

Produção de mudas de macaúba diretamente em viveiro

Efeito de recipientes e substratos no
desenvolvimento de mudas de macaúba



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroenergia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
15**

**Produção de mudas de macaúba
diretamente em viveiro**

**Efeito de recipientes e substratos no
desenvolvimento de mudas de macaúba**

*Leonardo Duarte Pimentel
Simone Palma Favaro
Otto Herbert Schuhmacher Dietrich
Guilherme Carvalho Prates*

Embrapa Agroenergia
Parque Estação Biológica (PqEB), s/nº
Ed. Embrapa Agroenergia
Caixa Postal 40315
CEP 70770-901, Brasília, DF
Fone: +55 (61) 3448-4246
Fax: +55 (61) 3448-1589
www.embrapa.br/agroenergia
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroenergia

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroenergia

Presidente
Alexandre Alonso Alves

Secretária-Executiva
Lorena Costa Garcia Calsing

Membros
Adilson Kenji Kobayashi
André Pereira Leão
Dasciana de Sousa Rodrigues
Emerson Léo Schultz
Felipe Brandão de Paiva Carvalho
Maria Iara Pereira Machado
Thais Fabiana Chan Salum
Wesley Gabriel de Oliveira Leal

Supervisão editorial e revisão de texto
Luciane Chedid Melo Borges

Normalização bibliográfica
Maria Iara Pereira Machado

Tratamento das ilustrações e
editoração eletrônica
Maria Goreti Braga dos Santos

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Leonardo Duarte Pimentel

1ª edição
Publicação digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroenergia

Produção de mudas de macaúba diretamente em viveiro: Efeito de recipientes e substratos no desenvolvimento de mudas de macaúba/ autores, Leonardo Duarte Pimentel ... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2018.

22 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroenergia, ISSN 2177-0395 ; 15).

Disponível em: <http://www.embrapa.br/agroenergia/publicacoes>

1. Acrocomia aculeata. 2. Sclerocarpa. 3. totai. 4. Pré-viveiro. 5. Agricultura familiar. 6. Mudas. I. Pimentel, Leonardo Duarte. II. Série.

631.52 – CDD 22.

© Embrapa, 2018

Sumário

Resumo.	5
Abstract.	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	21
Agradecimentos.....	21
Referências	21

Produção de mudas de macaúba diretamente em viveiro

Efeito de recipientes e substratos no desenvolvimento de mudas de macaúba

Leonardo Duarte Pimentel¹

Simone Palma Favaro²

Otto Herbert Schuhmacher Dietrich³

Guilherme Carvalho Prates⁴

Resumo – Mudas comerciais de macaúba são produzidas normalmente a partir de sementes pré-germinadas em laboratório e passam por duas fases de desenvolvimento: fase de pré-viveiro (semeadura em tubetes) e viveiro (transplante para sacolas). Para simplificar o processo de produção de mudas de macaúba em pequena escala, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de recipientes e de substratos no desenvolvimento de mudas de macaúba a partir de sementes pré-germinadas semeadas direto na fase de viveiro. Foram avaliadas duas subespécies de macaúba, dois tipos de recipientes e dois tipos de substratos no delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 2x2x2, com quatro repetições. Cada subespécie foi avaliada quanto à altura de planta e número de folhas a cada 30 dias até 180 dias e, ao final, determinaram-se as massas das matérias frescas e secas e o vigor das mudas. As duas subespécies se comportaram de forma semelhante em relação aos recipientes e substratos avaliados. O substrato comercial não proporcionou desenvolvimento satisfatório das mudas produzidas diretamente nas sacolas da fase de viveiro. Para a produção de mudas com boa qualidade e vigor, é necessário período de permanência em viveiro de pelo menos 180 dias. Mudas de macaúba podem ser produzidas, de forma satisfa-

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor e pesquisador do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

² Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF.

³ Engenheiro-agrônomo, doutorando em Nutrição Mineral de Plantas pelo Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

⁴ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

tória, em etapa única (sem fase de pré-viveiro), em recipientes de dimensões 27 cm x 31 cm, com volume de 5 L, e com substrato à base de terra, areia e esterco bovino na proporção 3:1:1, respectivamente.

Termos para indexação: *Acrocomia aculeata*, *sclerocarpa*, *totai*, viveiro, pré-viveiro, agricultura familiar, mudas.

