	29,89
D5TR1	3,29	9,04	12,90	8,57	3,93	37,73
D5TR2	3,20	10,23	16,04	9,08	4,12	42,66
D5TR3	3,36	6,40	9,73	6,73	3,20	29,42
Média	3,28	8,19	11,16	7,08	3,15	32,86

Na Tabela 10, tem-se a produtividade não comercial obtida por época, durante os 6 meses de colheita, para todos os tratamentos. Em média, a produtividade não comercial foi de 4,96 t ha⁻¹. De igual forma ao ocorrido na produtividade comercial, mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos (doses de potássio e turnos de rega), nota-se que a produtividade mínima não comercial foi encontrada no tratamento D3TR2, com 4,34 t ha⁻¹ e a produtividade não comercial máxima, no tratamento D2TR2, com 6,20 t ha⁻¹. As épocas que apresentaram maior produtividade não comercial foram a E3 e a E4 (Figura 3).

Tabela 10 – Produtividade não comercial (Ync, t ha⁻¹) do mamoeiro Golden, cultivado sob diferentes doses de potássio (D1 a D5) e turnos de rega (TR1 a TR3) em cada época de colheita (E1 a E5)

TRATAMENTO	ÉPOCAS					Ync SOMA
	E1	E2	E3	E4	E5	
D1TR1	0,81	0,62	1,03	1,53	0,70	4,69
D1TR2	0,68	1,26	0,98	1,66	0,63	5,22
D1TR3	0,88	0,82	1,18	1,53	0,72	5,14
D2TR1	0,81	0,93	1,28	1,88	0,97	5,87
D2TR2	0,61	1,11	1,59	2,27	0,62	6,20
D2TR3	0,69	0,76	1,14	1,75	0,56	4,90
D3TR1	0,91	0,78	1,20	1,49	0,34	4,71
D3TR2	0,90	0,58	1,07	1,34	0,46	4,34
D3TR3	1,12	0,84	1,02	1,47	0,53	4,98
D4TR1	0,65	0,90	1,20	1,72	0,64	5,10
D4TR2	0,68	0,67	1,08	1,21	1,05	4,69
D4TR3	0,44	0,37	1,24	1,48	0,97	4,50
D5TR1	0,64	0,79	1,21	1,46	0,61	4,72
D5TR2	0,86	0,62	1,14	1,09	0,65	4,36
D5TR3	0,72	0,63	1,35	1,47	0,78	4,95
Média	0,76	0,78	1,18	1,55	0,68	4,96

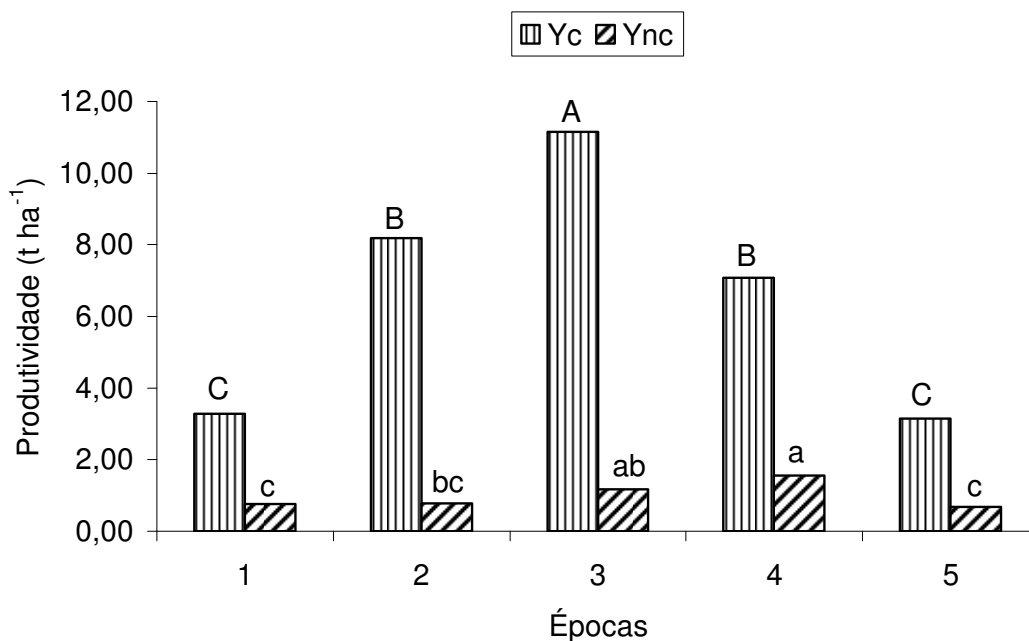


Figura 3 – Média de produtividade ($t\ ha^{-1}$) comercial (Yc) e não comercial (Ync) do mamoeiro Golden cultivado sob diferentes doses de potássio e turnos de rega, em cada época de colheita. Médias seguidas de mesma letra maiúscula para Yc e minúsculas para Ync, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em relação à produtividade total (YT), a média dos 6 meses de colheita foi de $37,81\ t\ ha^{-1}$. Desse total, 86,9% correspondem à produtividade comercial e apenas 13,1% à produtividade não comercial. Mesmo não havendo diferenças significativas entre os tratamentos, observa-se que a produtividade total máxima foi encontrada no tratamento D1TR2, com $48,52\ t\ ha^{-1}$ e a mínima produtividade total, no tratamento D3TR3, com $27,65\ t\ ha^{-1}$. A época que apresentou maior produtividade total foi a E3.

Nas condições edafoclimáticas de Cruz das Almas (BA), onde o solo apresentava nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, $0,20$ e $0,13\ cmol_c\ dm^{-3}$ de K (78 e $51\ mg\ dm^{-3}$ de K), respectivamente, o mamoeiro cultivar Sunrise Solo apresentou aumento de produtividade quando se fez o uso da adubação nitrogenada e potássica. O ponto de máxima produtividade foi estimado no primeiro ano de colheita para doses máximas físicas de $360\ kg/ha/ano$ de K_2O (Oliveira e Caldas, 2004). Apesar de o solo ter apresentado na profundidade de 0-20 cm, $84\ mg\ dm^{-3}$ de K ($0,21\ cmol_c\ dm^{-3}$ de K), valor esse próximo ao citado por

Oliveira e Caldas (2004) e, mesmo aplicando doses elevadas de potássio, como no caso o tratamento D5, com 72 g/planta/mês de K_2O (1.333 kg/ha/ano de K_2O) e nenhuma dose de potássio (D1), não foi possível observar diferença significativa na produtividade do mamoeiro Golden, em função das doses de potássio aplicadas.

Com relação ao número de frutos por planta, foram observados durante o período de colheita (6 meses), em média, 63 frutos comerciais e 22 frutos não comerciais. O número médio de frutos comerciais por planta, em cada época, de E1 a E5, foi de 6, 13, 21, 16 e 7, respectivamente, enquanto o número médio de frutos não comerciais por planta foi de 3, 3, 5, 7 e 3, respectivamente, para as épocas de E1 a E5.

O comprimento e o diâmetro dos frutos comerciais também não sofreram influência das doses de potássio e dos turnos de rega. O comprimento e o diâmetro dos frutos apresentaram diferenças significativas apenas nas épocas de avaliação. Para todo o período de colheita, os frutos comerciais apresentaram um comprimento médio de 126 mm e um diâmetro médio de 80 mm, com um coeficiente de variação de 6,93% e 2,44%, respectivamente. As médias de comprimento e diâmetro do fruto em relação a cada época estão apresentadas nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

Em um experimento com mamoeiro cultivar Sunrise Solo no município de Selviria (MS), o comprimento e diâmetro do fruto, espessura da polpa e sólidos solúveis não foram influenciados pela adubação com N, P e K. O solo do experimento apresentava na camada arável, de acordo com sua análise química, $0,24 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K ($93,8 \text{ mg dm}^{-3}$ de K) (Fernandes et al., 2004).

