

FRANCISCO DE ASSIS LOPES

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE MACAÚBA EM FUNÇÃO DO
TAMANHO DO RECIPIENTE E IDADE DA MUDA NA FASE DE VIVEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

L864d Lopes, Francisco de Assis, 1967-
2017 Desenvolvimento de mudas de macaúba em função do
 tamanho do recipiente e idade da muda na fase de viveiro /
 Francisco de Assis Lopes. – Viçosa, MG, 2017.
 vii, 26 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Leonardo Duarte Pimentel.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 24-26.

1. *Acrocomia aculeata*. 2. Macaúba - Mudas -
Crescimento. 3. Viveiros florestais. 4. Macaúba - Mudas
- Qualidade. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.
II. Título.

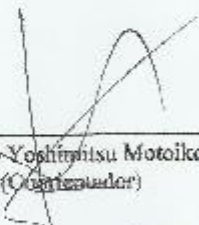
CDD 22. ed. 633.851


FRANCISCO DE ASSIS LOPES

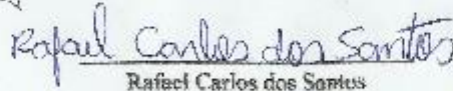
**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE MACAÚBA EM FUNÇÃO DO
TAMANHO DO RECIPIENTE E IDADE DA MUDA NA FASE DE VIVEIRO**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 julho de 2017.


Sergio Yoshinitsu Motoike
(Orientador)


José Maria Moreira Dias


Rafael Carlos dos Santos


Leonardo Duarte Pimentel
(Orientador)

Aos meus pais Cergino e Tereza, minha esposa Luzia
e aos meus filhos Francielly e Felipe.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, toda a minha força e inspiração. Sem Ele nada seria e nada poderia realizar.

À Universidade Federal de Viçosa, de forma especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

Aos Professores Sergio Yoshimitsu Motoike e Leonardo Duarte Pimentel pelo trabalho, ensinamentos, confiança e amizade.

A todos os Professores do Departamento de Fitotecnia especialmente aos Professores Luiz Antônio dos Santos Dias, José Moreira Dias e José Antônio Saraiva Grossi, pelo apoio e incentivo.

Aos Professores e alunos das disciplinas da pós-graduação.

Aos colegas dos grupos REMAPE e Sorgo pela amizade e colaboração de todos trabalhos realizados.

Às Empresas Acrotech Sementes, Reflorestamento Ltda e a Brilho Dez embalagens Ltda, pela doação de mudas e embalagens que foram essenciais para a realização destes trabalhos.

Estendo meus agradecimentos a todos os funcionários da UFV, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, ao Setor de Fruticultura, ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas e à Secretaria de Pós-graduação pela ajuda, apoio e incentivo que recebi durante toda a realização de meus estudos e trabalhos.

Em especial, à minha família, que sempre esteve presente em todos os momentos.

Muito obrigado!

BIOGRAFIA

Francisco de Assis Lopes, filho de Cergino Nogueira Lelis e Tereza Lopes Duarte, nasceu em 1 de dezembro de 1967 em Canaã-MG.

Em 1990, concluiu o curso de Técnico em Agropecuária na Central de Desenvolvimento Agrário de Florestal (CEDAF – UFV).

Em 1992, ingressou como funcionário na Universidade Federal de Viçosa.

Em 2002, graduou-se em Agronomia na Universidade Federal de Viçosa.

Em 2010, concluiu o curso de especialização Lato Sensu em Proteção de Plantas na Universidade Federal de Viçosa.

Em agosto de 2014, ingressou no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia em nível de mestrado.

Defendeu sua dissertação em julho de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	4
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	7
4. CONCLUSÃO.....	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

RESUMO

LOPES, Francisco de Assis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Desenvolvimento de mudas de macaúba em função do tamanho do recipiente e idade da muda na fase de viveiro.** Orientador: Leonardo Duarte Pimentel. Coorientadores: Sérgio Yoshimitsu Motoike e Luiz Antônio dos Santos Dias.

A macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex Mart.] é uma palmeira oleaginosa com grande potencial energético. Até o momento a cadeia produtiva foi baseada no extrativismo, onde a quantidade e a qualidade dos produtos são insuficientes para atender ao mercado de biocombustíveis. Um dos grandes gargalos da cultura é a produção de mudas de qualidade e com o custo baixo. Vários fatores influenciam a composição de custo da muda, sendo os principais o volume das sacolas e o tempo de produção das mudas. Objetivou-se com este experimento avaliar o desenvolvimento de mudas de macaúba em função do volume da sacola e do tempo de permanência no viveiro. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação no delineamento blocos casualizados, em esquema fatorial 5x5, com 6 repetições, totalizando 150 unidades experimentais (cada unidade experimental foi composta por uma muda). Os fatores estudados foram o volume de sacolas (1,85; 2,70; 4,10; 7,20 e 10,20 L) e o tempo de permanência no viveiro (0; 90; 180; 270; 360 dias após o transplante). Para a montagem do experimento utilizou-se sementes pré-germinadas em laboratório, as quais foram plantadas em substrato comercial e cultivadas por 90 dias (fase de pré-viveiro). Após este período, as plântulas foram transplantadas para as sacolas (fase de viveiro), quando se iniciaram os tratamentos acima descritos. A análise da parte aérea das mudas evidenciou influência direta do tamanho das sacolas e ainda, sugere limitação do crescimento nos tratamentos com sacolas pequenas (menores que 4,1 L). Por outro lado, quanto maior o volume da sacola, maiores as médias das características vegetativas observadas. Conclui-se que o desenvolvimento de mudas de macaúba é diretamente influenciado pelo tamanho da sacola (volume de substrato) e pelo tempo de permanência no viveiro. Sacolas com capacidade volumétrica de 4,1 L são suficientes para suportar o desenvolvimento das mudas em até 6 meses de viveiro. A partir desse ponto, é necessário aumentar o tamanho das sacolas (volume do substrato). Sacolas inferiores a 4,1 L não são recomendadas para produção de mudas de macaúba, visto que resultam em limitação ao crescimento já nos primeiros 3 meses de viveiro.

ABSTRACT

LOPES, Francisco de Assis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Development of macaúba seedlings according to the size of the container and age of the seedling in the nursery stage.** Adviser: Leonardo Duarte Pimentel. Co-advisers: Sérgio Yoshimitsu Motoike and Luiz Antônio dos Santos Dias.

The macauba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. ex Mart.] is an oleaginous palm tree with great energetic potential. To date, the production chain has been based on extractivism, where the quantity and quality of the products are insufficient to meet the biofuels market. One of the great bottlenecks of the crop is the production of seedlings of quality and with the low cost. Several factors influence the composition of the seedling cost, being the main the volume of the bags and the time of production of the seedlings. The objective of this experiment was to evaluate the development of macauba seedlings as a function of bag volume and length of stay in the nursery. The experiment was conducted in a greenhouse in a randomized block design, in a 5x5 factorial scheme, with 6 replicates, totaling 150 experimental units (each experimental unit was composed of one seedling). The factors studied were the volume of bags (1.85, 2.70, 4.10, 7.20 and 10.20 L) and the length of stay in the nursery (0, 90, 180, 270, 360 days after the transplant). For the assembling of the experiment pre-germinated seeds were used in the laboratory, which were planted in commercial substrate and cultivated for 90 days (pre-nursery stage). After this period, the seedlings were transplanted to the bags (nursery stage), when the treatments described above were started. The analysis of the aerial part of the seedlings showed a direct influence of the size of the bags and also, suggests limitation of the growth in the treatments with small bags (less than 4.1 L). On the other hand, the larger the volume of the bag, the higher the average vegetative characteristics observed. It is concluded that the development of macaúba seedlings is directly influenced by the size of the bag (substrate volume) and the length of stay in the nursery. Bags with a capacity of 4.1 liters are sufficient to support the development of the seedlings in up to 6 months of nursery. From this point on, it is necessary to increase the size of the bags (substrate volume). Bags of less than 4.1 L are not recommended for the production of macaúba seedlings, since they result in limitation to growth in the first 3 months of nursery.

1. INTRODUÇÃO

A macaúba (*Acrocomia acuelata*) é uma palmeira de ampla distribuição geográfica, que se estende do México à Argentina, embora sua ocorrência seja mais abundante nas Antilhas, Costa Rica, Paraguai e Brasil (CETEC, 1983). Durães (2008) estima que existiam no Brasil 11,5 milhões de hectares de macaúbas nativas, porém sofreu e ainda sofre uma enorme redução, devido ao desmatamento e uso do solo para a agricultura. Nos últimos anos, devido à crescente demanda por óleos vegetais e biocombustíveis, foi gerado grande interesse do setor produtivo nessa planta, o que resultou na necessidade de desenvolver técnicas de cultivo para viabilizar sua produção em larga escala (Dias, 2015; Machado et al., 2016; Cruz et al., 2017).

