

## Depleção de água no substrato e doses de fertilizante Osmocote® na formação de mudas de mamoeiro

Júlio César Ferreira de Melo Júnior, Augusto Miguel N. Lima\*, Max Venicius Teixeira,  
Glauциanne Cavalcante da Conceição, Leane Rodrigues dos Santos

Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil  
\*Autor correspondente, e-mail: augusto.lima@univasf.edu.br

### Resumo

O sucesso da implantação da fruticultura depende do emprego de mudas de boa qualidade, tendo em vista que o crescimento inicial das mudas de mamoeiro tem relação com a precocidade e a qualidade na produção dos frutos. Neste contexto, objetivou-se avaliar diferentes níveis de depleção de água no substrato definidos como uma fração da massa da capacidade de container (MCC), bem como doses de fertilizante Osmocote® (14-14-14) na formação de mudas de mamoeiro formosa em tubetes. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, sendo definido como parcela o fator nível de depleção de água no substrato (5, 15, 25 e 35% da MCC) e como subparcela o fator dose de fertilizante (0, 3, 6, 9, 12 e 15 kg m<sup>-3</sup>). Foram determinados altura da parte aérea, diâmetro do caule, número de folhas, fitomassas secas da parte aérea, do sistema radicular e total, relação das fitomassas secas da parte aérea e radicular e o índice qualidade de Dickson. Todas essas características foram submetidas à análise de variância, e ao teste Scott-Knott e a análise de regressão, para os fatores nível de depleção e dose de fertilizante. A interação entre tratamentos que proporcionaram as melhores respostas das mudas foi aquela submetida à depleção de 15% da MCC, e a dose de fertilizante de 9 kg m<sup>-3</sup>.

**Palavras-chave:** Capacidade de "container", *Carica papaya* L., fertilização, manejo da irrigação.

### Water depletion on substrate and Osmocote® fertilizer dose in the papaya seedlings formation

#### Abstract

The successful of fruit production depends on the high quality seedlings use, given that the initial growth of papaya seedlings is related to the precocity and quality of the fruit production. In this context, the aim of this study was to evaluate the different water depletion levels in substrate defined as a mass fraction of container capacity (MFCC) as well as Osmocote® fertilizer dose (14-14-14) in the formation of papaya seedlings in containers. The experimental design was in randomized block in split plot with four replications, defined as plot the water depletion level of substrate (5, 15, 25 and 35% of MCC) and subplot as the fertilizer dose (0, 3, 6, 9, 12 and 15 kg m<sup>-3</sup>). The shoot height, stem diameter, number of leaves, dry fitomassas of shoot, root and total, the dry mass relation between shoots and roots, and the Dickson quality index were determined. All characteristics were subjected to variance analysis, and Scott-Knott test and regression analysis for water level depletion and fertilizer dose. The interaction between treatments that provided the best responses of seedlings was that subjected to depletion of 15% of the MCC and the fertilizer dose of 8.5 kg m<sup>-3</sup>.

**Key words:** *Carica papaya* L., container capacity, fertilization, irrigation management.

## Introdução

O Brasil, com a produção anual de 1.871.295 toneladas, é o maior produtor mundial de mamão, sendo do Nordeste a contribuição de 62,6% (IBGE, 2010). Segundo Mendonça et al. (2009) o país está entre os principais exportadores para o mercado europeu.

Na implantação da cultura pode-se mencionar a utilização de mudas de qualidade, como sendo primordial para o sucesso do empreendimento, o que proporcionará um adequado índice de pegamento no campo, com elevado crescimento inicial, sendo estratégico para tornar a produção mais competitiva.

O aperfeiçoamento das técnicas de formação de mudas de mamoeiro têm sido importante, já que o crescimento inicial das mudas tem relação direta com a precocidade da produção de frutos (Trindade, 2000). Neste contexto, a utilização de tubetes, a correta disponibilidade de água no substrato, para atender as necessidades hídricas das mudas, e a avaliação de novos insumos agrícolas, como os fertilizantes de liberação controlada, tornam-se imperativos para a formação de mudas de qualidade.

A formação de mudas em tubetes proporciona vantagens durante a produção, e posteriormente, na fase de transplante para o campo, que justifica plenamente sua adoção (Yamanishi et al., 2004).

Entretanto, a formação de mudas nesses recipientes, exige um manejo preciso e que depende da escolha da dimensão, do substrato, da dose e tipo de fertilizante, e principalmente, da quantidade de água aplicada pelas irrigações, tendo visto a importância do fenômeno da advecção, o que ocasiona elevadas necessidades instantâneas de água pela planta. Apesar da importância do suprimento das necessidades hídricas das mudas, poucas pesquisas têm sido desenvolvidas com relação a esse tema.

A prática de adubações, além de se constituir num fator indispensável para o desenvolvimento do mamoeiro (Santos et al., 2014), especialmente para a produção de mudas, a qual acelera consideravelmente o

crescimento, reduzindo os custos de produção (Mendonça et al., 2007). Yamanishi et al. (2004) mencionam que aliado a um bom substrato, deve-se utilizar um fertilizante de qualidade, em doses adequadas e de liberação lenta de nutrientes. Ainda, dentre os fertilizantes de liberação controlada, Yamanishi et al. (2004) citam o "Osmocote", e mencionam que esse vem sendo utilizado na produção de mudas em recipientes.