Fonseca (2001), estudando a resposta do mamoeiro Baixinho de Santa Amália, em um solo do Cerrado do Distrito Federal, com $0,11 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K (43 mg dm^{-3} de K) no solo, os maiores crescimentos em diâmetros e as maiores produções totais e comerciais de frutos por planta foram obtidos na menor dose de K aplicada no experimento (160 g/planta de K_2O), total esse aplicado por planta no período de maio/1999 a outubro/2000.

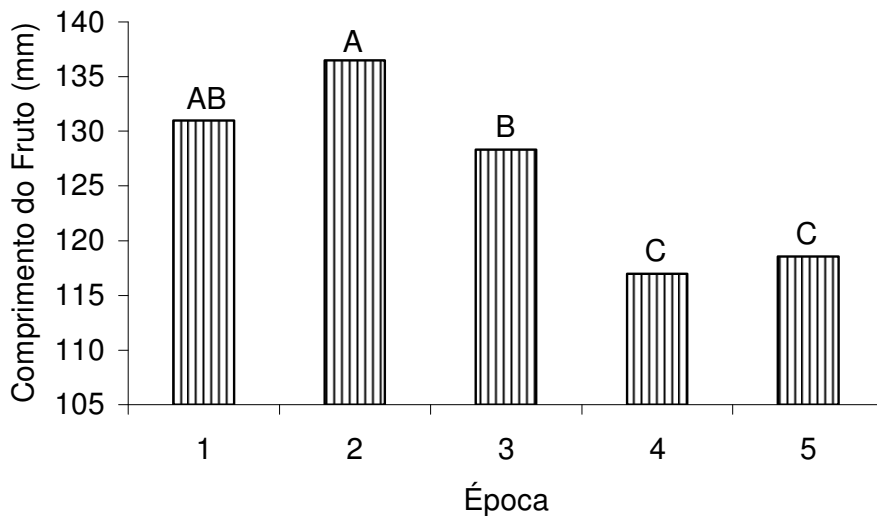


Figura 4 – Média do comprimento do fruto comercial (mm) do mamoeiro Golden, cultivado sob diferentes doses de potássio e turnos de rega, em cada época de colheita. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

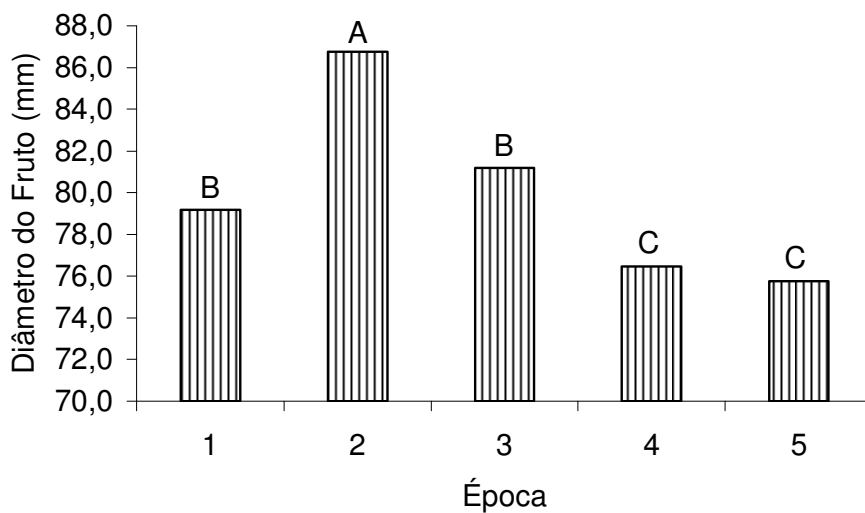


Figura 5 – Média do diâmetro do fruto comercial (mm) do mamoeiro Golden, cultivado sob diferentes doses de potássio e turnos de rega, em cada época de colheita. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A altura de planta, o diâmetro de caule e o diâmetro de copa não sofreram influência, estatisticamente, das doses de potássio e dos turnos de rega. Ambos apresentaram diferenças significativas apenas para a época avaliada. A altura de planta apresentou um coeficiente de variação de 2,50%, apresentando uma altura média em todo o período de avaliação de 2,26 m, chegando a 3,01 m aos 453 DAT. Um modelo de crescimento pôde ser obtido, apresentando um coeficiente de determinação (R^2) de 0,9934 (Figura 6).

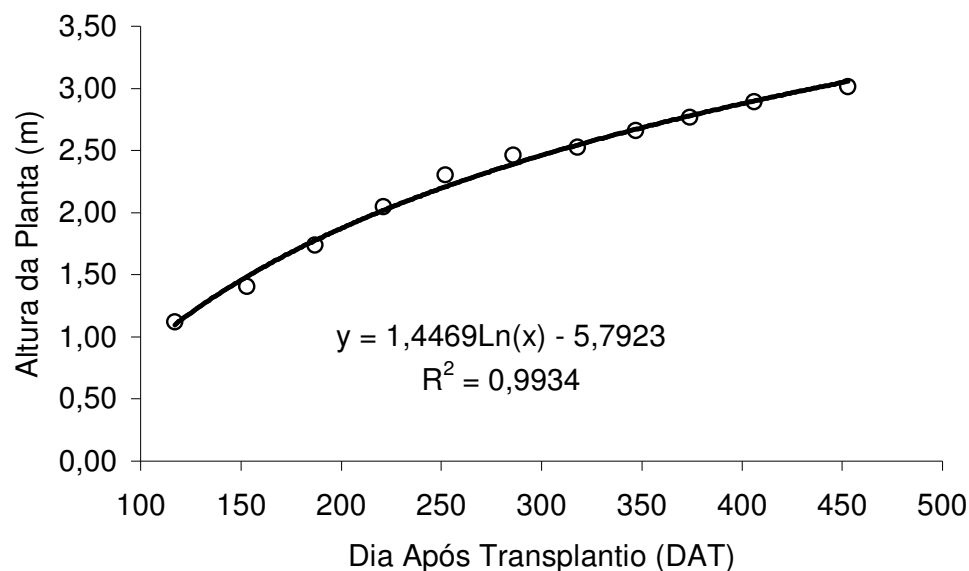


Figura 6 – Evolução da altura média da planta de todos os tratamentos a partir da sexagem, até o final do experimento.

O diâmetro de caule apresentou um coeficiente de variação de 2,35% e um diâmetro médio em todo o período de 12,2 cm. Aos 453DAT o diâmetro de caule estava com uma média de 14,2 cm. Um modelo pôde ser obtido, em função do DAT, apresentando um R^2 de 0,9914 (Figura 7).

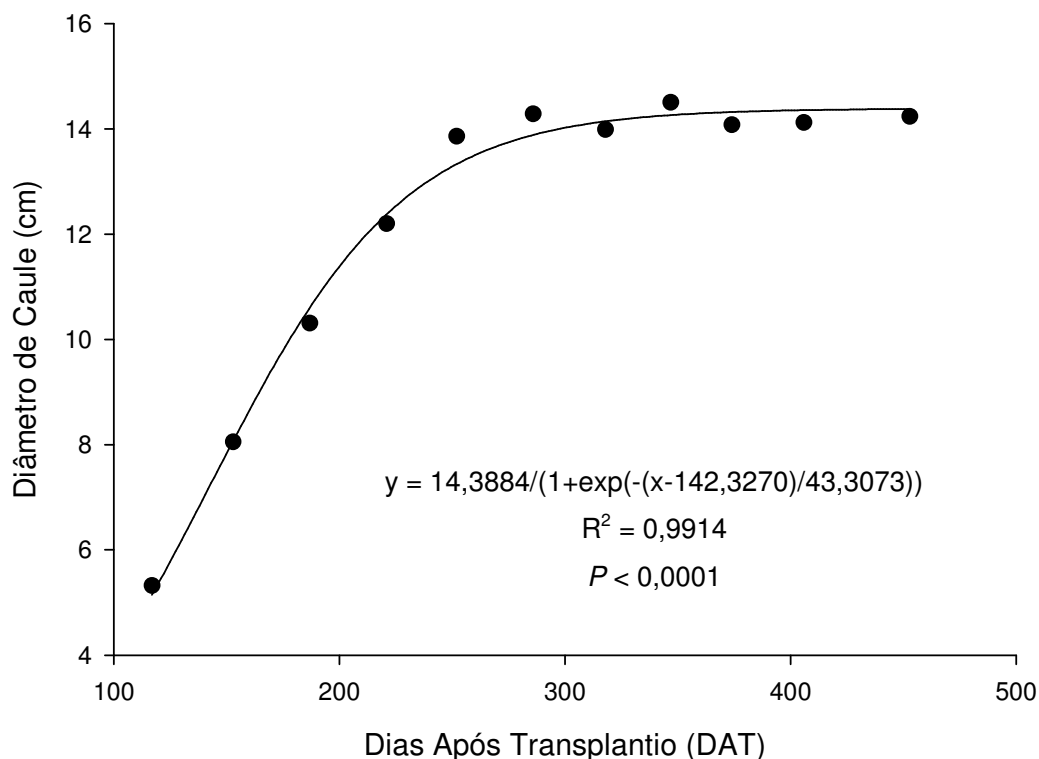


Figura 7 – Evolução do diâmetro de caule (cm) médio da planta de todos os tratamentos a partir da sexagem, até o final do experimento.