Assim, a exploração econômica da macaúba está passando do sistema extrativista para sistema de produção agrícola. Para isso, faz-se necessária a implantação de cultivos racionais e a adoção de técnicas agronômicas adequadas para que todo o potencial da espécie seja de fato expresso (Evaristo et al., 2016). Logo, é preciso desenvolver técnicas de propagação aplicadas ao setor produtivo. A Universidade Federal de Viçosa (UFV) vem atuando de forma pioneira neste processo. Em 2007 desenvolveu-se a tecnologia de quebra de dormência que propiciou o início da produção comercial de mudas (Motoike, 2007). Entretanto, o sistema de produção de mudas ainda é feito de forma empírica, utilizando adaptações do sistema de produção de mudas da palma de óleo (*Elaeis guineensis*), no qual a produção ocorre em duas etapas: pré-viveiro e viveiro (Pimentel et al., 2016).

A fase de pré-viveiro inicia-se quando as sementes pré-germinadas são semeadas em tubetes encheidos com substrato comercial e adubos e distribuídos em bandejas. Após a semeadura, as bandejas são transferidas para uma casa de vegetação coberta com polipropileno transparente e sombrite de 50% de redução da radiação solar, sistema de irrigação por aspersão, além de outros cuidados necessários como controle de umidade e temperatura e manejo fitossanitário. Essa etapa do processo se estende de 60 a 90 dias (Pimentel, 2012; Motoike et al.; 2013).

Após esse período, inicia-se a fase de viveiro, em que as mudas são transplantadas para sacolas de polietileno, com capacidade volumétrica de aproximadamente 7 L, contendo substrato preparado com areia, terra e matéria

orgânica - esterco de curral na proporção de 1:2:1, acrescidos de nutrientes minerais e corretivos. Essa etapa do processo se estende por um período de 6 a 10 meses (Carvalho et al., 2010; Pimentel, 2012). Observa-se, portanto, que avanços já foram alcançados no sistema de produção de mudas de macaúba, dentre eles, estudos que avaliam substratos e doses de adubo em cobertura para a fase de viveiro (Carvalho et al., 2010; Pimentel, 2012).

Por outro lado, na fase de viveiro está embutido o maior custo de produção das mudas, o que é influenciado por alguns fatores como: volume de substratos contidos nas sacolas (quanto maior a capacidade volumétrica das sacolas, maior o seu custo, o custo da sacola, do substrato, dos insumos e da mão de obra); espaço total a ser ocupado no viveiro (quanto maior a sacola, menor o número de mudas por unidade de área do viveiro); custo da mão de obra que inclui o enchimento de sacolas, o plantio, os tratos culturais (controle de plantas daninhas, irrigações, aplicações dos defensivos agrícolas); custo da mão de obra em todo o processo e custo de transporte para o local definitivo no campo onde será feito o plantio (Pinto et al., 2018).

Outro fator importante que se deve levar em consideração é a qualidade do substrato utilizado para o enchimento das sacolas (Martins Filho et al., 2015). O termo substrato aplica-se a todo material sólido, natural ou sintético, que colocado em um recipiente de forma pura ou em mistura e permite o desenvolvimento do sistema radicular das mudas, cujo papel principal é o suporte da planta (Abad & Noguera, 1998). Como características desejáveis, os substratos devem apresentar baixo custo, disponibilidade nas proximidades da região de consumo, suficiente teor de nutrientes, boa capacidade de troca de cátions, relativa esterilidade biológica e permitir a aeração e a retenção de umidade, além de ser capaz de favorecer a atividade fisiológica das raízes (Konduru et al., 1999; Booman Gonçalves et al., 2000).

Entretanto, no caso da macaúba, o tempo de formação da muda ainda é muito longo, dura cerca de um ano. Além disso, o volume de substrato utilizado na tecnologia de produção atual é muito grande. Estes fatores implicam em elevado custo de produção da muda e, posteriormente, dificultam e oneram o plantio, resultando na redução da lucratividade do empreendimento (Moreira & Sousa; 2010). Uma provável estratégia para contornar esses problemas seria antecipar o tempo de formação da muda, o que poderia ser feito mediante redução do tamanho da muda e,

consequentemente, do volume de substrato necessário para produzir a muda na fase de viveiro. Desse modo, acredita-se ser possível reduzir o tamanho das sacolas para produção de mudas de macaúba, em função do tempo de permanência das mudas no viveiro, resultando na redução de custos de produção das mudas.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de macaúba em função da capacidade volumétrica da sacola e do tempo de permanência da muda no viveiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, no período de julho de 2015 a julho de 2016. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação no delineamento blocos casualizados, em esquema fatorial 5x5, com 6 repetições, totalizando 150 unidades experimentais (cada unidade experimental foi composta por uma muda). Os fatores estudados foram a capacidade volumétrica (1,85; 2,70; 4,10; 7,20 e 10,20 L) das sacolas, utilizadas como recipientes, e o tempo de permanência no viveiro (0; 90; 180; 270; 360 dias após o transplântio).

Para a montagem do experimento utilizou-se sementes pré-germinadas em laboratório de acordo com o protocolo de Motoike. et al. (2007). Após este processo, as sementes foram semeadas em Ellepot[®] (tubetes biodegradáveis com capacidade volumétrica de 120 cm³) enchidos com substrato comercial Plantmax[®], acrescido de 4 kg de superfosfato simples/m³ de substrato. Nesta fase (pré-viveiro), as mudas foram acondicionadas em bandejas plásticas com 96 tubetes biodegradáveis cada, dispostas sobre bancadas dentro da casa de vegetação e cobertas com proteção de filme de polietileno transparente e sombrite com capacidade de 50% de interceptação solar, por um período de 90 dias. Esta etapa foi realizada em viveiro comercial, pertencente à Empresa Acrotech Sementes e Reflorestamento Ltda, que gentilmente cedeu as mudas para a montagem do experimento (Figuras 1A e 1B).

Após o período de pré-viveiro, descrito acima, as plântulas foram transplantadas para as sacolas plásticas de polietileno preto com as capacidades volumétricas acima mencionadas, e enchidas com substratos, iniciando-se os tratamentos (fase de viveiro - Figuras 1C e 1D). Durante o período de permanência das mudas no viveiro foram realizados os tratos culturais (irrigações, adubações, controle de pragas, doenças e plantas daninhas) necessários.

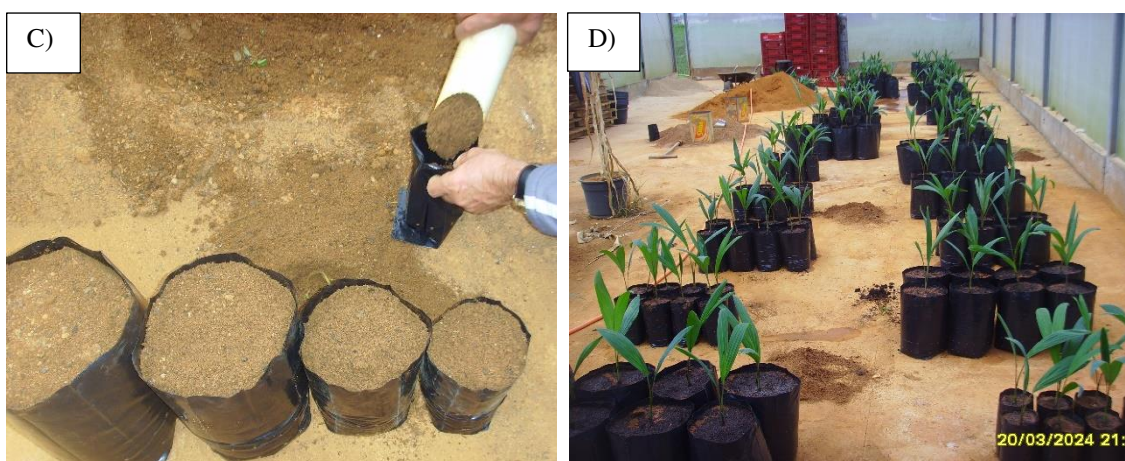
O substrato utilizado para enchimento das sacolas constituiu-se de uma mistura organo-mineral na proporção de 2:1:1 (v/v) (solo, areia, substrato comercial Plantimax[®], respectivamente), fertilizados com 1 kg de sulfato de amônio, 4 kg de superfosfato simples, 0,5 kg de cloreto de potássio e 2 kg de calcário dolomítico para cada metro cúbico de substrato. Também foram utilizadas adubações de cobertura, aos 90, 180, 270 e 360 dias após o transplântio com os seguintes adubos: 0,25 kg de

ureia; 0,125 kg de cloreto de potássio e 0,125 kg de sulfato de magnésio por metro cúbico de substrato.