A utilização de fertilizantes de liberação controlada tem sido usual na produção de mudas de fruteiras, café e espécies florestais em trabalhos desenvolvidos por diversos autores (Mendonça et al., 2004; Yamanishi et al., 2004; Marcuzzo et al., 2005; Mendonça et al., 2007; Mendonça et al., 2008; Wilsen Neto & Botrel, 2009; Lana et al., 2010; Serrano et al., 2010; Pagliarini et al., 2011; Paixão et al., 2012; Elli et al., 2013).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de níveis de depleção de água no substrato, bem como doses de Osmocote® (14-14-14) na formação de mudas de mamoeiro formosa em tubetes.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de viveiro, localizado no campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Petrolina, PE. Esse está situado a latitude de 9°19'35" S, longitude de 40°32'53" O e altitude de 370 m. Segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima do tipo BSh', seco de estepe muito quente. Os valores anuais dos elementos climatológicos: temperatura média do ar, precipitação total, umidade relativa média do ar e insolação total são, respectivamente, iguais a 26,3 °C, 609,8 mm, 58,0% e 2845 h (INMET, 1992).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) foi à cultura estudada, por apresentar-se em plena expansão na região e por ser uma espécie de importância do agronegócio de frutas tropicais do país. O cultivar utilizado foi o Formosa, genótipo 'Tainung 01'.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de diferentes níveis

de depleção de água no substrato, definidos como uma fração da massa da capacidade de container (MCC): 5, 15, 25 e 35% da MCC. Define-se aqui, capacidade de container, como sendo a quantidade de água que permanece no substrato, que foi saturado, após a drenagem e anterior à evaporação.

As parcelas foram representadas por 16 bancadas (tanques), apresentando dimensões de 1,2 m de comprimento, 0,6 m de largura e 0,8 m de altura. Cada parcela foi subdividida em cinco subparcelas, representadas pelas doses de fertilizante de liberação controlada, Osmocote® (14-14-14): 0, 3, 6, 9, 12 e 15 kg m<sup>-3</sup> de substrato. Na bancada, para cada dose de fertilizante, foi utilizada três fileiras com quatro a cinco plantas, dependendo do arranjo espacial do espaçamento, sendo essas representativas da subparcela, totalizando 14 plantas por subparcela.

O viveiro utilizado para a condução do experimento possuiu cobertura do teto plano em tela de sombreamento com 50% de atenuação da radiação solar de onda curta. Esse mesmo material também foi utilizado para o fechamento das laterais.

O Osmocote® "Forth Cote Classic" (formulação NPK 14-14-14) apresenta os macronutrientes revestidos por uma membrana que permite o fornecimento de forma lenta, durante três a quatro meses, e possui a garantia de 14% de nitrogênio total (N), 14% fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 14% potássio (K<sub>2</sub>O) (Tecnutri, 2014).

Para a produção das mudas foi utilizado o substrato orgânico comercial, Tropsolo Max<sup>3</sup>, composto por uma mistura a base de casca de pinus, turfa e vermiculita expandida, apresentando segundo o fabricante Vida Verde, massa específica global seca, pH (1,5:1) e CE (1,5:1), respectivamente, iguais a 400 kg m<sup>-3</sup>, 5,8 ± 0,3 e 1,2 ± 0,3 mS cm<sup>-1</sup>.

O preparo do substrato foi realizado durante o período de 4 a 6 de junho de 2014. O substrato comercial e Osmocote® (14-14-14) foram homogeneizados com auxílio de uma betoneira com capacidade para 0,13 m<sup>3</sup>, por um período de 0,5 h.

As plantas foram cultivadas em tubetes, com altura de 0,131 m e volume de 180 cm<sup>3</sup>,

dispostos na parcela de forma alternada, garantindo no mínimo o espaçamento de 0,1 m entre plantas. O enchimento foi realizado de forma manual, onde os recipientes foram dispostos lado a lado em bandejas, e em seguida foi realizada a distribuição da mistura e leve compactação.

A forma direta foi o modo adotado para a semeadura, onde foram inseridas duas sementes por recipiente, a aproximadamente 0,01 m de profundidade. Por ocasião da semeadura, realizada em 7 de junho de 2014, as sementes ficaram imersas em água filtrada a temperatura ambiente, para a embebição, por três horas. Posteriormente, adicionou-se vermiculita na superfície do recipiente contendo substrato.

O processo de desbaste e repicagem, para os recipientes em que não foi observada emergência de plântulas, foi realizado no dia 11 de julho de 2014 (34 dias após a semeadura – DAS), quando as plântulas apresentavam duas folhas verdadeiras vigorosas.

A partir do dia 14 de julho de 2014, 37 dias após a semeadura (DAS), quando as plantas que foram repicadas já estavam estabelecidas, iniciou-se a diferenciação dos tratamentos de irrigação, acionando o sistema de automação para o controle da subirrigação.