Direct-pot macauba seedlings production

Effect of containers and substrates on macauba seedlings development

Abstract – Usual commercial macauba seedlings production encompasses pre-germinated seeds obtained in laboratory conditions followed by two stages of development: pre-nursery (sowing in tubes) and nursery (transplanting to bags). In order to simplify the process for small-scale production of macauba seedlings, this work evaluated the effect of containers and substrates on the development of macauba seedlings using pre-germinated seeds sown directly in the nursery phase. Two subspecies of macauba, two types of containers and two types of substrates in a randomized block design through 2x2x2 factorial scheme with four replications were performed. Each subspecies was evaluated regarding to height plant and number of leaves every 30 days up to 180 days, afterwards the dry matter was measured. The two subspecies behaved in a similar way in relation to the evaluated containers and substrates. The commercial substrate did not provide satisfactory seedlings development when grown directly in the bags. A lead-time in nursery of at least 180 days was necessary for the production of seedlings with good quality and vigor. A single step macauba seedlings production could be successfully achieved by sowing pre-germinated seeds directly into 5 L bags with substrate based on soil, sand and bovine manure at 3:1:1 ratio, respectively.

Index terms: *Acrocomia aculeata*, *sclerocarpa*, *totai*, nursery, pre-nursery, seedlings, smallholder production.

Introdução

Macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.] é o nome popular dado a uma ampla variedade de morfotipos de palmeira pertencente à família *Arecaceae*. Apesar de não haver consenso sobre a classificação botânica em nível de espécies, alguns autores consideram três grupos principais (ou três subespécies): *A. aculeata sclerocarpa*; *A. aculeata totai* e *A. aculeata intumescens* (Pimentel et al., 2011; Lima et al.; 2018). A área de ocorrência natural dessas plantas abrange toda a América Tropical. No Brasil é a palmeira com maior área de dispersão, pois é encontrada em quatro biomas: Cerrado, Mata Atlântica, Floresta Amazônica e Pantanal (Lorenzi, 2006; Pimentel et al., 2011; Ciconini et al., 2013; Motoike et al., 2013; Lima et al., 2018).

Essa palmeira oleífera tem despertado interesse de pesquisadores e empresários devido à combinação de vários fatores, como potencial produtivo de óleo, coprodutos de alto valor agregado, rusticidade, ampla adaptabilidade, capacidade de fixação de carbono e viabilidade técnico-econômica (Evaristo et al., 2016; Evaristo et al., 2018), além da possibilidade de cultivo em Sistemas de Integração Lavoura Pecuária (ILPFs) (Dias et al., 2011; Viana et al., 2011; Cardoso et al., 2017).

Diversas pesquisas têm alcançado avanços no desenvolvimento do sistema de produção da cultura, com destaque para a propagação e produção de mudas (Motoike et al., 2007; Pimentel et al., 2016). Devido à baixa germinação natural de sementes de macaúba, a produção de mudas demanda inicialmente a pré-germinação em laboratório, e o sistema de produção de mudas é realizado em viveiros especializados. A produção de mudas de palmeiras se dá em duas fases: a de pré-viveiro, que vai da semente pré-germinada até o primeiro par de folhas lanceoladas (folhas bipartidas), e a de viveiro, que vai até o segundo par de folhas pinadas (folhas definitivas) (Pimentel et al., 2016). A partir desse ponto, quando as mudas apresentam cerca de 9 a 12 meses de idade, pode-se fazer o plantio no campo. Para a produção de mudas de macaúba, a fase de pré-viveiro é conduzida em ambiente protegido, sendo as sementes pré-germinadas semeadas em bandejas suspensas com substrato comercial à base de casca de *Pinus* (Figura 1A e 1B). Essa fase dura em torno de 60 a 90 dias, dependendo da época do ano, e visa reduzir perdas na produção de mudas em grande escala. Na fase de viveiro,

conduzida a céu aberto (± 180 dias), as plântulas oriundas do pré-viveiro são transplantadas para sacolas com volume aproximado de 5 L com substrato organomineral produzido pelo próprio viveirista (Figura 1C e 1D). Esse substrato geralmente é uma mistura de terra, areia e matéria orgânica.

A produção de mudas de macaúba com base nessas etapas tem garantido baixas perdas nos viveiros e obtenção de mudas de elevada qualidade com reflexos positivos no desenvolvimento das plantas após o plantio (Motoike et al., 2007; Motoike et al., 2013). Esse sistema altamente tecnificado garante a otimização da produção em grande escala. Por outro lado, pode limitar o acesso de produtores menos capitalizados e/ou com demandas pontuais, devido à necessidade de infraestrutura especializada e insumos de difícil acesso para pequena escala. Nesse sentido, a adoção de sistema simplificado de produção de mudas poderia atender a demandas em locais distantes dos viveiros comerciais, de forma a reduzir o custo de produção e o transporte das mudas, além de permitir que os produtores rurais façam suas próprias mudas. A disponibilização de mudas de macaúba de forma simplificada pode viabilizar a inclusão de pequenos produtores, inclusive da agricultura familiar, no cultivo racional dessa promissora espécie da flora brasileira.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de recipientes e de substratos no desenvolvimento de mudas de duas subespécies de macaúba, em sistema de semeadura direto na fase de viveiro. As mudas foram produzidas a partir de sementes pré-germinadas, as quais podem ser obtidas comercialmente e cujo transporte é de baixo custo, em virtude de pequeno volume. O uso das sementes pré-germinadas contribui para reduzir o desperdício de insumos como sacolas, substrato e mão de obra.