A) Semeadura das sementes pré-germinadas de macaúba em tubetes biodegradáveis (início do pré-viveiro).

B) Plântulas de macaúba ao final da fase de pré-viveiro (momento do transplântio).



C) Sacolas plásticas com diferentes capacidades volumétricas, enchidas com substrato, prontas para serem utilizadas na fase de viveiro.

D) Vista geral dos blocos no início da montagem dos tratamentos (fase de viveiro).

Figura 1. Sementes pré-germinadas e plântulas de macaúba na fase de pré-viveiro (A e B) e sacolas utilizadas na fase de viveiro contendo substrato organomineral (C e D).

Nas datas previstas para os tempos de avaliações (0, 90, 180, 270 e 360 dias após o transplântio do pré-viveiro para o viveiro), foram feitas análises destrutivas das mudas. Para isso, as mudas foram retiradas das sacolas, separando o substrato, e em seguida foram lavadas e seccionadas em três partes: parte aérea, bulbo e raiz. Logo após foram feitas as seguintes avaliações:

- **Altura de plantas:** foi obtida através da medição da parte aérea da muda com o auxílio de uma régua graduada em centímetros.
- **Matéria seca da folha, bulbo e raiz:** as amostras foram levadas para estufa de ventilação forçada a 65°C por um período 72 horas (até atingir o peso constante), para determinação da matéria seca, e logo após foi realizada a pesagem com o auxílio da balança de precisão.
- **Área foliar:** Foi obtida por meio de um medidor de área foliar (*Area meter*, modelo 3100, Licor, Nebaska, EUA).
- **Volume de raiz:** foi determinado pelo “Método do volume em proveta” descrito por Silva et al. (2006). As raízes foram lavadas em água corrente e colocadas em uma proveta graduada com volume de 100 mL, contendo 50 mL de água e, ao adicionar as raízes determinou-se o volume de água deslocado e este valor é equivalente ao volume ocupado pelas raízes.
- **Teores de nutrientes nas amostras dos tecidos das plantas:** Após a determinação da matéria seca das partes das plantas (folha, bulbo e raízes), as mesmas foram homogeneizadas e moídas no moinho tipo “Willey” e em seguida foram enviadas para o laboratório para realizar as análises de quantificação dos teores de nutrientes minerais (Malavolta et al., 1997). As quantificações destes teores foram realizadas pelos seguintes métodos: para o N por titulometria (método de Kjeldhal); para o B, S e P realizaram-se digestão nitroperclórica e quantificação por calorimetria; para o K realizou-se digestão nitroperclórica e quantificação por fotometria de chama; para o Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn realizaram-se digestão nitroperclórica e quantificação por espectrofotometria de massa atômica.

Os dados de crescimento de plantas foram submetidos à análise de variância e regressão linear pelo aplicativo computacional Genes[®]. Em função do efeito cumulativo do tamanho da sacola e do tempo de permanência das mudas no viveiro, procedeu-se a análise dos dados por meio de superfície de resposta. Os gráficos foram elaborados utilizando-se o aplicativo computacional GraphPad Prism[®] 7.03. Para os teores de nutrientes minerais em folhas, bulbo e raízes, foi feita apenas caracterização conjunta do material e os dados analisados por estatística descritiva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do tamanho das sacolas e do tempo de permanência no viveiro no desenvolvimento das mudas de macaúba (Tabela 1). Durante as primeiras avaliações, devido ao fato de o crescimento das mudas ser lento, observou-se um desenvolvimento semelhante das mudas, independentemente do tamanho das sacolas (volume do substrato). Com a evolução do tempo de viveiro, foi possível observar diferenças visuais no desenvolvimento das mudas, o qual foi diretamente proporcional ao tamanho das sacolas e ao tempo de permanência no viveiro (Figura 2).

Em outros trabalhos realizados com substratos e adubação de mudas de macaúba na fase de viveiro, também foi observado crescimento inicial lento das mudas, visto que as primeiras cinco folhas da macaúba são folhas cotiledonares e, a primeira folha definitiva (folha pinada) só é lançada por volta do 6º mês (Pimentel, 2012). Além disso, a amêndoa fica aderida à plântula até o 5º mês, aproximadamente. Esse fato sugere que a transição da fase heterotrófica da macaúba (embrião se alimenta das reservas do endosperma) para a fase autotrófica (planta com sistema radicular e sistema fotossintético plenamente ativo) ocorre gradualmente, o que resulta em lento desenvolvimento inicial das mudas. Logo após este período, observam-se taxas de crescimento mais expressivas das mudas, podendo-se constatar mais claramente influências do substrato e do manejo no vigor e desenvolvimento das mudas (Pimentel et al., 2016).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a altura de planta (AP), matéria seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), matéria seca do bulbo (MSB), matéria seca da raiz (MSR) e volume de raiz (VR) de mudas de macaúba em função do volume do substrato e tempo de permanência no viveiro.

FV	GL	AP	MSPA	AF	MSB	MSR	VR
		Quadrado médio					
Blocos	5	72,55	63,71	228220,22	69,87	35,31	1565,40
Parcela (volume de substrato)	4	3289,03**	1154,81**	2725177,15**	616,48**	252,98**	1268,31**
Erro a	20	75,84	15,67	46329,17	26,72	8,26	621,75
Subparcela (tempo de permanência)	4	16741,38**	4174,82**	10864166,60**	3416,47**	1109,76**	50503,02**
Interação (volume e tempo)	16	364,32**	210,04**	610822,00**	150,89**	34,18**	1780,19**
Erro b	100	31,49	13,51	40,810,97	22,14	4,35	447,59
Média		53,34	14,47	761,05	12,58	7,60	66,51
CV(%) na parcela		16,32	27,35	28,28	41,09	37,81	37,48
CV(%) na subparcela		10,52	25,40	26,54	37,40	27,45	31,80

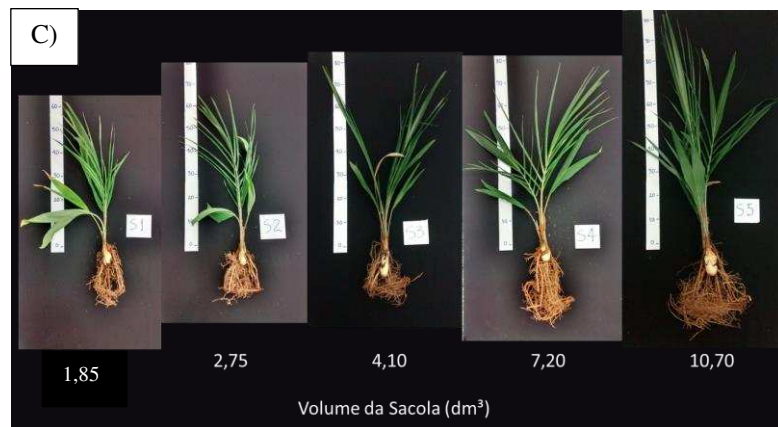
** significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.



Avaliação 1: data 0 (logo após o transplântio).



Avaliação 5: aos 360 dias após o transplântio.



Avaliação 5: mudas de macaúba com raízes aos 360 dias após transplântio.

Figura 2. Mudanças de macaúba na fase de transição do pré-viveiro para o viveiro (A) e B) aos 360 dias após o transplântio (B e C).

Para todas as características avaliadas, observou-se aumento de valor em função do tempo (Figura 4 / Tabela 2). Este resultado era esperado, visto que a muda vai se desenvolvendo ao longo do período de permanência no viveiro. Por outro lado, este desenvolvimento foi limitado pelo tamanho da sacola (volume do substrato), indicando que existe limitação do desenvolvimento da muda, em função do tempo de permanência no viveiro.