Com relação ao diâmetro de copa, esse apresentou um coeficiente de variação de 3,15% e um diâmetro médio em todo o período de 2,2 m. Um diâmetro máximo foi obtido aos 286 DAT (2,6 m), onde, logo após, foi observada uma redução, chegando a 1,9 m aos 347 DAT. Após essa data, observa-se uma nova tendência de crescimento (Figura 8). Esse comportamento de crescimento e redução no diâmetro também foi observado por Silva (1999) e Marinho (2007). O mamoeiro apresenta, durante seu ciclo de desenvolvimento, diâmetros de copa crescentes e decrescentes. Movimentos esses dependentes das condições climáticas do local, da fase de produção ou até mesmo da variedade em cultivo.

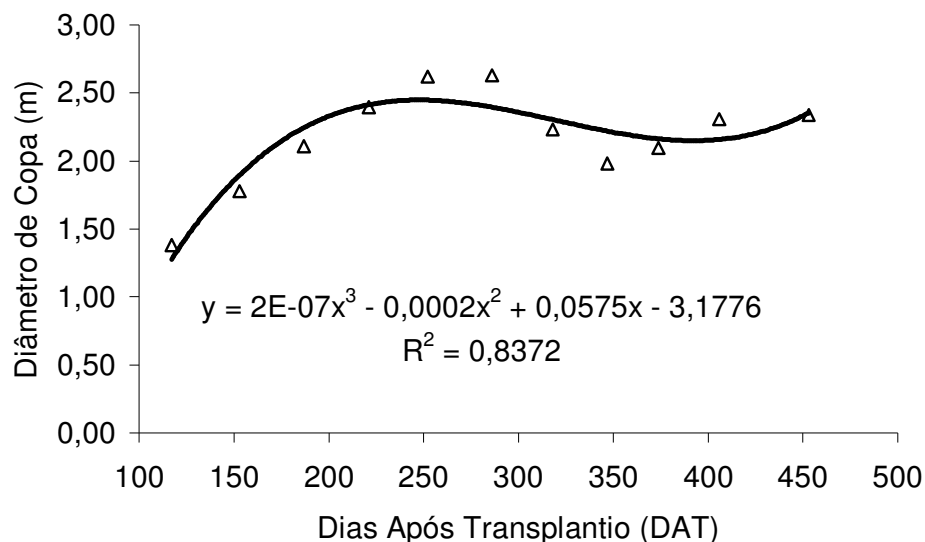


Figura 8 – Evolução do diâmetro de copa (m) médio da planta de todos os tratamentos a partir da sexagem, até o final do experimento.

A diversidade de situações de solos, culturas e hábitos de adubação torna necessária a diagnose do K existente no solo, em cada caso, como um dos pré-requisitos para a prescrição da adubação, que necessita ser adaptada regionalmente e por culturas (Nachtigall e Raij, 2005).

Apesar da maioria dos solos brasileiros serem pobres em relação ao elemento potássio, muitas culturas acabam não tendo respostas às grandes dosagens que, às vezes, são aplicadas nos solos, com o intuito de buscar aumento de produtividade. O próprio teor desse elemento no solo, em certos casos, é suficiente para uma manutenção da cultura, sem contar que, parte desse elemento que fica “indisponível” (K não-trocável) no solo, em alguns casos foram observados que este contribuiu sim, para a reposição desse elemento no solo, ficando de certa forma disponível para a planta, como citado por Anghinono e Genro Jr. (2005) e Nachtigall e Raij (2005).

A importância de se realizar uma análise de solo para obter as características químicas antes de uma adubação e, de se ter, através de experimentos locais ou mesmo de literaturas, referências dos teores adequados para um bom desenvolvimento da planta, é para que não se tenha gastos desnecessários em aplicações de fertilizantes em solos que já apresentam teores

adequados para um bom desenvolvimento da cultura, por pelo menos um período ou um ciclo de cultivo.

Um bom exemplo disso pode ser observado nos trabalhos de Silva et al. (2003) e Sousa et al. (2004), ambos trabalhando com doses diferenciadas de potássio em vários ciclos de produção da bananeira. Sousa et al. (2004) realizaram um experimento em um solo classificado como Argissolo distrófico, onde apresentava $0,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K (19 mg dm^{-3} de K), e encontraram para o primeiro e segundo ciclo de produção, influência do potássio. Entretanto, Silva et al. (2003), realizando seu experimento em um Latossolo Vermelho-Amarelo, com $0,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K (211 mg dm^{-3} de K), só vieram a encontrar significância da adubação potássica no quarto ciclo de produção da cultura.

Em quase a maioria dos cultivares têm-se casos em que o K teve efeito na produtividade, e casos em que não se teve efeito na produtividade. Em geral, essa relação tem como base o teor de K no solo, teor esse que acaba se tornando disponível para a planta, quer por meio direto (K disponível) ou conversão do K não-trocável para trocável. Na maioria dos casos, podem ser observados que, quando o solo já se encontra com teor suficiente (cada cultura com seu nível e/ou faixa crítica), excessos de aplicações não têm efeito no rendimento desta. Quando aplicado em excesso, esse poderá deixar o solo ácido ou será lixiviado, caracterizando prejuízo ao produtor, além do impacto ambiental.

Quando os solos são bem pobres em K, geralmente a influência das adubações potássicas na produtividade é positiva, como no experimento de Ayres e Alfaia (2007). Entretanto, quando o solo já apresenta teores considerados adequados para a cultura, não se tem influência das doses crescentes de potássio na produtividade da cultura, como no caso da laranjeira-Valência, cultivada no Norte do Estado de São Paulo, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, onde os dados obtidos mostraram que os pomares mantiveram a produtividade com doses mínimas de N e K_2O durante três anos, não havendo resposta em produção às doses crescentes desses nutrientes (Almeida e Baumgartner, 2002). As adubações crescentes de potássio também não tiveram efeito no aumento da produção de raízes de mandioca, devido aos teores iniciais de K no solo do plantio ser suficiente para a cultura (Fidalski, 1999).

Excesso de fertilizantes pode expressar riscos de degradação do solo, além de elevar os custos de produções e causar impactos ambientais. Sendo

assim, há a necessidade de um desenvolvimento de estratégias de manejo de adubação para as culturas, com o intuito de otimizar a eficiência do uso dos fertilizantes. Essa otimização pode ser com base nos teores adequados dos nutrientes no solo para cada cultura ou mesmo com base no conhecimento da exportação de nutrientes, conforme cita Reis Júnior e Monnerat (2001), com isso as perdas de nutrientes e a contaminação ambiental serão minimizadas.

Não obstante a importância dos resultados observados neste experimento, no mamoeiro Golden, em função das diferentes doses de potássio e turnos de rega, em virtude da carência de informações técnicas locais para a região, recomenda-se a continuidade dos estudos por um período maior permitindo, dessa forma, avaliar até quando a produtividade na parcela sem aplicação suplementar de potássio irá permanecer igual, ou seja, observar até quando o teor de potássio presente no solo é suficiente para a manutenção da cultura, sem perdas na produtividade.