Fotos: Leonardo D. Pimentel.

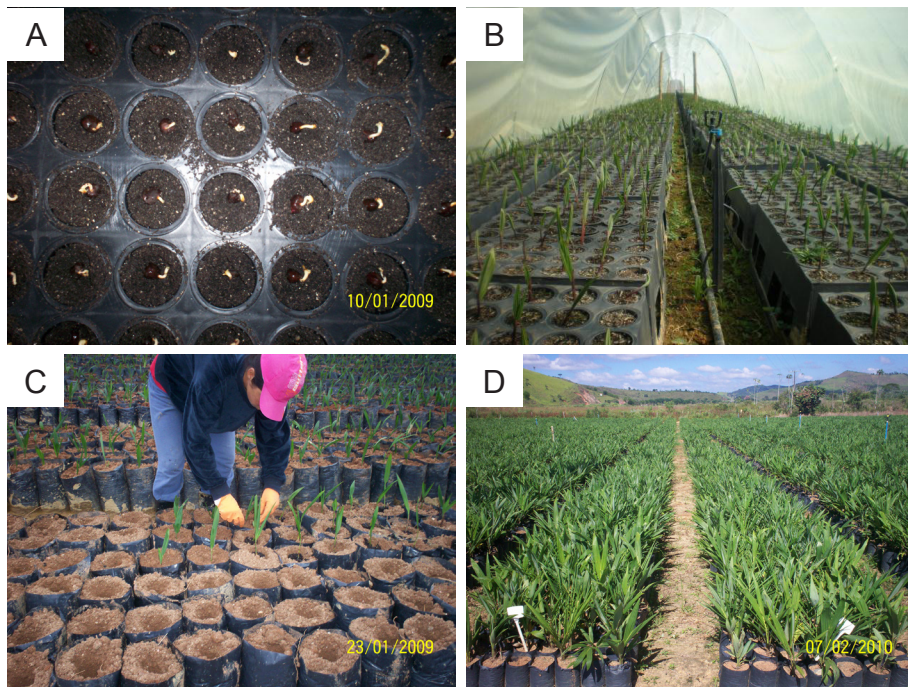


Figura 1. Sistema de produção comercial de mudas de macaúba. A) Sementes pré-germinadas semeadas em bandejas com substrato comercial. B) Fase de pré-viveiro: crescimento das plântulas em ambiente protegido. C) Transplântio para fase de viveiro a céu aberto. D) Desenvolvimento das mudas na fase de viveiro.

Material e Métodos

Local, implantação e condução do experimento

O trabalho foi conduzido no setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, entre os meses de maio de 2017 e fevereiro de 2018. Foram utilizadas sementes de duas subespécies de macaúba, *Acrocomia aculeata sclerocarpa* e *A. aculeata totai*, ambas coletadas nos plantios experimentais da Fazenda Experimental de Araçonga, MG, pertencente à UFV. Inicialmente, as sementes foram be-

neficiadas e submetidas ao protocolo de quebra de dormência de espécies do gênero *Acrocomia* (PI0703180-7) (Motoike et al., 2007). Após a germinação, realizou-se a semeadura, apenas com sementes germinadas que apresentavam bom vigor, depositando-se uma semente por recipiente. Ao longo da fase de viveiro, a umidade dos substratos foi mantida com irrigação por microaspersão.

Para o estudo do desenvolvimento das mudas das duas subespécies, foram utilizados dois tipos de recipientes: sacos de polietileno com dimensões de 27 cm x 31 cm (17 cm largura x 10 cm laterais x 31 cm altura), com volume de aproximadamente 5 L (Recipiente 1) e 17 cm x 20 cm (10 cm largura x 7 cm laterais x 20 cm altura), com volume de aproximadamente 1 L (Recipiente 2); dois tipos de substratos para produção de mudas: o primeiro composto de terra, areia e esterco bovino na proporção 3:1:1 (Substrato 1), respectivamente, e o segundo, substrato comercial à base de fibra de casca de coco (Substrato 2). Ambos os substratos foram fertilizados durante o preparo, conforme adubação recomendada por Pimentel (2012). Não foram realizadas adubações de cobertura ao longo do desenvolvimento das mudas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação devido às baixas temperaturas locais nos meses de maio a agosto, período de condução do trabalho.