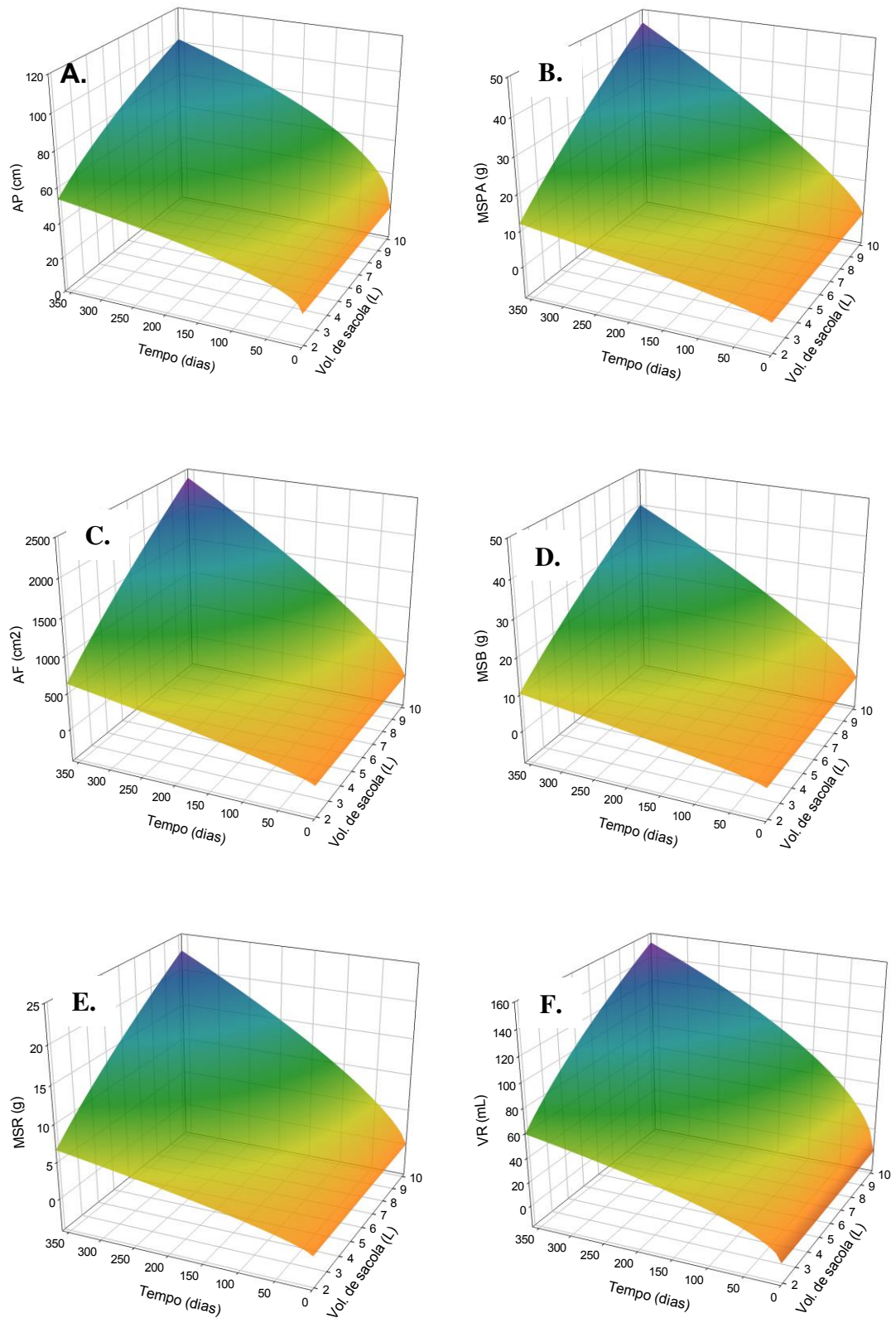


Figura 3. Valores de altura de planta (AP) (A); matéria seca da parte aérea (MSPA) (B); área foliar (AF) (C); matéria seca de bulbo (MSB) (D); matéria seca de raiz (MSR) (E) e volume de raiz (VR) (F) de mudas de macaúba, em função da capacidade volumétrica da sacola e do tempo de permanência da muda no viveiro.

Tabela 1. Sumário das análises de regressão para a altura de planta (AP), matéria seca da parte aérea (MSPA), área foliar (AF), matéria seca do bulbo (MSB), matéria seca da raiz (MSR) e volume de raiz (VR) de mudas de macaúba em função do volume do substrato e tempo de permanência no viveiro. Universidade Federal de Viçosa, 2017.

FV	Modelo	Coeficiente estimado (\pm erro padrão)						
		a	b	c	GL(erro)	F	P	R2 ajustado
AP	$z=a+bx^c*y^c$	19,10 \pm 1,54	1,27 \pm 0,30	0,50 \pm 0,03	147	544,95	<0,001	0,87
MSPA	$z=ax^b*y^b$	0,07 \pm 0,02	0,78 \pm 0,03			804,86	<0,001	0,84
AF	$z=ax^b*y^b$	4,12 \pm 1,29	0,77 \pm 0,04		148	656,50	<0,001	0,81
MSB	$z=ax^b*y^b$	0,06 \pm 0,02	0,78 \pm 0,05		148	464,14	<0,001	0,75
MSR	$z=ax^b*y^b$	0,06 \pm 0,01	0,72 \pm 0,04		148	590,98	<0,001	0,79
VR	$Z=ax^b*y^b$	1,67 \pm 0,65	0,54 \pm 0,05		148	183,44	<0,001	0,54

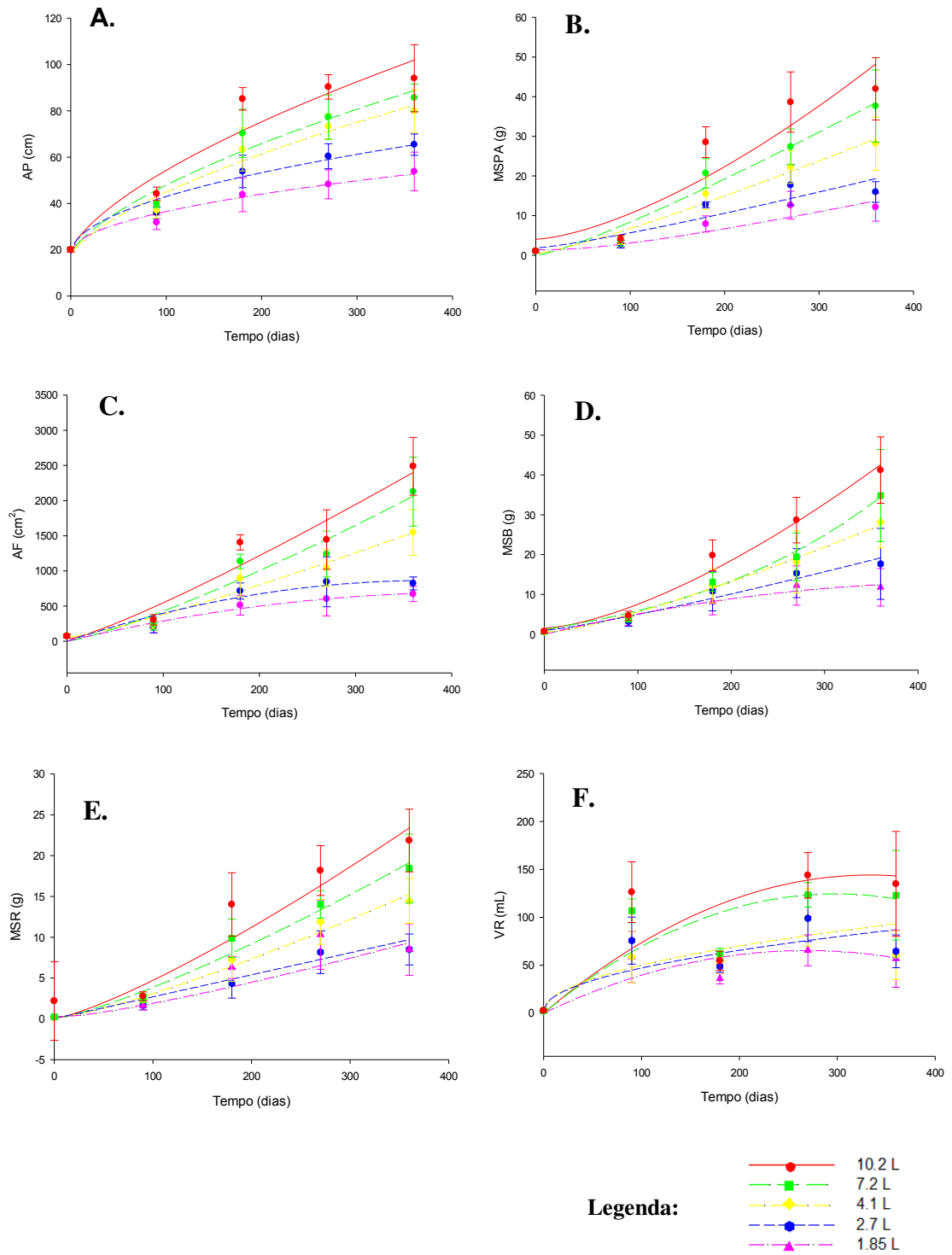


Figura 4. Valores de altura de planta (AP) (A); matéria seca da parte aérea (MSPA) (B); área foliar (AF) (C); matéria seca de bulbo (MSB) (D); matéria seca de raiz (MSR) (E) e volume de raiz (VR) (F) de mudas de macaúba em função do tempo de permanência da muda no viveiro.