Neste trabalho foi possível observar que não é viável a aplicação de potássio em solo com tal teor de potássio e, uma realização diária ou a cada dois dias de irrigação, tendo em vista que esses turnos de rega não diferiram do turno de rega de três dias, com isso é possível reduzir a mão-de-obra na irrigação, realizando um manejo utilizando um turno de rega de três dias.

RESUMO E CONCLUSÕES

Não houve diferença estatística dos nutrientes, tanto no limbo quanto no pecíolo, aos 116 e 279 dias após transplante, em função das doses de potássio e dos turnos de rega.

O peso médio dos frutos comerciais e não comerciais, o comprimento e o diâmetro de fruto e as produtividades comerciais, não comerciais e totais não foram influenciados estatisticamente pelas doses de potássio e pelos turnos de rega. Apenas a época de colheita foi significativa nos parâmetros avaliados, com exceção do peso médio dos frutos não comerciais, onde o maior peso médio, o maior comprimento e o maior diâmetro, de frutos comerciais, foram observados na época 2 (E2) e a maior produtividade comercial na época 3 (E3).

Com relação ao número de frutos por planta, foram observados durante o período de colheita (6 meses), em média, 63 frutos comerciais e 22 frutos não comerciais.

A altura da planta, o diâmetro de caule e o diâmetro de copa não sofreram influência do turno de rega e da adubação potássica.

Para solos com quantidade inicial de potássio igual a 84 mg dm^{-3} , na camada de 0-20 cm do solo, não foi observado efeito de doses complementares de potássio na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro. Nessas condições, recomenda-se não utilizar adubação suplementar de potássio por pelo menos 460 dias de cultivo.

Pelo fato de o turno de rega não ter influenciado estatisticamente a produtividade e os parâmetros vegetativos avaliados, deve-se utilizar, para a região em estudo, um turno de rega de três dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Paper, 56).
- Almeida, M.C.; Baumgartner, J.G. Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e na qualidade de frutos de laranja-‘valência’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.282-284, 2002.
- Anghinoni, I.; Genro Jr., S.A. O potássio na cultura do arroz irrigado. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, 2005. p.405-424.
- Awada, M., Long, C. (1971) Relation of petiole nitrogen levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 (6): 745-749.

- Ayres, M.I.C.; Alfaia, S.S. Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuero em sistemas agrofloretais da Amazônia Ocidental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.7, p.957-963, 2007.
- Berilli, S.S., Oliveira, J.G., Marinho, A.B., Lyra, G.B., Sousa, E.F., Viana, A.P., Bernardo, S., Pereira, M.G. Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya* L.) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.29, n.1, p.11-14, 2007.
- Bernardo, S.; Carvalho, J.A.; Sousa, E.F. *Irrigação do mamoeiro*. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 1996. 20p. (Boletim Técnico, 5)
- Bernardo, S., Soares, A.A., Mantovani, E.C. (2006) *Manual de irrigação*. 8. ed. Viçosa: UFV, 625p.
- Costa, A.N. (1995) *Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (Carica papaya L.) no Estado do Espírito Santo*. Tese (Doutorado) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 93p.
- Costa, A.N., Costa, A.F.S. (2003) Nutrição e adubação. In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória, ES: Incaper, p. 201-227.
- Costa, A.N., Costa, A.F.S., Fullin, E.A. (2001) Frutíferas In: Dadalto, G.G., Fullin, E.A. (eds.) *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 4ª aproximação*. Vitória, ES: SEEA/INCAPER, p.126-169.
- Fernandes, F.M.; Corrêa, L.S.; Isepon, J.S.; Boliani, A.C. Adubação do mamoeiro (*Carica papaya*) cv. Sunrise Solo: qualidade do fruto. In: Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2004. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xviii_cbf/resumos/T0519-370.pdf> Acesso em 10 set. 2007.

- Fidalski, J. Respostas da mandioca à adubação npk e calagem em solos arenosos no Noroeste do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n. 8, p.1353-1359, 1999.
- Fonseca, K.M. *Resposta da cultura do mamoeiro (Carica papaya L.) a níveis de potássio e de água*. 2001. 125p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2001.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1989) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 201p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.
- Manica, I., Martins, D.S., Ventura, J.A. (2006) *Mamão: tecnologia de produção pós-colheita, exportação, mercados*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 361p.
- Marin, S.L.D., Gomes, J.A., Salgado, J.S., Martins, D.S., Fullin, E.A. (1995) *Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos solo e formosa no Estado do Espírito Santo*. 4. ed. Vitória, ES:EMCAPA, 57 p.(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*. 2007. 125 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.
- Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. New York: Academic Press, 889p.
- Mascarenhas, H.A.A.; Tanaka, R.T.; Pereira, J.C.V.N.A.; Gallo, P.B.; Bataglia, O.C. Efeito de adubos potássicos na produção de soja. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.51, n.1, p.82-89, 1994.

- Nachtigall, G.R.; Raij, B. van. Análise e interpretação do potássio no solo. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, 2005. p.93-118.
- Oliveira, A.M.G.; Farias, A.R.N.; Santos Filho, H.P.; Oliveira, J.R.P.; Dantas, J.L.L.; Santos, L.B.; Oliveira, M.A.; Souza Junior, M.T.; Silva, M.J.; Almeida, O.A.; Nickel, O.; Medina, V.M.; Cordeiro, Z.J.M. *Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994, 52p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 9).
- Oliveira, A.M.G., Souza, L.F.S., Raij, B.V., Magalhães, A.F.J., Bernardi, A.C.C. (2004) Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado. *Circular Técnica*, 69. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Cruz das Almas-BA. Embrapa. 10 p.
- Oliveira, A.M.G.; Caldas, R.C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26, n.1, p.160-163, 2004.
- Reis Júnior, R.A.; Monnerat, P.H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.3, p.227-231, 2001.
- Reuther, D.J., Robinson, J.B. (1986) *Plant analysis: an interpretation manual*. Melbourne: Inkatan Press, 218p.
- Roberts, T.L. World reserves and production of potash. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, 2005. p.1-20.
- Samani, Z. Estimating solar radiation and evapotranspiration using minimum climatological data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v.126, n.4, p.265-267, 2000.

- Silva, J.G.F. *Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (Carica papaya L.)*. 1999. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- Silva, J.T.A.; Borges, A.L.; Carvalho, J.G.; Damasceno, J.E.A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. prata-anã. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.152-155, 2003.
- Siqueira, D.L.; Botrel, N. Clima e solo para a cultura do mamoeiro. Informe Agropecuário. Belo Horizonte: EPAMIG, v.134, p.8-9, 1986.
- Sousa, V.F.; Veloso, M.E.C.; Vasconcelos, L.F.L.; Ribeiro, V.Q.; Souza, V.A.B.; Albuquerque Junior, B.S. Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira 'grand naine'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.9, p.865-869, 2004.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2 ed. New York, McGraw-Hill Book Company, 1980, 633p.
- Tatagiba, J.S.; Oliveira, A.A.R. Tratamentos pós-colheita. In: Ritzinger, C.H.S.P.; Souza, J.S. *Mamão: Fitossanidade*. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas-BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. cap.2, p.12-14.
- Viégas, P.R.A. (1997) *Teores de nitrogênio em tecidos foliares, produção e qualidade de frutos de mamoeiro, em função da adubação nitrogenada*. Tese (Doutorado) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 62p.
- Vitti, G.C.; Malavolta, E.; Brasil Sobrinho, M.O.C. do; Marin, S.L.D. (1988) Nutrição e adubação do mamoeiro. In: Ruggiero, C. (ed.). *Mamão*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, p. 121-159.

4. RESUMOS E CONCLUSÕES

Nesta tese foram apresentados sete trabalhos oriundos de dois experimentos, um localizado na área de convênio UENF/PESAGRO-RIO, no município de Campos dos Goytacazes–RJ (região Norte Fluminense), utilizando o mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, e o outro experimento, no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no município de Itaocara-RJ (região Noroeste Fluminense), utilizando dois cultivares, o híbrido UENF/CALIMAN01 e o Golden.