O manejo da irrigação foi realizado de forma diferenciada durante duas fases do experimento. A primeira que ocorreu entre os dias 7 de junho a 13 de julho de 2014, sendo que nesse período, as parcelas foram submetidas a duas irrigações diárias, as nove e 15 horas, com o tempo de rega igual a 30 minutos, que perdurou até a diferenciação dos tratamentos referentes à irrigação. A segunda fase iniciou-se com a diferenciação dos tratamentos referentes aos níveis de depleção de água no substrato e terminou ao final do experimento, em 23 de agosto de 2014, 77 DAS.

A forma de aplicação de água para a cultura foi por intermédio do sistema de subirrigação, onde os recipientes ficavam parcialmente imersos por água durante o tempo de cinco minutos, estabelecido para a realização da irrigação, para garantir o umedecimento completo do substrato, tendo em vista que o

material possuía comportamento hidrofóbico.

O controle fitossanitário foi realizado de forma preventiva aos 37 e 62 DAS, aplicando o extrato de Neem (*Azadirachta indica*), sendo o produto comercial Max Neem®, utilizado na concentração de 0,5% recomendada em bula, para a produção de mudas.

AMCC foi obtida utilizando os minilímetros representativos de cada tratamento. Para esse procedimento, inicialmente, foi realizada a tara das balanças, levando em consideração os 28 recipientes e a bandeja metálica que foram acoplados a célula de carga e que constituem o minilímetro. Depois de realizada essa operação os recipientes foram preenchidos com a mistura, sendo saturados durante três horas. Decorrido esse período, os tanques foram esvaziados e aguardou-se o tempo necessário para que a drenagem natural ocorresse, determinando diretamente por intermédio do sistema de automação a MCC para cada tratamento de nível de depleção de água no substrato.

Os níveis de depleção de água no substrato dos recipientes das parcelas indicaram o momento para a realização da irrigação. Deste modo, o minilímetro monitorou a variação de massa de um conjunto de recipientes ocasionada pelo consumo de água devida a evapotranspiração, e quando foi atingido o nível de depleção correspondente à massa crítica (MC) para cada tratamento a subirrigação foi acionada.

Para a avaliação do experimento foram quantificadas as características morfológicas de crescimento: altura da parte aérea (ALT), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e do sistema radicular (FSSR). Essas variáveis foram determinadas em quatro plantas da fileira do meio de cada subparcela, consideradas úteis. Deste modo, considerando quatro plantas úteis e seis subparcelas constituídas pelas doses do fertilizante, cada parcela foi composta por 24 plantas úteis. Nas extremidades das bancadas e entre as subparcelas as plantas foram distribuídas, de maneira uniforme, as quais serviram como bordadura.

A avaliação final do experimento foi realizada em 23 de agosto de 2014, 77

DAS, coincidindo com o encerramento. O encerramento foi definido em virtude das mudas apresentarem o tamanho de 15 cm, que é a altura ideal para que as mudas do mamoeiro Formosa sejam levadas a campo (Mendonça et al. 2006). Para a determinação do DC, bem como a ALT, utilizou-se, respectivamente, um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e uma régua de aço graduada de 60 cm de comprimento com precisão de 0,1 cm. Para obtenção da FSPA e da FSSR, as plantas foram secas, em estufa de ventilação forçada à temperatura do ar de 65°C, até massa constante, para posterior quantificação da massa em balança de precisão (0,0001 g).

As características morfológicas de crescimento anteriormente citadas, determinadas para as mudas, foram utilizadas para obter a fitomassa seca total (FST), a relação entre as fitomassas secas da parte aérea e do sistema radicular ( $PA\ SR^{-1}$ ) e o índice de qualidade de Dickson (IQD).

Segundo Cruz et al. (2006) o IQD é calculado de forma balanceada, em que se incluem as relações das características de crescimento morfológicas como FST, FSPA, FSSR, ALT e DC, sendo este adotado para avaliação da qualidade das mudas para os tratamentos, conforme Equação 01.

$$IQD = \frac{FST}{\frac{ALT}{DC} + \frac{FSPA}{FSSR}} \quad (01)$$

Em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson ( $g\ mm\ cm^{-1}$ ); FST = fitomassa seca total (g); ALT = altura da parte aérea (cm); DC = diâmetro do caule (mm); FSPA = fitomassa seca da parte aérea (g); e FSSR = fitomassa seca do sistema radicular (g).

As características determinadas foram submetidas à análise de variância, por intermédio do teste F ao nível de 5% de probabilidade. Para os casos significativos, as médias das características em relação aos fatores, nível de depleção de água no substrato e dose de fertilizante de liberação controlada, foram submetidas ao teste de Scott-Knott e a análise de regressão, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade. Ademais, as interações entre fatores que foram consideradas significativas,

por intermédio do teste F ao nível de 5% de probabilidade, foram submetidas à análise de regressão.

### Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância para as características morfológicas de crescimento determinadas em função dos fatores representativos de nível de depleção de água no substrato e dose de Osmocote® (14-14-14) aos 77 DAS está apresentado na Tabela 1.