Tabela 2. Sumário da análise de regressão para altura de planta (AP); matéria seca da parte aérea (MSPA); área foliar (AF); matéria seca de bulbo (MSB); matéria seca de raiz (MSR) e volume de raiz (VR) de mudas de macaúba, em função do tempo de permanência no viveiro.

FV	Modelo	Coeficiente estimado (± erro padrão)		GL	F	P	R2 ajustado
		a	b				
AP							
10,2 L	$y=a+b(x^{0,5})*\ln x$	20,88±8,74	0,72±0,11	3	38,03	<0,01	0,85
7,2 L	$y=a+b(x^{0,5})*\ln x$	19,25±5,05	0,62±0,06	3	83,74	<0,01	0,93
4,1 L	$y=a+b(x^{0,5})*\ln x$	18,53±4,19	0,57±0,05	3	102,75	<0,01	0,94
2,7 L	$y=a+b(x^{0,5})$	18,01±3,45	2,49±0,25	3	94,13	<0,01	0,93
1,85 L	$y=a+b(x^{0,5})$	18,43±2,26	1,80±0,16	3	114,52	<0,01	0,94
MSPA							
10,2 L	$y=a+b(x^{1,5})$	4,05±5,51	0,006±0,00	3	20,08	<0,05	0,74
7,2 L	$y=a+bx+\ln(x)$	0,02±2,33	0,01±0,00	3	94,66	<0,01	0,93
4,1 L	$y=a+bx+\ln(x)$	0,47±1,66	0,01±0,00	3	104,56	<0,01	0,94
2,7 L	$y=a+bx+\ln(x)$	1,86±2,65	0,008±0,00	3	14,99	<0,05	0,66
1,85 L	$y=(a+b*(x^{2,5}))$	1,91±2,28	0,00±0,00	3	18,24	<0,05	0,71
AF							
10,2 L	$y=a+bx*\ln(x)$	31,84±202,16	1,11±0,16	3	47,81	<0,01	0,88
7,2 L	$y=ax^b$	1,49±2,39	1,22±0,28	3	58,46	<0,01	0,90
4,1 L	$y=a+bx*\ln(x)$	57,36±96,55	0,70±0,07	3	82,85	<0,01	0,93
2,7 L	$y=a^{0,5}*bx-0,25*b^{2}*x^{2}$	864,07±134,24	0,15±0,04	3	33,40	<0,05	0,83
1,85 L	$Y=a^{0,5}*bx-0,25*b^{2}*x^{2}$	696,67±108,60	0,12±0,02	3	65,27	<0,01	0,91
MSB							
10,2 L	$Y=a+bx^{1,5}$	1,52±1,82	0,00±0,00	3	158,30	<0,01	0,96
7,2 L	$Y=\exp(a+bx^{0,5})$	-0,18±0,33	0,19±0,01	3	307,29	<0,01	0,98
4,1 L	$Y=(a+bx^{2,5})^{0,5}$	0,39±0,57	0,00±0,00	3	695,87	<0,01	0,99
2,7 L	$Y=a+bx*\ln(x)$	1,04±1,28	0,00±0,00	3	69,24	<0,01	0,91
1,85 L	$Y=a^{0,5}*bx-0,25b^{2}*x^{2}$	13,08±2,70	0,01±0,00	3	67,24	<0,01	0,91
MSR							
10,2 L	$Y=(a+bx^{2,5})^{0,5}$	0,01±0,62	0,00±0,00	3	40,10	<0,01	0,86
7,2 L	$Y=(a+bx^{2,5})^{0,5}$	0,03±0,29	0,00±0,00	3	137,04	<0,01	0,95
4,1 L	$Y=(a+bx^{2,5})^{0,5}$	0,05±0,22	0,00±0,00	3	147,48	<0,01	0,96
2,7 L	$Y=(a+bx^{2})^{0,5}$	0,02±0,48	0,00±0,00	3	13,88	<0,05	0,64
1,85 L	$Y=(a+bx^{2,5})^{0,5}$	0,07±0,25	0,00±0,00	3	43,66	<0,01	0,87
VR							
10,2 L	$y=a^{0,5}*bx-0,25*b^{2}*x^{2}$	144,13±22,07	0,07±0,01	3	128,18	<0,01	0,95
7,2 L	$y=a^{0,5}*bx-0,25*b^{2}*x^{2}$	124,53±2,97	0,07±0,00	3	2269,66	<0,01	0,99
4,1 L	$y=a+bx^{0,5}$	1,84±4,29	4,82±0,32	3	227,31	<0,01	0,97
2,7 L	$y=a+bx^{0,5}$	2,58±11,08	4,45±0,82	3	29,06	<0,05	0,81
1,85 L	$y=a^{0,5}*bx-0,25*b^{2}*x^{2}$	65,28±21,15	0,06±0,02	3	97,06	<0,01	0,94

A avaliação da parte aérea das mudas evidenciou influência direta do tamanho das sacolas e, ainda, inferiu-se que houve limitação do crescimento nos tratamentos com sacolas pequenas. Para a característica altura de plantas (AP), foi observado crescimento linear para todos os tamanhos de sacolas (Figura 4A). Porém, a taxa de crescimento foi diretamente influenciada pelo tamanho da sacola, visto que as maiores AP foram observadas para a sacola de maior volume (10,2 L). Contudo, é possível separar dois tipos de comportamento para esta característica, que seriam: plantas com menos de 60 cm de altura (sacolas de 1,85 e 2,7 L) e plantas com mais de 60 cm na avaliação final (sacolas de 4,1; 7,2 e 10,2 L). Para o grupo das sacolas menores, parece ter havido forte limitação do crescimento, sugerindo que estas sacolas não são adequadas para produção de mudas por longo período na fase de viveiro.

Observou-se também que a diferença no crescimento, apesar de ser notada desde a 2ª avaliação (90 dias), ficou mais marcada a partir da 3ª avaliação (180 dias), parecendo indicar esse seja o limite do tempo de permanência no viveiro para estes tamanhos de sacola. Por outro lado, as sacolas maiores (volume $\geq 4,1$ L) mostraram-se com curvas de crescimento mais próximas entre si, sugerindo que estes volumes estariam mais adequados para suportar o pleno desenvolvimento das mudas, apesar de a sacola maior (10,2 L) ter apresentado AP superior às demais. Para as sacolas de 4,1 e 7,2 L não se verificou diferença estatística, visto que as barras de desvio padrão se sobrepueram.

Para a matéria seca de parte aérea (MSPA) (Figura 4B) foi observado comportamento similar ao observado para AP, indicando que o volume de substrato tem efeito direto no desenvolvimento vegetativo das mudas. Ressalta-se que o incremento de matéria seca das mudas nas sacolas menores (1,85 e 2,7 L) apresentou comportamento linear e similares. Já as mudas no grupo de sacolas maiores, apesar de também apresentarem incremento de matéria seca linear, observou-se reta com maior ângulo de inclinação, o que sugere maior taxa de ganho de massa seca em função do aumento do volume de substrato.

Comportamento semelhante ao descrito acima para MSPA foi apresentado para a área foliar (AF) (Figura 4C), isso porque estas são características estreitamente relacionadas. Contudo, para AF do grupo das sacolas menores, observou-se comportamento quadrático, indicando que, apesar de se notar aumento da área foliar

ao longo do tempo de permanência no viveiro, o incremento foi reduzindo ao longo do tempo, apesar de não ter sido identificado o ponto de inflexão da curva no intervalo estudado. Porém, esse comportamento reforçou a hipótese de que as sacolas menores resultaram em limitação do desenvolvimento das mudas.