O primeiro trabalho teve como objetivo determinar o efeito de diferentes lâminas de irrigação na produtividade e nos parâmetros de produção, tais como comprimento e diâmetro de fruto, número de frutos por planta e peso médio do fruto do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, conduzido em Campos dos Goytacazes - RJ. O experimento foi realizado no período de 25/04/2006 a 18/05/2007, seguindo a um delineamento em blocos casualizados, com cinco 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), com quatro repetições.

O segundo trabalho teve como objetivos determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c) e o coeficiente da cultura (k_c) nos diferentes estádios de desenvolvimento do mamoeiro (*Carica papaya* L.). O experimento foi realizado na área de convênio UENF/PESAGRO-RIO, no período de 25/04/2006 a 20/08/2007. Para a determinação da ET_c e do k_c, foi utilizado um lisímetro de pesagem com

área superficial de 6 m². A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada pelo método de Penman-Monteith (FAO).

O terceiro trabalho teve como objetivo determinar o coeficiente de resposta ao déficit hídrico na produção de frutos comerciais e totais do mamoeiro, cultivado na região Norte Fluminense. O experimento foi realizado na área de convênio UENF/PESAGRO-RIO, no período de 25/04/2006 a 18/05/2007. Utilizou-se 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.

O quarto trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo empírico prático e não-destrutivo para estimação da área de uma folha e a área foliar total do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em pomar comercial. Para isso, foram avaliados dois pomares irrigados, sendo um formado pelo cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, conduzido no município de Campos dos Goytacazes-RJ, e o outro pomar formado pelos cultivares híbrido UENF/CALIMAN01 e o Golden, em Itaocara-RJ. As plantas foram avaliadas no período de 50 a 550 dias após o transplante, onde as folhas tiveram o comprimento da nervura central variando de 0,04 m a 0,60 m.

O quinto trabalho teve como objetivo quantificar o tempo de permanência dos frutos do mamoeiro na planta, frutos esses produzidos no verão, desde sua formação até a colheita. O experimento foi realizado na área de convênio UENF/PESAGRO-RIO, no período de 25/04/2006 a 18/05/2007. Durante o período de condução do experimento foram realizadas três contagens de frutos na planta, representando, aproximadamente, o sexto, o sétimo e o nono mês de condução da cultura.

O sexto trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de potássio e turnos de rega na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01. O experimento foi realizado no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no período de 05/05/2006 a 11/07/2007. Foram estudados os efeitos de cinco doses de potássio (D1 = 00, D2 = 18, D3 = 36, D4 = 54 e D5 = 72 g planta⁻¹ mês⁻¹ de K₂O) e de três turnos de rega (TR1 = diário, TR2 = dois dias e TR3 = três dias), em um arranjo fatorial com blocos casualizados e três repetições, no desenvolvimento da cultura do mamoeiro.

O sétimo trabalho teve o mesmo objetivo do sexto trabalho, porém para o mamoeiro cultivar Golden. O experimento foi realizado no Campo Experimental de Itaocara (CEI), no período de 05/05/2006 a 08/08/2007. As doses de potássio e os turnos de rega foram os mesmo do sexto trabalho.

Com os dados obtidos pode-se concluir:

- O mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, aos 13 meses de cultivo e com quatro meses de colheita, apresentou uma produtividade máxima comercial de $38,78 \text{ t ha}^{-1}$, com uma lâmina aplicada de 1.414 mm (T3) e produtividade máxima total de $49,42 \text{ t ha}^{-1}$, com uma lâmina aplicada de 1.479 mm (T5).
- Para o mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, em relação à menor lâmina de água aplicada (1.049 mm), um acréscimo na lâmina na ordem de 34,76% representou um aumento de 78,13% na produtividade comercial. Com respeito à produtividade total, um acréscimo de 41% na lâmina aplicada representou um aumento de 23,28% na produtividade.
- No mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, modelos de segundo grau foram ajustados para estimar o peso médio dos frutos comerciais e não comerciais e o número médio de frutos comerciais e não comerciais em função da lâmina de água aplicada. Tais modelos apresentaram R^2 de 0,83, 0,76, 0,98 e 0,66, respectivamente.
- No cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, o maior comprimento médio (198,2 mm), assim como o maior diâmetro médio (109,4 mm) dos frutos comerciais, foi encontrado para uma lâmina aplicada de 1.414 mm. Já, os menores valores de comprimento médio (187,8 mm) e diâmetro médio (103,8 mm) dos frutos comerciais foram observados na lâmina aplicada de 1.049 mm.
- O valor do coeficiente da cultura (kc) do mamoeiro foi de 0,82 até os 96 DAT, quando a planta atingiu um metro de altura (estádio I). Durante o estágio II, o valor do kc cresceu linearmente de, aproximadamente, 0,1 unidade para cada 0,30 metros de incremento na altura da planta, chegando a 1,35 aos 372 DAT, quando a planta atingiu 2,65 metros (início do estágio III). A partir desse

período, o valor de k_c manteve-se constante e igual a 1,35 até o final do experimento. Considerando todo o período em estudo, obteve-se um k_c médio de 1,09.

- 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 (k_y) para frutos comerciais de 1,4581 e para produção total um coeficiente igual a 0,5674.

- Um modelo matemático foi desenvolvido para a estimativa da área de uma folha do mamoeiro, levando em consideração o comprimento da nervura central da folha e a idade da planta, representada em dias após o transplântio.

- Com base no comprimento médio da nervura central das duas últimas folhas da copa e do número total de folhas presentes na planta, pode-se estimar a área foliar total do mamoeiro.

- Os frutos do mamoeiro cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, produzidos no verão, levam em torno de 150 dias para atingirem a maturidade (estádio I).

- Uma estimativa precoce da produtividade pode ser obtida com os frutos ainda verdes na planta, sem que se tenha que esperar a maturidade.

- Não houve diferença estatística dos nutrientes, tanto no limbo quanto no pecíolo, aos 116 e 279 dias após transplântio, em função das doses de potássio e do turno de rega, nos dois cultivares avaliados (híbrido UENF/CALIMAN01 e o Golden).

- Tanto no híbrido UENF/CALIMAN01 como no Golden, o peso médio dos frutos comerciais e não comerciais, o comprimento e o diâmetro de fruto e as produtividades comerciais, não comerciais e totais não foram influenciados estatisticamente pelas doses de potássio e pelo turno de rega.

- No cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, apenas a época de colheita foi significativa nos parâmetros avaliados, onde o maior peso médio foi observado na época 3 (E3) e a maior produtividade comercial nas épocas 2 e 3 (E2 e E3).

- No cultivar Golden, apenas a época de colheita foi significativa nos parâmetros avaliados, com exceção do peso médio dos frutos não comerciais, onde o maior peso médio, o maior comprimento e o maior diâmetro, de frutos comerciais foram observados na época 2 (E2) e a maior produtividade comercial na época 3 (E3).
- Com relação ao número de frutos por planta no cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, foram observados quase a mesma proporcionalidade entre frutos comerciais e não comerciais. Durante o período de cinco meses e 19 dias de colheita, foram observados em média 28 frutos comerciais e 26 frutos não comerciais por planta.
- No cultivar Golden, com relação ao número de frutos por planta, foram observados durante o período de colheita (6 meses), em média, 63 frutos comerciais e 22 frutos não comerciais.
- No cultivar híbrido UENF/CALIMAN01 e no Golden, a altura da planta, o diâmetro de caule e diâmetro de copa não sofreram influência do turno de rega e da adubação potássica.
- No cultivar híbrido UENF/CALIMAN01, cujo solo apresentou quantidade inicial de potássio igual a 72 mg dm^{-3} , na camada de 0-20 cm, não foi observado efeito de doses complementares de potássio na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro. Nessas condições, recomenda-se não utilizar adubação suplementar de potássio para o cultivar por pelo menos 432 dias de cultivo.
- No cultivar Golden, cujo solo apresentou quantidade inicial de potássio igual a 84 mg dm^{-3} , na camada de 0-20 cm, não foi observado efeito de doses complementares de potássio na produtividade e nos parâmetros vegetativos do mamoeiro. Nessas condições, recomenda-se não utilizar adubação suplementar de potássio na cultura por pelo menos 460 dias de cultivo.
- Pelo fato de o turno de rega não ter influenciado estatisticamente a produtividade e os parâmetros vegetativos avaliados, tanto no híbrido UENF/CALIMAN01 quanto no Golden, deve-se utilizar, para a região em estudo, um turno de rega de três dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboukhaled, A., Alfaro, A., Smith, M. (1982) *Lysimeters*. FAO Irrigation and Drainage Paper, 39. Rome: FAO, 68p.
- Aiyelaagbe, I.O.O.; Fawusi, M.O.A.; Babalola, O. (1986) Growth, development and yield of pawpaw (*Carica papaya* L.) 'Homestead selection' in response to soil moisture stress. *Plant and Soil*, v.93, n.3, p.427-435.
- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998) *Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- Almeida, F.T. (2000) *Respostas do mamoeiro (Carica papaya L.) 'do grupo Solo' a diferentes lâminas de irrigação no Norte Fluminense*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 125p.
- Almeida, F.T., Bernardo, S., Marinho, C.S., Marin, S.L.D., Sousa, E.F. (2002) Teores de nutrientes do mamoeiro 'Improved Sunrise Solo 72/12' sob diferentes lâminas de irrigação, no Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 24 (2): 547-551.