Observou-se para o fator nível de depleção a ocorrência de diferenças significativas, pelo teste F, para as características NF, FSPA, FSSR, FST, PA SR<sup>-1</sup> e IQD (Tabela 1). Verificou-se, para o fator dose de Osmocote® (14-

14-14), a ocorrência de diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade, segundo o teste F, para todas as características morfológicas de crescimento analisadas. As interações entre os fatores mostraram-se significativas, ao nível de 1% de probabilidade, para as características ALT, FSSR e IQD, e para NF, FST e PA SR<sup>-1</sup>, as interações foram significativas, ao nível de 5% de probabilidade, conforme o teste F.

A Tabela 2 apresenta os resultados da aplicação do teste de comparação de Scott-Knott, ao nível de 5% de significância, para as características morfológicas de crescimento das mudas de mamoeiro analisadas, referente ao fator nível de depleção de água no substrato (N).

**Tabela 1.** Valores do quadrado médio, para as características morfológicas de crescimento das mudas de mamoeiro em relação às fontes de variação (FV): nível de depleção de água no substrato (N) e dose de Osmocote® 14-14-14 (D)

FV	GL	NF (folha)	DC (mm)	ALT (cm)	FSPA (g)	FSSR (g)	FST (g)	PA SR <sup>-1</sup> (g)	IQD (g mm cm <sup>-1</sup> )
Blocos	3	4,82 <sup>ns</sup>	6,61 <sup>ns</sup>	25,48 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
N	3	22,35**	2,61 <sup>ns</sup>	35,28 <sup>ns</sup>	1,67**	0,31*	2,97**	7,17**	0,13*
Resíduo (N)	9	2,27	4,51	10,30	0,16	0,07	0,42	0,42	0,02
D	5	3,29**	13,33**	84,86**	1,32**	0,21**	2,57**	1,59**	0,11**
N x D	15	1,28*	0,48 <sup>ns</sup>	4,79**	0,11 <sup>ns</sup>	0,06**	0,32*	0,73*	0,03**
Resíduo (D)	60	0,69	0,54	1,89	0,09	0,01	0,17	0,34	0,01
CV (N) %		20,35	48,55	31,45	51,73	64,06	54,70	32,66	52,81
CV (D) %		11,21	16,76	13,47	40,34	30,77	34,60	29,13	32,16
Média		7,40	4,37	10,20	0,77	0,40	1,18	1,99	0,27

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; e ns não significativo. NF: número de folhas; DC: diâmetro do caule; ALT: altura da parte aérea; FSPA: fitomassa seca da parte aérea; FSSR: fitomassa seca do sistema radicular; FST: fitomassa seca total; PA SR<sup>-1</sup>: relação entre as fitomassas secas da parte aérea e do sistema radicular; IQD: índice de qualidade de Dickson.

**Tabela 2.** Resultados do teste de Scott-Knott, para as características morfológicas de crescimento das mudas de mamoeiro, referente o fator nível de depleção de água no substrato (N)

N (% MCC)	NF** (folha)	FSPA** (g)	FSSR* (g)	FST** (g)
5	8,69 ± 0,21 a	0,72 ± 0,07 b	0,40 ± 0,05 a	1,13 ± 0,11 b
15	7,60 ± 0,28 b	1,13 ± 0,13 a	0,56 ± 0,05 a	1,68 ± 0,18 a
25	6,61 ± 0,18 c	0,76 ± 0,07 b	0,28 ± 0,02 a	1,04 ± 0,08 b
35	6,71 ± 0,20 c	0,49 ± 0,04 b	0,38 ± 0,03 a	0,87 ± 0,06 b
N (% MCC)	PA SR <sup>-1</sup> ** (g g <sup>-1</sup> )	IQD* (g mm cm <sup>-1</sup> )		
5	1,92 ± 0,10 b	0,30 ± 0,03 a		
15	2,05 ± 0,16 b	0,35 ± 0,03 a		
25	2,67 ± 0,17 a	0,19 ± 0,01 b		
35	1,34 ± 0,10 c	0,23 ± 0,02 b		

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; e \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F. NF: número de folhas; FSPA: fitomassa seca da parte aérea; FSSR: fitomassa seca do sistema radicular; FST: fitomassa seca total; PA SR<sup>-1</sup>: relação entre as fitomassas secas da parte aérea e do sistema radicular; IQD: índice de qualidade de Dickson; MCC: massa da capacidade de container.

Para as características PA SR<sup>-1</sup> e IQD, verificou-se que os resultados para os tratamentos de níveis de depleção de 5% e 15% da MCC, foram considerados estatisticamente semelhantes, ao nível de 5% de probabilidade, e diferenciaram-se daqueles referentes aos

níveis de 25% e 35% da MCC. Já a característica NF apresenta a maior média de 8,6875 ± 0,2166 folhas para o nível de depleção de 5% da MCC, que se diferenciou dos demais tratamentos. As características FSPA e FST, apresentaram as maiores médias, respectivamente, 1,1291 ± 0,132

e  $1,6862 \pm 0,1844$  g planta<sup>-1</sup>, para o tratamento correspondente a 15% da MCC, diferenciando-se dos demais. Embora, a característica IQD ter sido considerada estatisticamente semelhante para os tratamentos correspondentes aos níveis de depleção 5 e 15% da MCC, o maior média  $0,3562 \pm 0,0363$  g mm cm<sup>-1</sup> foi observada para o tratamento de 15% de depleção. Costa et al. (2010) avaliando diferentes níveis de irrigação e doses de Osmocote (15-9-12) na produção de mudas de maracujazeiro amarelo, observaram diferenças estatísticas entre tratamentos devido aos níveis de irrigação, para a fitomassa seca total e IQD, sendo observado, para nível de 10% da MCC, as maiores médias de 2,71 g e 0,332 g mm cm<sup>-1</sup>, respectivamente. Ademais, a maior média de IQD encontrada para as mudas de maracujazeiro aproximam daquela obtida para o mamoeiro.