A análise do bulbo e das raízes das mudas apresentou padrão de resposta parente ao observado para a parte aérea, em que o desenvolvimento foi diretamente proporcional ao tamanho da sacola e do tempo de permanência no viveiro. A matéria seca do bulbo (MSB) (Figura 4 D) apresentou curva de crescimento com comportamento linear, cuja diferença entre as sacolas tornaram-se evidentes a partir da 3ª avaliação (180 dias), indicando que a limitação ao desenvolvimento da muda, verificada nas sacolas menores (1,85 e 2,7 L) torna-se mais crítica, a partir dos 180 dias. Quando analisada a matéria seca de raiz (MSR) (Figura 4E), observou-se efeito similar ao identificado para MSB, inferindo-se que estes parâmetros estão intrinsecamente relacionados.

Por outro lado, na análise do volume de raízes (VR) (Figura 4F) não foi possível descrever um modelo matemático padrão. Contudo, infere-se pela tendência das curvas que a partir da 2ª avaliação, ocorre subdivisão diferente dos grupos com menor desempenho, incluindo no grupo das sacolas pequenas também as sacolas de 4,1 L, indicando que, para este parâmetro, a sacola de 4,1 L também limita o crescimento. Para as demais características, o subcrescimento foi notável partir da 3ª avaliação e apenas para as sacolas de 1,85 e 2,7 L. Isso sugere que, para a produção de mudas em sacolas pequenas, o tempo de permanência no viveiro deve ser reduzido para não limitar o desenvolvimento da muda.

Resultados similares foram observados para várias espécies de plantas, em que o aumento do volume do substrato (ou capacidade volumétrica do recipiente) utilizado na formação de mudas, resultou em aumento direto nas estruturas do vegetal (Santos et al., 2008; Barbosa, 2011; Ajala et al., 2012). O melhor desempenho das mudas em recipientes maiores se deve ao fato de o seu sistema radicular poder explorar maior volume de substrato, podendo acessar maior quantidade de nutrientes, maior disponibilidade de água e, por fim, menor competição por luz, uma vez que as mudas em recipientes pequenos ficam muito próximas no viveiro, o que pode resultar em estiolamento e auto sombreamento (Zaccheo et al. 2013; Costa et al., 2015).

Todavia, o aumento do tamanho do recipiente acarreta diretamente em elevação de custos de produção da muda, pois aumenta o volume gasto de substrato, a necessidade hídrica, a mão de obra no viveiro e a área de viveiro por unidade de muda produzida (Simões et al., 2012). Além disso, mudas muito grandes resultam em maiores custos com transporte e operações de plantio. Logo, é preciso definir um tamanho ideal a fim de resultar no melhor custo benefício, isto é, definir a capacidade volumétrica de recipiente que permita produzir mudas com qualidade e baixo acessível.

Trabalhos de pesquisa sobre o tamanho ideal de mudas são controversos e sugerem que esta definição do tamanho da muda depende da espécie, do ambiente, do manejo e da época em que as mudas serão transplantadas para o campo. Ajala et al. (2012) identificaram crescimento vegetativo equivalente de mudas de *Jatropha curcas* produzidas em recipiente de diferentes tamanhos, após transplântio para o campo, sendo que aquelas provenientes de recipientes pequenos resultaram em economia de substrato, espaço de viveiro e custos de plantio. Por outro lado, Maran et al. (2015) observaram que a sobrevivência de mudas em condições de campo foi diretamente proporcional ao tamanho do recipiente. Nesse sentido, é preciso estabelecer parâmetros qualitativos para definir os padrões desejados para a produção de mudas de macaúba, a fim de se confrontar com os dados observados no presente estudo.

Segundo Pimentel et al. (2016), mudas de macaúba apresentam-se aptas para o transplântio após o sexto mês de idade, quando apresentam pelo menos um par de folhas definitivas. Isto sugere a possibilidade de se estabelecer uma relação de tamanho de recipientes em função da idade da muda, visto que neste trabalho a sacola com 4,1 L permitiu desenvolvimento satisfatório das mudas até 180 dias após o transplântio (3ª avaliação). A partir desse ponto, o desenvolvimento das mudas foi limitado pelo volume de substrato, indicando que para permanência em viveiro por períodos superiores a 180 dias é necessário utilizar sacolas maiores. Quanto ao uso de sacolas com capacidade volumétrica inferior a 4,1 L, verificou-se limitação no desenvolvimento das mudas, já nos primeiros 90 dias, não sendo, portanto, recomendadas para a produção de mudas de macaúba.

Analisando os teores de nutrientes minerais nas folhas, bulbos e raízes, observou-se que não houve influência direta do tamanho da sacola e do tempo de

permanência das mudas no viveiro (Tabelas 3, 4 e 5, respectivamente). Isso sugere que as mudas de macaúba apresentam plasticidade fenotípica para adequar à quantidade de nutrientes disponíveis ao crescimento vegetativo, priorizando manter a concentração dos elementos essenciais constantes ao longo do seu desenvolvimento. Além disso, todos os tratamentos receberam adubação de cobertura, o que pode ter contribuído para manter os teores de nutrientes em níveis adequados, apesar do melhor desempenho vegetativo observado nas mudas plantadas nas sacolas maiores.

Os valores encontrados neste trabalho divergem em ordem de grandeza e foram menores do que aqueles encontrados por Pimentel (2012), para os macronutrientes N, K, Ca, Mg. Para os micronutrientes Cu, Mn, Fe e Zn, os valores encontrados nesse trabalho foram maiores. Já para P e S, os valores foram próximos. Provavelmente essas diferenças se devam ao material genético utilizado ou a diferenças na adubação de cobertura, o que pode ter influenciado nos teores minerais da parte aérea das mudas.

Para as análises de teores minerais no bulbo e raízes, também não foram observadas variações expressivas em função do tamanho da sacola e do tempo de permanência no viveiro, similar ao observado nas análises foliares. Porém, para teores de minerais no bulbo e folhas identificou-se maior variabilidade dos dados dentro de um mesmo tratamento.

Quando comparadas as médias dos teores de raízes e bulbo com Pimentel (2012), observou-se valores mais próximos do que os encontrados nos teores foliares. A maior diferença entre esses resultados foi observada para Fe e Zn, no qual os valores encontrados nesse trabalho foi cerca de 1/3 e 1/2 daqueles observados por Pimentel (2012), respectivamente. Contudo, esses teores de nutrientes em tecidos de mudas de macaúba podem ser úteis para calibrar futuras adubações em viveiros comerciais de mudas de macaúba, os quais carecem de dados comparativos para aferir o estado nutricional de mudas de macaúba.

Os valores médios de todos os tratamentos para os nutrientes minerais estudados, em ordem decrescente dos teores de nutrientes minerais na matéria seca das folhas, foram: 1,99; 1,71; 0,19; 0,16; 0,15; 0,07 dag/kg de N, K, P S, Ca e Mg, respectivamente. Para Fe, Mn, Zn e Cu esses valores foram 502,44; 34,91; 24,79 e 5,75mg/kg, respectivamente.

Para os teores de nutrientes minerais na matéria seca do bulbo, em ordem decrescente, tem-se: 1,69; 1,58; 0,37; 0,17; 0,15; 0,07 dag/kg de K, N, Ca, P, S, e Mg respectivamente. Para Fe, Mn, Zn e Cu esses valores foram 1334,52; 51,02; 24,41 e 8,16mg/kg, respectivamente.

Para os teores de nutrientes minerais na matéria seca das raízes, em ordem decrescente, tem-se: 1,71; 1,46; 1,19; 0,18; 0,16; 0,08 dag/kg de K, N, P S, Ca e Mg respectivamente. Para Fe, Mn, Cu e Zn esses valores são 600,84; 83,92; 38,89 e 26,16mg/kg, respectivamente.

Apesar da diferença entre as concentrações de nutrientes minerais em tecidos de mudas de macaúba na literatura, a ordem de concentração de nutrientes está de acordo com Pimentel (2012), em que os nutrientes absorvidos em maior quantidade pelas mudas de macaúba são o N, K e Ca, sugerindo que para as adubações de mudas de macaúba é preciso priorizar esses nutrientes.

Tabela 3. Teores dos nutrientes minerais em folhas de mudas de macaúba, em função da capacidade volumétrica do recipiente e do tempo de permanência da muda no viveiro.