- Almeida, F.T., Marinho, C.S., Souza, E.F., Grippa, S. (2003) Expressão sexual do mamoeiro sob diferentes lâminas de irrigação na região Norte Fluminense. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 25 (3): 383-385.
- Almeida, M.C.; Baumgartner, J.G. (2002) Efeitos da adubação nitrogenada e potássica na produção e na qualidade de frutos de laranja-‘valência’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.282-284.
- Alves, A.A.C.; Santos, E.L. (2002) Estimativa da área foliar do mamoeiro utilizando medidas da folha. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Belém, PA. Anais: CBF, 2002. Available at: http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/fisiologia/567.htm Acesso em 28 Ago. 2006.
- Anghinoni, I.; Genro Jr., S.A. (2005) O potássio na cultura do arroz irrigado. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, p.405-424.
- Araújo, E.C.E.; Santos, E.P.; Prado, C.H.B.A. (2005) Estimativa da área foliar da mangueira (*Mangifera indica* L.) cvs. Tommy atkins e haden, utilizando dimensões lineares. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.27, n.2, p.308-309.
- Arkle Junior, T.D.; Nakasone, H.Y. (1984) Floral differentiation in the hermaphroditic papaya. *Hort Science*, n.19, p.832-834.
- Arruda, F.B.; Grande, M.A. (2003) Fator de resposta da produção do cafeeiro ao déficit hídrico em Campinas. *Bragantia*, Campinas, v.62. n.1, p.139-145.
- Awada, M. (1953) *Effects of moisture on yield and sex expression of the papaya plants (Cariaca papaya L.)*. University of Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station, 4p. (Progress Notes, n.97).

- Awada, M. (1958) *Relationships of minimum temperature and growth rate with sex expression of papaya plants (Carica papaya L.)*. Honolulu: University of Hawaii, 16 p. (University of Hawaii. Technical Bulletin, 38).
- Awada, M. (1961) Soil moisture tension in relation to fruit types of papaya plants. *Hawaii Farm Science*, v.10, n.2, p.7-8.
- Awada, M., Long, C. (1971) Relation of petiole nitrogen levels to nitrogen fertilization and yield of papaya. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 (6): 745-749.
- Awada, M.; Wu, I.P.; Suehisa, R.H.; Padgett, M.M. (1979) 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, 20p. (Boletim Técnico, 103).
- Ayres, M.I.C.; Alfaia, S.S. (2007) Calagem e adubação potássica na produção do cupuaçuero em sistemas agroflorestais da Amazônia Ocidental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.7, p.957-963.
- Berilli, S.S., Oliveira, J.G., Marinho, A.B., Lyra, G.B., Sousa, E.F., Viana, A.P., Bernardo, S., Pereira, M.G. (2007) Avaliação da taxa de crescimento de frutos de mamão (*Carica papaya L.*) em função das épocas do ano e graus-dias acumulados. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.29, n.1, p.11-14.
- Bernardo, S. (1996) Irrigação do mamoeiro. In: Mendes, L.G.; Dantas, J.L.L.; Morales, C.F.G. (eds.) Mamão no Brasil. Cruz das Almas, BA: EUFBA/EMBRAPA-CNPMF, p.57-75.
- Bernardo, S. (1998) Irrigação e Produtividade. In: Faria, M.A.; Silva, E.L.; Vilela, L.A.A.; Silva, A.M. (eds.) *Manejo de Irrigação*. Lavras: UFLA/SBEA, p. 117-132.
- Bernardo, S., Carvalho, J.A., Sousa, E.F. (1996) *Irrigação do mamoeiro*. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 20p. (Boletim Técnico, 5)

- Bernardo, S., Soares, A.A., Mantovani, E.C. (2006) *Manual de irrigação*. 8. ed. Viçosa: UFV, 625p.
- Bernardo, S.; Soares, A.A.; Mantovani, E.C. (2005) *Manual de irrigação*. 7.ed. Viçosa: UFV, 611p.
- Bertonha, A.; Frizzoni, J.A.; Paz, V.P.S.; Botrel, T.A.; Coelho, R.D. (1997) Função de resposta da laranja (Citrus sinensis Osbeck vr. Pêra) à diferentes níveis de irrigação e nitrogênio. CD-ROM do Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 25, Campina Grande, PB: Sociedade Brasileira Engenharia Agrícola. 1997.
- Bezerra, F.M.L.; Angelocci, L.R.; Minami, K. (1999) 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*, Campina Grande, v.3, n.3, p.322-326.
- Calegario, F.F. (1997) *Características físicas e químicas do fruto do mamão (Carica papaya L.) em desenvolvimento*. Tese (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Viçosa – Universidade Federal de Viçosa – UFV, 54p.
- Campelo Júnior, J.H., Aquino, A.R.L., Kliemann, H.J., Queiroz, E.F., Azevedo, J.A. (1986) Nutrição mineral e adubação do mamoeiro. *In*: Haag, H.P. (coord.) *Nutrição mineral e adubação de frutíferas tropicais no Brasil*. Campinas, SP: Fundação Cargill, p.189-204.
- Campostrini, E.; Yamanishi, O.K. (2001) Estimation of papaya leaf area using the central vein length. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.58, n.1, p.39-42.
- Carvalho, D.F.; Silva, L.D.B.; Folegatti, M.V.; Costa, J.R.; Cruz, F.A. (2006) Avaliação da evapotranspiração de referência na região de Seropédica-RJ, utilizando lisímetro de pesagem. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.14, n.2, p.187-195.

- Carvalho, J.A.; Pereira, G.M.; Andrade, M.J.B.; Roque, M.W. (2000) Efeito do déficit hídrico sobre o rendimento do feijão caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.3, p.710-717.
- Chaves, S.W.P.; Azevedo, B.M.; Medeiros, J.F.; Bezerra, F.M.L.; Morais, N.B. (2005) Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da pimenteira em lisímetro de drenagem. *Revista Ciência Agronômica*, v.36, n.3, p.262-267.
- Chitarra, M.I.F., Chitarra, A.B. (2005) *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2. ed. Lavras: UFLA, 785p.
- Coelho Filho, M.A.; Angelocci, L.R.; Rojas, J.S.D.; Campeche, L.F.S.M.; Folegatti, M.V. (2004) Relações entre transpiração máxima, área foliar e evapotranspiração de referência em pomar jovem de lima ácida 'tahiti'. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.12, n.2, p.265-274.
- Coelho Filho, M.A.; Angelocci, L.R.; Vasconcelos, M.R.B.; Coelho, E.F. (2005a) Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida 'tahiti' usando métodos não-destrutivos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.163-167.
- Coelho Filho, M.A.; Coelho, E.F.; Alves, A.A.C. (2005b) Método para estimativa da área foliar de plantas de mamoeiro do grupo solo e formosa. In: Martins, D.S. (ed.) *Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão*. Vitória, ES: Incaper, p.525-528.
- Coelho, E. F., Alves, A. A. C., Lordelo, C. M. M., Queiroz, J. S. (2003) Produção do mamoeiro cultivar Tainung nº1 sob diferentes regimes de irrigação em condições semi áridas. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Disponível em: http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/irrigacao/464.htm Acesso em 22 Mar. 2006.