Desse modo, observa-se para os tratamentos correspondentes aos níveis de depleção de até 15% da MCC, que a planta foi cultivada sem ter sido submetida à deficiência de água, ou seja, as irrigações foram realizadas no momento correto, em que o nível da umidade no substrato estava dentro da faixa de disponibilidade de água, que segundo De Boodt et al. (1974) é caracterizada como água disponível (AD) para cultivos em substratos orgânicos. Entretanto, os tratamentos correspondentes aos níveis de depleção de 25% e 35% da MCC proporcionaram estresse hídrico para planta, pois a irrigação foi realizada quando a umidade no substrato estava na faixa caracterizada como, água dificilmente disponível (ADD).

Os modelos de regressão ajustados para as características morfológicas de crescimento tiveram o comportamento polinomial quadrático com concavidade voltada para baixo, conforme apresentado pela Figura 1. Ainda, foram apresentados na supramencionada figura, os valores médios, os pontos de máximo encontrados para as doses recomendadas, juntamente com os coeficientes de determinação dos modelos ajustados, cujo menor valor observado foi 71,3% para a característica NF, sendo que para as demais foram observados valores iguais ou superiores a

95,1%.

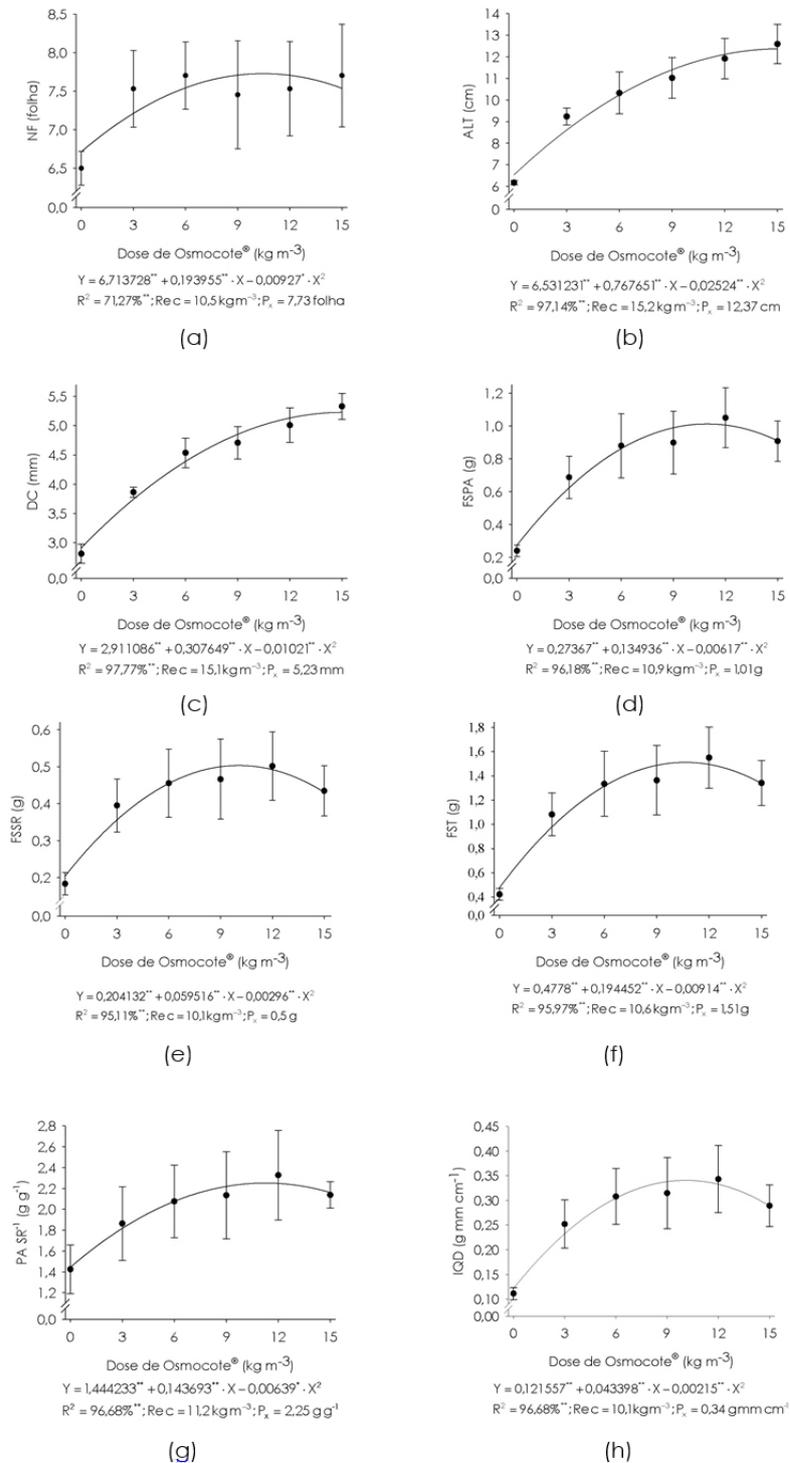
Os maiores valores das características morfológicas de crescimento NF, ALT, DC, FSPA, FSSR, FST, PA SR<sup>-1</sup> e IQD, estimados pelos modelos de regressão ajustados em função da dose de Osmocote foram 7,73 folha, 12,37 cm, 5,23 mm, 1,01 g, 0,5 g, 1,51 g, 2,25 g g<sup>-1</sup> e 0,34 g mm cm<sup>-1</sup>, respectivamente. Serrano et al. (2010) utilizando o fertilizante Basacote mini 3M<sup>®</sup>, fórmula NPK (Mg) 13-6-14 (1,4), estimaram para o genótipo 'Tainung 01', aos 30 dias após a semeadura, valores máximos iguais a 6,7 folha, 10,2 cm, 2,43 mm, 0,133 g, 0,041 g e 0,17 g, respectivamente, para o número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, fitomassa seca da parte aérea, radicular e total.