Volume sacola	Tempodag/kg.....				mg/kg.....					
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Fe	Zn	
S1	T0	1,89	0,34	1,29	0,14	0,07	0,15	6,47	83,7	90,55	24,4	
S1	T3	1,85	0,19	1,77	0,20	0,10	0,22	2,25	25,10	430,50	12,20	
S1	T6	1,68	0,07	1,56	0,18	0,09	0,20	2,55	16,30	958,25	15,09	
S1	T9	2,13	0,13	1,47	0,12	0,06	0,14	3,60	22,90	932,25	20,66	
S1	T12	1,61	0,06	1,64	0,10	0,05	0,11	2,90	27,20	655,95	19,80	
S2	T0	1,89	0,34	1,29	0,14	0,07	0,15	6,47	83,7	90,55	24,4	
S2	T3	1,85	0,14	2,34	0,18	0,09	0,20	1,60	15,45	242,45	13,78	
S2	T6	1,54	0,15	1,71	0,16	0,08	0,20	6,70	12,60	438,15	23,18	
S2	T9	2,10	0,17	2,33	0,20	0,10	0,22	2,65	21,20	224,50	15,42	
S2	T12	1,89	0,06	1,50	0,09	0,05	0,10	3,25	21,10	981,00	20,09	
S3	T0	1,89	0,34	1,29	0,14	0,07	0,15	6,47	83,7	90,55	24,4	
S3	T3	1,96	0,37	2,11	0,17	0,09	0,19	5,30	25,80	280,75	23,34	
S3	T6	1,96	0,10	1,71	0,18	0,09	0,20	6,50	18,30	776,70	40,78	
S3	T9	2,52	0,39	1,42	0,16	0,08	0,17	8,90	22,95	985,25	55,64	
S3	T12	1,82	0,07	1,57	0,13	0,06	0,14	5,20	26,90	815,00	29,11	
S4	T0	1,89	0,34	1,29	0,14	0,07	0,15	6,47	83,7	90,55	24,4	
S4	T3	2,38	0,29	2,27	0,17	0,09	0,19	2,20	20,70	282,40	11,81	
S4	T6	2,20	0,15	1,79	0,16	0,08	0,18	9,85	15,50	623,70	31,77	
S4	T9	2,27	0,12	2,00	0,13	0,06	0,14	9,20	24,20	797,95	38,38	
S4	T12	2,06	0,07	1,52	0,14	0,07	0,15	5,85	25,05	236,25	33,98	
S5	T0	1,89	0,34	1,29	0,14	0,07	0,15	6,47	83,7	90,55	24,4	
S5	T3	2,03	0,19	2,61	0,22	0,11	0,24	4,50	32,15	441,50	24,89	
S5	T6	2,17	0,23	1,86	0,18	0,09	0,20	8,60	30,25	602,75	15,49	
S5	T9	2,31	0,18	1,72	0,13	0,06	0,14	8,90	23,50	749,98	29,90	
S5	T12	2,17	0,09	1,58	0,12	0,06	0,13	10,90	27,05	653,00	22,67	
Média geral:		1,99	0,19	1,71	0,15	0,07	0,16	5,75	34,91	502,44	24,79	

Dados:

S1 = sacolas com capacidade volumétrica de 1,85 L de substrato

S2 = sacolas com capacidade volumétrica de 7,2 L de substrato

S3= sacolas com capacidade volumétrica de 4,1 L de substrato

S4 = sacolas com capacidade volumétrica de 7,2 L de substrato

S5 = sacolas com capacidade volumétrica de 10,2 L de substrato

T0 = Tempo de avaliação 0 dias (início do experimento)

T3 = Tempo de avaliação 90 dias

T6 = Tempo de avaliação 180 dias

T9 = Tempo de avaliação 270 dias

T12 = Tempo de avaliação 360 dias (final da avaliação)

Tabela 4. Teores dos nutrientes minerais em bulbos de mudas de macaúba em função do volume do substrato e tempo de permanência no viveiro.

Volume sacola	Tempo	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Fe	Zn
	dag/kg.....				mg/kg.....				
S1	T0	1,82	0,23	1,12	0,13	0,07	0,15	6,47	83,73	90,55	24,41
S1	T3	1,78	0,28	1,78	0,02	0,08	0,18	8,25	44,65	1942,50	19,23
S1	T6	1,22	0,26	1,73	0,17	0,09	0,19	8,90	25,45	2239,25	22,27
S1	T9	1,47	0,28	1,93	0,14	0,07	0,15	10,30	24,00	1115,95	27,18
S1	T12	1,33	0,09	1,59	0,12	0,06	0,14	8,35	25,30	1628,00	24,45
S2	T0	1,82	0,23	1,12	0,13	0,07	0,15	6,47	83,73	90,55	24,41
S2	T3	1,64	0,21	1,77	0,14	0,07	0,15	8,20	18,05	2232,75	34,05
S2	T6	1,33	0,19	1,64	0,09	0,05	0,10	9,00	18,30	1646,50	25,41
S2	T9	1,50	0,16	1,87	0,11	0,06	0,12	10,95	18,30	1108,93	30,19
S2	T12	1,43	0,12	1,35	0,06	0,03	0,06	9,60	25,45	1988,00	27,04
S3	T0	1,82	0,23	1,12	0,13	0,07	0,15	6,47	83,73	90,55	24,41
S3	T3	1,14	0,20	1,91	0,15	0,08	0,17	8,80	58,05	1558,00	13,67
S3	T6	1,36	0,10	1,85	1,88	0,07	0,15	11,70	19,05	1510,25	20,36
S3	T9	1,43	0,22	1,50	0,11	0,06	0,13	9,35	19,50	1160,78	35,27
S3	T12	1,71	0,07	1,43	0,08	0,04	0,08	7,60	24,00	1266,50	24,53
S4	T0	1,82	0,23	1,12	0,13	0,07	0,15	6,47	83,73	90,55	24,41
S4	T3	0,91	0,20	1,99	0,20	0,10	0,22	8,15	60,00	3579,75	16,21
S4	T6	1,44	0,18	2,14	2,14	0,10	0,21	12,90	17,50	2240,25	17,88
S4	T9	2,03	0,19	2,22	0,25	0,12	0,27	12,60	26,50	1166,15	38,34
S4	T12	1,09	0,07	1,87	0,09	0,05	0,10	10,30	25,30	1929,25	24,32
S5	T0	1,82	0,23	1,12	0,13	0,07	0,15	6,47	83,73	90,55	24,41
S5	T3	1,79	0,15	1,85	0,12	0,06	0,14	3,20	95,75	725,90	19,72
S5	T6	1,72	0,08	2,14	2,14	0,08	0,17	3,20	91,20	1304,75	25,29
S5	T9	2,31	0,15	2,39	0,23	0,11	0,25	3,70	120,05	1457,45	22,52
S5	T12	1,75	0,07	1,81	0,12	0,06	0,13	6,60	133,30	1109,35	20,39
Média geral		1,58	0,17	1,69	0,37	0,07	0,15	8,16	51,02	1334,52	24,41

Dados:

S1 = sacolas com capacidade volumétrica de 1,85 L de substrato

S2 = sacolas com capacidade volumétrica de 7,2 L de substrato

S3= sacolas com capacidade volumétrica de 4,1 L de substrato

S4 = sacolas com capacidade volumétrica de 7,2 L de substrato

S5 = sacolas com capacidade volumétrica de 10,2 L de substrato

T0 = Tempo de avaliação 0 dias (início do experimento)

T3 = Tempo de avaliação 90 dias

T6 = Tempo de avaliação 180 dias

T9 = Tempo de avaliação 270 dias

T12 = Tempo de avaliação 360 dias (final da avaliação)

Tabela 5. Teores dos nutrientes minerais em raízes de mudas de macaúba em função do volume do substrato e tempo de permanência no viveiro.