- Coelho, E.F., Santos, M.R., Coelho Filho, M.A. (2005) Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em latossolo de tabuleiros costeiros. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, 27: 175-178.
- Coelho, E.F., Silva, J.G.F., Souza, L.F.S. (1999) Irrigação e fertirrigação. *In: Sanches, N.F., Dantas, J.L.L. (coords.) O cultivo do mamão*. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.32-41. (Circular Técnica, 34)
- Costa, A.F.S., Pacova, B.E.V. (2003) Caracterização de cultivares, estratégias e perspectivas do melhoramento genético do mamoeiro. *In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória, ES: Incaper, p. 59-102.
- Costa, A.N. (1995) *Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (Carica papaya L.) no Estado do Espírito Santo*. Tese (Doutorado) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 93p.
- Costa, A.N., Costa, A.F.S. (2003) Nutrição e adubação. *In: Martins, D.S., Costa, A.F.S. (eds.) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória, ES: Incaper, p. 201-227.
- Costa, A.N., Costa, A.F.S., Fullin, E.A. (2001) Frutíferas *In: Dadalto, G.G., Fullin, E.A. (eds.) Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 4ª aproximação*. Vitória, ES: SEEA/INCAPER, p.126-169.
- Daliparthi, J.; Barker, A.V.; Mondal, S.S. (1994) Potassium fractions with other nutrients in crops: a review focusing on the tropics. *Journal of Plant Nutrition*, Monticello, 17 (11): 1859-1886.
- Dantas, J.L.L., Dantas, A.C.V.L., Lima, J.F. (2002) Mamoeiro. *In: Bruckner, C. H. (ed.) Melhoramento de fruteiras tropicais*. Viçosa: UFV, p.309-349.

- Dantas, J.L.L., Morales, C.F.G. (1997) Estratégias para o melhoramento genético do mamoeiro. *Rev.Bras. Frutic.*, Cruz das Almas, 19: 65-78.
- Dantas, J.L.L.; Castro Neto, M.T. de. (2000) Aspectos botânicos e fisiológicos. *In*: Trindade, A.V. (org.) *Mamão Produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.11-14.
- David, T.S.; Ferreira, I.; Pereira, J.S.; Cohen, S.; David, J.S. (2002) Transpiração em árvores isoladas de um montado de azinho, evolução sazonal e condicionantes hidráulicas. *Silva Lusitana*, Lisboa, v.10, n.2, p.133-149.
- Doorenbos, J., Kassam, A.H. (1994) *Efeito da água no rendimento das culturas*. Tradução de Gheyi, H.R., Sousa, A.A. de, Damasceno, F.A.V., Medeiros, J.F. de. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33)
- Doorenbos, J.; Kassam, A.H. (1979) Yield response to water. Irrigation and Drainage Paper 33. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 193p.
- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. (1977) *Guidelines for predicting crop water requirements. 2 ed.* Rome: FAO, 156p. (FAO Irrigation and Drainage Paper 24).
- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. (1992) *Guidelines for predicting crop water requirements*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 144p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).
- English, M.J. (1990) Deficit irrigation. I: Analytical framework. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, 116 (3): 399-412.
- FAO – FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations: Estatistical Databases Agriculture. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>> Acesso em 25 Maio 2007, página mantida pela FAO.

- Fernandes, F.M., Corrêa, L.S., Isepon, J.S., Boliani, A.C. (2004) Adubação do mamoeiro (*Carica papaya*) cv. Sunrise Solo: qualidade do fruto. *In: Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xviii_cbf/resumos/T0519-370.pdf> Acesso em 10 set. 2007.
- Ferregueti, G.A. (2003) Caliman 01 – o primeiro híbrido de mamão formosa brasileiro. *In: Martins, D.S. (org.) Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno*. Vitória: INCAPER, p.211-218.
- Fidalski, J. (1999) Respostas da mandioca à adubação npk e calagem em solos arenosos no Noroeste do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n. 8, p.1353-1359.
- Fonseca, K.M. (2001) *Resposta da cultura do mamoeiro (Carica papaya L.) a níveis de potássio e de água*. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 125p.
- Freitas, A.A.; Bezerra, F.M.L. (2004) Coeficientes de cultivo da melancia nas suas fases fenológicas. *Revista Ciência Agronômica*, v.35, n.2, p.319-325.
- Frizzone, J. A. (2005) *Análise de decisão econômica em irrigação*. Piracicaba: ESALQ/LER, 371p. (Série Didática, 17)
- Fronza, D.; Folegatti, M.V. (2003) Water consumption of the estevia (*Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni) crop estimated through microlysimeter. *Scientia Agrícola*, v.60, n.3, p.595-599.
- Garcia, F.C.H. (2004) Efeitos de níveis de irrigação na cultura do mamoeiro na chapada do Apodi, CE. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 31p.

- Hargreaves, G.H., Samani, Z.A. (1984) Economics consideration of deficit irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, New York, 110 (4): 343-358.
- Hernandez, F.B.T.; Suzuki, M.A.; Frizzoni, J.A.; Tarsitano, M.A.A.; Pereira, G.T.; Corrêa, L.S. (1996) Função de resposta da figueira à aplicação de doses de nitrogênio e de lâminas de água. *Engenharia Agrícola*, v.16, n.2, p.22-30.
- Hexem, R.W., Heady, E.O. (1978) *Water production functions for irrigated agriculture*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 215p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em 25 Maio 2007, página mantida pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- Kist, H., Manica, I. (1995) Densidade de plantio, crescimento e produção do mamoeiro formosa (*Carica papaya* L.) em Porto Lucena, RS. *Pesq. Agropec. Bras.* Brasília, 30 (5): 657-666.
- Lordelo, C.M.M., Coelho, E.F., Alves, A.A.C., Queiroz, J.S. (2003) Crescimento do mamoeiro sob diferentes níveis de irrigação em condições semi-áridas. *In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/irrigacao/462.htm> Acesso em 22 Mar. 2006.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C., Oliveira, S.A. (1989) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 201p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Manica, I., Martins, D.S., Ventura, J.A. (2006) *Mamão: tecnologia de produção pós-colheita, exportação, mercados*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 361p.

- Mantovani, E.C., Bernardo, S., Palaretti, L.F. (2006) *Irrigação: princípios e métodos*. Viçosa: UFV, 318p.
- Marin, S.L.D., Gomes, J.A., Salgado, J.S., Martins, D.S., Fullin, E.A. (1995) *Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos solo e formosa no Estado do Espírito Santo*. 4. ed. Vitória, ES: EMCAPA, 57 p. (Circular Técnica, 3)
- Marin, S.L.D., Pereira, M.G., Amaral Júnior, A.T., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D. (2006a) Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of 'Solo' and 'Formosa' parents. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, n.6, p.24-29.
- Marin, S.L.D., Pereira, M.G., Amaral Júnior, A.T., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D. (2006b) Partial diallel to evaluate the combining ability for economically important traits of papaya. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.63, n.6, p.540-546.
- Marinho, A.B. (2007) Respostas dos mamoeiros cultivar golden e do híbrido uenf/caliman01 sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 125 p.
- Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. New York: Academic Press, 889p.
- Martins, D.P. (1998) Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg.) à lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e de potássio. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 84p.
- Mascarenhas, H.A.A.; Tanaka, R.T.; Pereira, J.C.V.N.A.; Gallo, P.B.; Bataglia, O.C. (1994) Efeito de adubos potássicos na produção de soja. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.51, n.1, p.82-89.