Yamanishi et al. (2004) avaliando conjuntamente substratos e fertilizantes para produção de mudas de mamoeiro concluíram que os tratamentos que associaram o substrato Plantmax<sup>®</sup> a dose de 5 kg m<sup>-3</sup> de Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14) e fontes orgânicas, apresentaram as maiores médias para as características avaliadas, para os híbridos 'Tainung 01' e 'Sunrise Solo'. Especificamente para o genótipo 'Tainung 01' e para o tratamento Plantmax<sup>®</sup> associado à dose de 5 kg m<sup>-3</sup> de Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14) as maiores médias observadas para o número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, fitomassa seca da parte aérea e radicular foram, respectivamente, 8,35 folha, 8,44 cm, 3,87 mm, 0,0931 g e 0,1063 g, aos 45 dias após a semeadura.

Conforme o modelo ajustado (Figura 1h), o maior valor de IQD foi estimado para a dose 10,1 kg m<sup>-3</sup> de substrato. Serrano et al. (2010) avaliando doses de fertilizante de liberação lenta (Basacote mini 3M<sup>®</sup>), fórmula NPK (Mg) 13-6-14 (1,4), na produção de mudas dos principais genótipos de mamoeiro cultivados no estado do Espírito Santo, recomendando doses de 10,5 e 11,6 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente, para os genótipos 'Calimosa' e 'Tainung01', híbridos F1 do grupo Formosa. Elli et al. (2013), avaliando o Osmocote<sup>®</sup> no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pintangueira, recomendou a dose de 3 kg m<sup>-3</sup> de substrato, por promover melhor incremento das variáveis morfológicas estudadas. Mendonça

et al. (2007), avaliando a produção de mudas de maracujazeiro amarelo com adubações, utilizaram o fertilizante de liberação controlada da marca Entec, na formulação 15-10-10, com o

tempo de liberação de quatro meses, obtendo resultados satisfatórios, e recomendando doses de até 6 kg m<sup>-3</sup> de fertilizante.



**Figura 1.** Características NF (a), ALT (b), DC (c), FSPA (d), FSSR (e), FST (f), PA SR<sup>-1</sup> (g) e IQD (h) em função das doses de Osmocote<sup>®</sup>, bem como recomendação (Rec) e valor máximo (P<sub>x</sub>). (\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; e \*sigficativo a 5% de probabilidade pelo teste t). NF: número de folhas; ALT: altura da parte aérea; DC: diâmetro do caule; FSPA: fitomassa seca da parte aérea; FSSR: fitomassa seca do sistema radicular; FST: fitomassa seca total; PA SR<sup>-1</sup>: relação entre as fitomassas secas da parte aérea e do sistema radicular; IQD: índice de qualidade de Dickson.

Os maiores valores das características ALT e DC (Figura 1b e c) foram estimados para as doses de Osmocote<sup>®</sup> iguais a 15,2 e 15,1 kg m<sup>-3</sup> de substrato, respectivamente, que extrapolam a maior dose avaliada. Esse fato pode ser explicado devido à planta ter respondido, satisfatoriamente, as maiores doses de fertilizante, apresentando uma resposta linear ao fertilizante, em relação às supramencionadas características, no intervalo de doses avaliadas. Mendonça et al. (2004) avaliando diferentes substratos e doses de fertilizante de liberação controlada, obtiveram o mesmo comportamento linear para as variáveis altura, número de folhas, fitomassa seca da parte aérea e do sistema radicular em mudas de maracujazeiro amarelo, tendo encontrado para a dose de Osmocote<sup>®</sup> Plus (15-10-10) de 12 kg m<sup>-3</sup>, as maiores médias iguais a 59,63 cm, 8,7 folha, 3,15 g e 0,99 g, respectivamente. Os mesmos autores justificaram a resposta linear observada pela análise, devido à liberação lenta do fertilizante, sendo a difusão lenta do nutriente do grânulo para a mistura do substrato o que pode ocorrer em até seis meses, e/ou ao pouco tempo para a formação da muda, não permitindo, que essa atingisse o ponto de máximo no espaço de resposta.