Volume sacola	Tempo	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Fe	Zn
	dag/kg.....				mg/kg.....				
S1	T0	1,71	0,24	0,94	0,17	0,08	0,19	16,47	83,73	90,55	24,41
S1	T3	1,33	0,22	2,00	0,14	0,07	0,16	20,00	92,55	407,55	20,54
S1	T6	1,78	0,17	1,58	0,22	0,11	0,25	35,00	166,25	621,15	44,91
S1	T9	1,08	0,17	1,66	0,16	0,08	0,18	50,00	114,70	575,60	28,46
S1	T12	1,43	0,08	1,70	0,11	0,06	0,12	65,00	116,45	149,45	34,07
S2	T0	1,71	0,24	0,94	0,17	0,08	0,19	16,47	83,73	90,55	24,41
S2	T3	1,26	0,62	2,97	0,16	0,08	0,17	21,00	63,10	322,65	25,31
S2	T6	1,47	0,09	1,72	0,18	0,09	0,20	36,00	62,00	234,90	25,84
S2	T9	1,54	0,09	1,58	0,11	0,06	0,12	51,00	76,35	475,35	26,37
S2	T12	1,01	0,07	2,07	0,13	0,06	0,14	66,00	97,85	102,50	20,83
S3	T0	1,71	0,24	0,94	0,17	0,08	0,19	16,47	83,73	90,55	24,41
S3	T3	1,40	0,17	2,20	0,19	0,10	0,21	22,00	66,30	304,95	35,52
S3	T6	1,08	0,24	1,76	0,17	0,08	0,19	37,00	61,25	365,45	28,42
S3	T9	1,64	0,15	1,79	0,14	0,07	0,15	52,00	84,60	560,80	26,84
S3	T12	1,40	0,08	2,11	0,11	0,05	0,12	67,00	143,15	103,95	24,53
S4	T0	1,71	0,24	0,94	0,17	0,08	0,19	16,47	83,73	90,55	24,41
S4	T3	1,33	0,11	2,00	0,21	0,10	0,23	23,00	65,25	387,15	26,01
S4	T6	1,75	0,44	1,58	0,20	0,10	0,22	38,00	60,70	328,90	28,36
S4	T9	1,26	0,22	1,77	0,13	0,06	0,14	53,00	74,30	585,55	24,34
S4	T12	1,26	0,11	1,95	0,14	0,07	0,15	68,00	139,90	91,70	25,62
S5	T0	1,71	0,24	0,94	0,17	0,08	0,19	16,47	83,73	90,55	24,41
S5	T3	1,43	0,17	2,15	0,23	0,12	0,26	24,00	16,20	537,40	12,84
S5	T6	1,57	0,17	1,60	0,13	0,07	0,15	39,00	21,40	7011,95	31,97
S5	T9	1,54	0,08	2,00	0,25	0,13	0,28	54,00	36,90	1286,25	16,81
S5	T12	1,43	0,22	2,07	0,20	0,10	0,23	69,00	120,25	115,10	24,42
Média geral:		1,46	0,19	1,71	0,16	0,08	0,18	38,89	83,92	600,84	26,16

Dados:

S1 = sacolas com volume de substrato 1,85 L

S2 = sacolas com volume de substrato 7,2 L

S3 = sacolas com volume de substrato 4,1 L

S4 = sacolas com volume de substrato 7,2 L

S5 = sacolas com volume de substrato 10,2 L

T0 = Tempo de avaliação 0 dia (início do experimento).

T3 = Tempo de avaliação 90 dias

T6 = Tempo de avaliação 180 dias

T9 = Tempo de avaliação 270 dias

T12 = Tempo de avaliação 360 dias (final da avaliação).

4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de mudas de macaúba é diretamente influenciado pelo tamanho da sacola e pelo tempo de permanência no viveiro.

Sacolas de 4,1 L de volume são suficientes para suportar o desenvolvimento das mudas em até 6 meses de viveiro. A partir desse ponto, é necessário aumentar o tamanho da sacola (volume do substrato). Sacolas inferiores a 4,1 L não são recomendadas para produção de mudas de macaúba, visto que resultam em limitação ao crescimento, já nos primeiros 3 meses de viveiro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M.; NOGUERA, P. Sustrato para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: CADAHIA, C. (Ed.) **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p. 287-342.

AJALA, M. C.; AQUINO, N. F.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Efeito do volume do recipiente na produção de mudas e no crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. no Oeste Paranaense. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2039-2046, 2012.

BARBOSA, T. C. **Tamanho de recipientes e uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba,-SP, 110p. 2011.

CRUZ, R. P.; FERREIRA, F. B.; DE ÁVILA RODRIGUES, F. Simulação e análise econômica da produção de biodiesel a partir de óleo de macaúba. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 3, p. 533-560, 2017.

BOOMAN, J. L. E. Evolução dos substratos usados em horticultura ornamental na Califórnia. In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.). **Sustrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, p.43-65.

CARVALHO, M.; MANFIO, C.E.; SILVA, R. F.; BICALHO, E. M.; LOPES, F. A.; MOTOIKE, S.Y. Efeito do tamanho do recipiente, tipo de substrato e método de plantio na produção de mudas de macaúba. **Anais**, Lavras, p.685-686, 2010.

CETEC – CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais. Belo Horizonte - MG, 1983.

COSTA, E.; MESQUITA, V. D. A. G.; LEAL, P. A. M.; FERNANDES, C. D., ABOT, A. R. Formação de mudas de mamão em ambientes de cultivo protegido em diferentes substratos. **Ceres**, v. 57, n. 5, 2015.

DIAS, A. N. **Capacidade de aclimação à luz no estabelecimento inicial de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood. Ex Mart.) em condições de viveiro e em campo**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

DURÃES, F. O. M. Potenciais e oportunidades para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva para a macaúba. Workshop sobre a macaúba, Apresentação, Secretaria estadual de Agricultura pecuária e abastecimento de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

EVARISTO, A. B.; GROSSI, J. A. S.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTEL, L. D.; MOTOIKE, S. Y.; KUKI, K. N. Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. **Biomass & Bioenergy**, v.85, p.18-24, 2016.

GONÇALVES, J. L. D. M.; SANTARELLI, E. G.; DE MORAES NETTO, S. P.; MANARA, M. P.; STAPE, J. L. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.309-350.

KONDURU, S.; EVANS, M. R.; STAMPS, R. H. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. **HortScience**, Alexandria, v.34, p.88- 90, 1999.

MACHADO, W.; FIGUEIREDO, A.; GUIMARÃES, M. F. Initial development of seedlings of macauba palm (*Acrocomia aculeata*). **Industrial crops and products**, v. 87, p. 14-19, 2016.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

MARAN, J. C.; ROSOT, M. A. D.; ROSOT, N. C.; RADOMSKI, M. I.; CARDOSO, D. J.; LACERDA, A. E. B.; KELLERMANN, B. Análise de sobrevivência em plantios de enriquecimento com *Araucaria angustifolia* usando mudas de grande e pequeno porte. **Anais**, Curitiba, 2015.

MARTINS FILHO, S.; FERREIRA, A.; DE ANDRADE, B. S.; RANGEL, R. M.; DA SILVA, M. F. Different substrata affecting the development of palm tree seedlings. **Ceres**, v. 54, n. 311, 2015.

MOREIRA, J. M. M. A. P.; SOUSA, T. C. R. **Macaúba: oportunidades e desafios**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2009.

MOTOIKE, S.Y.; CARVALHO, M.; PIMENTEL, L. D.; KUKI, K. N.; PAES, J. M. V.; DIAS, H. C. T.; SATO, A. Y. **A Cultura da macaúba: implantação e manejo de cultivos racionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 61p.

MOTOIKE, S.Y.; LOPES, F. A.; SÁ JUNIOR, A. T.; CARVALHO, M.; OLIVEIRA, M.A.R. Processo de germinação e produção de sementes pré-germinadas de palmeiras do gênero *Acrocomia*. Patente: PI0703180-7, 2007.

PIMENTEL, L. D. **Nutrição mineral da macaúba: bases para adubação e cultivo**. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2012.

PINHO, E. K. C.; LOPES, A. N. K.; COSTA, A. C.; SILVA, A. B. V.; VILAR, F. C. M.; REIS, R. D. G. E. Substratos e tamanhos de recipiente na produção de mudas de baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, n. 1, p. 11-19, 2018.

PIMENTEL, L. D.; H.; MANFIO, C. E.; MOTOIKE; MARTINEZ, H. E.P. Substrate, lime, phosphorus and topdress fertilization in macaw palm seedling production. **Revista Árvore** (Online), v. 40, p. 235-244, 2016.

SANTOS, A. C.; NASCIMENTO, W. M. O.; MÜLLER, C. H. Formação de mudas de mogno africano em recipientes de diferentes tamanhos. **Anais... VI Seminário de**

Iniciação Científica da UFRA e XII Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental, 2008.

SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G.; ANDRADE, R. A. Enraizamento de estacas de pitaya vermelha em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, v.19, p.61-64, 2006.

SIMÕES, D.; DA SILVA, R. B. G.; DA SILVA, M. R. Composição do substrato sobre o desenvolvimento, qualidade e custo de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden×*Eucalyptus urophylla* ST Blake. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 1, p. 91-100, 2012.

ZACCHEO, P. V. C.; AGUIAR, R. D.; STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J. Tamanho de recipientes e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 603-607, 2013.