- Miranda, F.R.; Souza, F.; Ribeiro, R.S.F. (1999) Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo para a cultura do melão plantado na região litorânea do Estado do Ceará. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.18, n.4, p.63-70.
- Montenegro, A.A.T., Bezerra, F.M.L., Lima, R.N. (2004) Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 24 (2):464-472.
- Nachtigall, G.R.; Raij, B. van. (2005) Análise e interpretação do potássio no solo. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, p.93-118.
- Nakasone, H.Y. (1988) Produção de mamão nos trópicos e subtropicais. In: Riggiero, C. (ed.) *Mamão*. Jaboticabal: FCAV-UNESP, p.19-42.
- Nobel, P.S. (1991) *Physicochemical and environmental plant physiology*. San Diego: Academic Press, 635p.
- Norman, J.M.; Campbell, G.S. (1989) Crop structure. In: Pearcy, R.W.; Ehleringer, J.R.; Mooney, H.A.; Rundel, P.W. *Plant physiological ecology: Field methods and instrumentation*. New York: Chapman and Hall, p.457.
- Oliveira, A.M.G., Caldas, R.C. (2004) Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 26 (1):160-163.
- Oliveira, A.M.G., Souza, L.F.S., Raij, B.V., Magalhães, A.F.J., Bernardi, A.C.C. (2004) Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado. *Circular Técnica*, 69. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Cruz das Almas-BA. Embrapa. 10 p.
- Oliveira, A.M.G.; Farias, A.R.N.; Santos Filho, H.P.; Oliveira, J.R.P.; Dantas, J.L.L.; Santos, L.B.; Oliveira, M.A.; Souza Junior, M.T.; Silva, M.J.; Almeida,

- O.A.; Nickel, O.; Medina, V.M.; Cordeiro, Z.J.M. (1994) *Mamão para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: EMBRAPA – SPI, 52p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 9).
- Paes, H.M.F. (2003) *Demanda hídrica e função de produção da cultura do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) em Campos dos Goytacazes – RJ*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 57 p.
- Pereira, A.R., Nova, N.A.V., Sediya, G.C. (1997) *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ. 183 p.
- Pereira, L.S.; Allen, R.G. (1997) Novas aproximações aos coeficientes culturais. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.16, n.4, p.118-143.
- Pereira, M.G., Marin, S.L.D., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D., Martins, S.P., Pereira, T.N.S. (2003) Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): coportamento de híbridos no Norte do Estado do Rio de Janeiro. *In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=35> Acesso em 06 Jan. 2006.
- Pereira, M.G., Marin, S.L.D., Viana, A.P., Pereira, T.N.S., Ferregueti, G.A., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D., Cattaneo, L.F., Silva, F.F., Damasceno, P.C., Vitória, A.P., Oliveira, J.G., Daher, R.F. (2004a) Melhoramento genético do mamoeiro (*Carica papaya* L.): desenvolvimento e recomendação de híbridos. *In: Oliveira, J.G. (ed.) II Reunião de pesquisa do frutimamão*. Campos dos Goytacazes, RJ, p. 21-28.
- Pereira, M.G., Marin, S.L.D., Viana, A.P., Pereira, T.N.S., Ferregueti, G.A., Martelleto, L.A.P., Ide, C.D., Cattaneo, L.F., Silva, F.F., Damasceno, P.C., Vitória, A.P., Oliveira, J.G., Daher, R.F. (2004b) Desenvolvimento e recomendação de híbridos de mamoeiro formosa. *In: Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura*. Disponível em:

http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xviii_cbf/resumos/T0315-204.pdf

Acesso em 22 Mar. 2006.

- Picini, A.G.; Camargo, M.B.P.; Ortolani, A.A.; Fazuoli, L.C.; Gallo, P.B. (1999) Desenvolvimento e teste de modelos agrometeorológicos para a estimativa de produtividade do cafeeiro. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.1, p.157-170.
- Reis Júnior, R.A.; Monnerat, P.H. (2001) Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.3, p.227-231.
- Reuther, D.J., Robinson, J.B. (1986) *Plant analysis: an interpretation manual*. Melbourne: Inkatan Press, 218p.
- Roberts, T.L. (2005) World reserves and production of potash. In: Yamada, T.; Roberts, T.L. (eds.) *Potássio na agricultura brasileira*. 2. Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Piracicaba, SP, p.1-20.
- Samani, Z. (2000) Estimating solar radiation and evapotranspiration using minimum climatological data. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 126 (4): 265-267.
- Sediyama, G.C.; Ribeiro, A.; Leal, B.G. (1998) Relações clima-água-planta. In: Faria, M.A.; Silva, E.L.; Vilela, L.A.A.; Silva, A.M. (eds.) *Manejo de irrigação*. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27. Lavras: UFLA/SBEA, p.46-85.
- Silva, J.G.F. (1999) *Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (Carica papaya L.)*. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa, 90p.
- Silva, J.G.F., Ferreira, P.A., Costa, L.C., Melendes, R.R.V., Cecom, P.R. (2001) Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre a produtividade

do mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 23 (3): 597-601.

Silva, J.T.A.; Borges, A.L.; Carvalho, J.G.; Damasceno, J.E.A. (2003) Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. pratanã. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.152-155.

Silva, T.J.A.; Montenegro, A.A.; Rodrigues, J.J.V.; Bonfim, E.M.S. (2003) Aplicação de lisímetro de pesagem hidráulica na determinação da evapotranspiração de referência, em Petrolina-PE. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.23, n.3, p.511-520.

Siqueira, D.L.; Botrel, N. (1986) Clima e solo para a cultura do mamoeiro. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte: EPAMIG, v.134, p.8-9.

Sousa, E.F. (1997) *Função de produção da cana-de-açúcar e da goiabeira em relação à irrigação*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 119p.

Sousa, E.F.; Araújo, M.C.; Posse, R.P.; Detmann, E.; Bernardo, S.; Berbert, P.A.; Santos, P.A. (2005) Estimating the total leaf area of the green dwarf coconut tree (*Cocos nucifera* L.). *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.62, n.6, p.597-600.

Sousa, V.F.; Veloso, M.E.C.; Vasconcelos, L.F.L.; Ribeiro, V.Q.; Souza, V.A.B.; Albuquerque Junior, B.S. (2004) Nitrogênio e potássio via água de irrigação nas características de produção da bananeira 'grand naine'. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.9, p.865-869.

Srinivas, K. (1996) Plant water relations, yield, and water use of papaya (*Carica papaya* L.) at different evaporation-replenishment rates under drip irrigation. *Tropical Agriculture (Trinidad)*, 73 (4): 264-269.

- Srinivas, K.; Hegde, D.M. (1990) Transpiration rate, stomatal diffusive resistance, yield and water use of papaya (*Carica papaya*) in relation to irrigation and nitrogen fertilization. *Indian Journal Agronomy*, v.37, n.1, p.207-209.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. (1980) *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2 ed. New York, McGraw-Hill Book Company, 633p.
- Stegman, E.C., Musick, J.T., Stewart, J.I. (1980) Irrigation water management. *In: Jensen, M.E. (ed.) Design and operation of farm irrigation systems*. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, p.763-816. (ASAE monograph, 3).
- Taiz, L.; Zeiger, E. (1991) *Plant physiology*. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 559p.
- Tatagiba, J.S., Oliveira, A.A.R. (2000) Tratamentos pós-colheita. *In: Ritzinger, C.H.S.P., Souza, J.S. (org.) Mamão: Fitossanidade*. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas-BA). Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p.12-14.
- Viégas, P.R.A. (1997) *Teores de nitrogênio em tecidos foliares, produção e qualidade de frutos de mamoeiro, em função da adubação nitrogenada*. Tese (Doutorado) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 62p.
- Villa Nova, N.A.; Angelocci, L.R.; Valancogne, C.; Sentelhas, P.C.; Pereira, A.R.; Marin, F.R. (2002) Estimativa da transpiração máxima de macieiras, em pomares irrigados, pelo método de Penman adaptado. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.10, n.2, p.245-250.
- Villa Nova, N.A.; Pedro JR, M.J.; Pereira, A.R.; Ometto, J.C. (1972) *Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máximas e mínimas*. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia, 8 p. (Caderno de Ciências da Terra, 30).

Vitti, G.C.; Malavolta, E.; Brasil Sobrinho, M.O.C. do; Marin, S.L.D. (1988) Nutrição e adubação do mamoeiro. *In*: Ruggiero, C. (ed.). *Mamão*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, p. 121-159.

Yao, A.Y.M. (1969) The R index for plant water requirements. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v.6, n.4, p.259-273.