A Tabela 3 apresenta os coeficientes de regressão, de determinação e as recomendações, para os modelos representativos das características NF, ALT, FSSR, FST, PA SR<sup>-1</sup> e IQD em função das doses de Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14), que foram desdobradas para cada tratamento de nível de depleção de água no substrato, onde as interações entre os fatores foram consideradas significativas pelo teste F.

Para a maioria das características morfológicas de crescimento, apenas foi possível, a obtenção da recomendação das doses de fertilizante referente à interação com o nível de depleção de água no substrato correspondente a 15% da MCC, que foram 8,96, 12,65, 9,06, 9,51 e 8,51 kg m<sup>-3</sup> de substrato, respectivamente, para NF, ALT, FSSR, FST e IQD. Para as demais interações, salvo exceções, o coeficiente b<sub>2</sub> dos modelos ajustados foi considerado não significativo pelo teste t, não sendo possível a obtenção da dose recomendada. Ainda,

os modelos ajustados em função da dose de Osmocote<sup>®</sup>, para a interação com nível de 15% da MCC, apresentaram os coeficientes de determinação 84,5, 98,6, 96,1, 97,9 e 94,7%, respectivamente, para as características NF, ALT, FSSR, FST e IQD.

Ademais, para as características ALT e PA SR<sup>-1</sup> observaram-se recomendações de doses iguais a 11,26 e 9,12 kg m<sup>-3</sup>, respectivamente, para as interações correspondentes aos níveis de depleção de água no substrato iguais a 35 e 25% da MCC.

Binotto et al. (2010) avaliaram as relações existentes entre características morfológicas de crescimento ALT, DC, FSPA, FSSR e FST, em *Eucalyptus grandis* aos 60, 75, 90, 105 e 120 dias e em *Pinus elliottii* var. *elliottii* aos 25, 50, 75, 100, 125, 150 e 175 dias após emergência das mudas, com o IQD, por intermédio da correlação de Pearson, análises de trilha e de regressão, concluindo que: fitomassa seca de raiz foi a variável que mais esteve correlacionada com o índice de qualidade de Dickson; o diâmetro do caule foi mais propício para indicar qualidade de muda, em razão do seu elevado grau de relação com índice de qualidade de Dickson e por não precisar destruir a planta; a variável altura da parte aérea só se apresentou eficiente para indicar qualidade da muda, quando analisada juntamente com o diâmetro do caule; no geral as massas das matérias secas apresentaram elevada correlação com o IQD.

### Conclusões

As mudas de mamoeiro Formosa, genótipo 'Tainung 1', responderam, significativamente, aos tratamentos de níveis de depleção de água no substrato e doses de Osmocote<sup>®</sup> (14-14-14), bem como as interações entre fatores apresentaram-se significativas para a maioria das características morfológicas de crescimento avaliadas.

A interação entre tratamentos que proporcionou a melhor resposta das mudas de mamoeiro, levando em consideração o IQD, foi aquela em que as plantas foram submetidas ao nível de depleção de água no substrato correspondente a 15% da MCC, bem como a dose de fertilizante de 9 kg m<sup>-3</sup> de substrato, nas condições experimentais.

**Tabela 3.** Modelos de regressão polinomial quadrático, ajustados para as interações entre os fatores estudados, bem como recomendações de Osmocote<sup>®</sup> (Rec) para as características morfológicas de crescimento (CMC)

CMC	Fator N (% da MCC)	R <sup>2</sup> (%)	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	Rec(kg m <sup>-3</sup> )
NF	5	81,7**	7,401786**	0,286012*	-0,010417 <sup>ns</sup>	----
	15	84,5**	6,227679**	0,475446**	-0,026538**	8,96
	25	ns	----	----	----	----
	35	ns	----	----	----	----
ALT	5	95,3**	6,431473**	0,335394 <sup>ns</sup>	0,000732 <sup>ns</sup>	----
	15	98,6**	5,929018**	1,38311**	-0,054687**	12,65
	25	90,3**	6,857292**	0,657277**	-0,016162 <sup>ns</sup>	----
	35	84,0**	6,907143**	0,694821**	-0,030853*	11,26
FSSR	5	90,5**	0,091185 <sup>ns</sup>	0,060187**	-0,001696 <sup>ns</sup>	----
	15	96,1**	0,188628**	0,124971**	-0,006895**	9,06
	25	ns	----	----	----	----
FST	5	96,7**	0,283543**	0,175192**	-0,00569 <sup>ns</sup>	----
	15	97,9**	0,451105*	0,390735**	-0,020551**	9,51
	25	ns	----	----	----	----
	35	ns	----	----	----	----
PA SR <sup>-1</sup>	5	ns	----	----	----	----
	15	ns	----	----	----	----
	25	85,6**	1,493642**	0,395594**	-0,021694**	9,12
	35	96,0*	0,841089**	0,025113 <sup>ns</sup>	0,003747 <sup>ns</sup>	-----
IQD	5	89,1**	0,064101 <sup>ns</sup>	0,0478**	-0,001478 <sup>ns</sup>	-----
	15	94,7**	0,124843**	0,087127**	-0,005117**	8,51
	25	ns	-----	-----	-----	-----
	35	ns	-----	-----	-----	-----

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t; \*significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; e ns não significativo. NF: número de folhas; ALT: altura da parte aérea; FSSR: fitomassa seca do sistema radicular; FST: fitomassa seca total; PA SR<sup>-1</sup>: relação entre as fitomassas secas da parte aérea e do sistema radicular; IQD: índice de qualidade de Dickson; MCC: massa da capacidade de container.

## Referências

- Binotto, A.F., Col Lúcio, A.D., Lopes, S.J. 2010. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. *Cerne* 16: 457-464.
- De Boodt, M., Verdonck, O., Cappaert, I. 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta Horticulturae* 37: 2054-2062.
- Costa, D.S., Melo Júnior, J.C.F., Gervásio, E.S., Lima Júnior, P.S. 2010. Resposta das mudas de maracujazeiro amarelo a diferentes níveis de irrigação e a doses de fertilizante de liberação controlada. In: V Jornada de Iniciação Científica da Univasf. Anais... Juazeiro, Brasil. CD-Rom.
- Cruz, C.A.F. e, Paiva, H.N., Guerrero, C.R.A. 2006. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casças (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Revista Árvore* 30: 537-546.
- Elli, E.F., Caron, B.O., Monteiro, G.C., Pavan, M.A., Pedrassani, M., Cantarelli, E.B., Eloy, E. 2013. Osmocote<sup>®</sup> no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. *Comunicata Scientiae* 4: 377-384.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>
- economia/pam/2010/default\_pdf.shtm <Acesso em 30 nov. 2014>
- INMET 1992. Instituto Nacional de Meteorologia. *Normais Climatológicas 1961 a 1990*. INMET, Brasília, Brasil. 84p.
- Lana, M.C., Luchese, A.V., Braccini, A.L. 2010. Disponibilidade de nutrientes pelo fertilizante de liberação controlada Osmocote<sup>®</sup> e composição do substrato para produção de mudas de *Eucalyptus saligna*. *Scientia Agraria Paranaensis* 9: 68-81.
- Marcuzzo, K.V., Melo, B. de, Carvalho, H. P., Teodoro, R.E.F., Severino, G.M., Alvarenga, C.B. 2005. Desenvolvimento de mudas de café (Coffea arabica L.) em diferentes substratos e doses de fertilizantes de liberação gradual. *Bioscience Journal* 21: 57-63.
- Mendonça, V., Ramos, J.D., Abreu, N.A.A., Teixeira, G.A., Souza, H.A., Gurgel, R.L.S., Orbes, M.Y. 2009. Adubação nitrogenada em cobertura e substratos na produção de mudas de mamoeiro 'Formosa'. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 668-675.
- Mendonça, V., Abreu, N.A.A., Souza, H.A., Teixeira, G.A., Hafle, O.M., Ramos, J.D. 2008. Diferentes ambientes e Osmocote<sup>®</sup> na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*).

*Ciência e Agrotecnologia* 32: 391-397.

Mendonça, V., Tosta, M.S., Machado, J.R., Goulart Júnior, S.A.R., Tosta, J.S., Biscaro, G.A. 2007. Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. *Ciência e Agrotecnologia* 31: 344-348.

Mendonça, V., Ramos, J.D., Gontijo, T.C.A., Martins, P.C.C., Dantas, D.J., Pio, R., Abreu, N.A.A. 2004. Osmocote® e substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Ciência e Agrotecnologia* 28: 799-806.

Pagliarini, M.K., Castilho, R.M.M., Alves, M.C. 2011. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo com uso de diferentes fertilizantes. *Tecnologia & Ciência Agropecuária* 5: 7-11.

Paixão, M.V.S., Schmidt, E.R., Mattiello, H. N., Ferregueti, G.A., Alexandre, R.S. 2012. Frações orgânicas e mineral na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34: 1105-1112.

Santos, E.M., Cavalcante, Í.H.L., Silva Júnior, G.B., Albano, F.G., Lima, F.N., Sousa, A.M., Cavalcante, L.F. 2014. Estado nutricional do mamoeiro formosa (cv. Caliman 01) em função de adubação com NK e espaçamento de plantio. *Comunicata Scientiae* 5: 229-240.

Serrano, L.A.L., Cattaneo, L.F., Ferregueti, G.A. 2010. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 874-883.

Tecnutri. Tecnutri do Brasil. 2014. <http://www.forthjardim.com.br/produtos/#fertilizantes-de-liberacao-lentacontrolada> <Acesso em 30 nov. 2014>

Trindade, A.V. 2000. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizados com fungos micorrízicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 1389-1394.

Yamanishi, O.K., Fagundes, G.R., Machado Filho, J.A., Valone, G.V. 2004. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 276-279.

Wilsen Neto, A., Botrel, M.C.G. 2009. Doses de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de Pinus. *Agrarian* 2: 65-72.