Parâmetros avaliados

Ao longo da condução do experimento, foram realizadas avaliações de crescimento considerando a altura de planta (cm) e número de folhas, aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o plantio. Para avaliação de altura de planta, utilizou-se régua milimétrica, medindo apenas a parte aérea da muda. Na avaliação final (180 Dias Após Plantio – DAP), as mudas foram seccionadas em parte aérea, bulbo e raiz, determinando suas massas (matéria fresca). Posteriormente, o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 72 °C até atingir massa constante, determinando a massa da matéria seca. Para avaliação do vigor, atribuíram-se notas segundo uma escala de vigor, de 1 a 5, sendo a nota 1 para plantas menos vigorosas e a nota 5 para plantas de maior vigor, levando-se em consideração a coloração das mudas, a arquitetura da planta e o tamanho das folhas.

Delineamento estatístico

O delineamento estatístico adotado foi de blocos casualizados em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$, constituídos de duas subespécies de macaúba (*Acrocomia aculeata sclerocarpa* e *A. aculeata totai*), dois recipientes de diferentes dimensões (27 cm x 31 cm e 17 cm x 20 cm, em largura x altura, respectivamente) e dois tipos de substratos (terra+areia+esterco bovino e comercial), com quatro repetições, sendo cada unidade experimental composta por quatro mudas.

Para a avaliação do efeito do tempo no desenvolvimento das mudas, foram conduzidos dois ensaios, o primeiro com a subespécie *A. aculeata sclerocarpa* (Ensaio 1) e o segundo com a subespécie *A. aculeata totai* (Ensaio 2), adotando-se o delineamento em parcelas subsubdivididas no tempo, em que as parcelas foram representadas pelos recipientes, as subparcelas pelos substratos e as subsubparcelas pelos diferentes tempos de avaliação.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Os dados de altura de planta e número de folhas foram ajustados por regressão, ambos a 5% de significância, com o programa estatístico Sistema para Análise de Variância – SISVAR (Ferreira, 2008).

Resultados e Discussão

Avaliações de crescimento ao longo do desenvolvimento das mudas

Altura de planta e número de folhas para a subespécie *A. aculeata sclerocarpa*

A análise de variância dos dados do ensaio de produção de mudas com a subespécie *A. aculeata sclerocarpa* demonstrou efeito significativo para a interação tripla entre os fatores recipiente, substrato e tempo de avaliação para a característica altura de planta (Figura 2A, 2B, 2C e 2D), bem como

interações duplas entre recipiente e tempo de avaliação (Figura 2E e 2F) e entre substrato e tempo de avaliação (Figura 2G e 2H), ambas as interações para a característica número de folhas.

As mudas de macaúba da subespécie *A. aculeata sclerocarpa* mostraram maior altura, podendo ser observado ajuste do modelo linear crescente (Figura 2A). Além disso, observou-se maior incremento em altura de plantas proporcionado pelo substrato organomineral e pelo recipiente de maior volume do que o observado nos demais tratamentos (Figura 2A, 2B, 2C e 2D), visto que as mudas atingiram altura acima de 40 cm na avaliação realizada aos 180 DAP. Aos 150 DAP, apresentavam acima de 30 cm de altura, valor não atingido nem mesmo pelo segundo melhor tratamento, Recipiente 2 e Substrato 1, aos 180 DAP (Figura 2A e 2C). Esta observação pode ser útil para a escolha da combinação do Recipiente 1 com o Substrato 1 quando se objetiva menor tempo de permanência das mudas no viveiro.

A altura média de planta observada na combinação do Recipiente 1 com o Substrato 1, de aproximadamente 40 cm, muito se aproxima da altura de planta observada por Pimentel (2012), de 45,50 cm, utilizando recipiente de 4,4 L de volume e substrato com 25% de esterco bovino na sua composição, porém seguindo todas as etapas de produção de mudas (pré-germinação de sementes, pré-viveiro e viveiro).

Ainda analisando a característica altura da planta na interação dos três fatores, observa-se melhor ajuste do modelo quadrático no tratamento que havia o Recipiente 1 combinado com o Substrato 2 (Figura 2B). Esta observação pode indicar certa estabilização de crescimento e menor incremento na altura das mudas em função do uso do Recipiente 1 em conjunto com o Substrato 2, o que pode gerar maior permanência das mudas no viveiro ou possíveis perdas em campo devido à expedição das mudas para plantio com menor porte e pior qualidade.

Em relação ao desenvolvimento do número de folhas das mudas em função dos tempos de avaliação, DAP, observaram-se ajustes dos modelos linear crescente e quadrático para as médias do número de folhas no Recipiente 1 e no Recipiente 2, respectivamente (Figura 2E e 2F). Comportamento semelhante ao observado para o ganho do número de folhas em função do aumento de DAP, para o Substrato 1 e o Substrato 2 (Figura 2G e 2H).

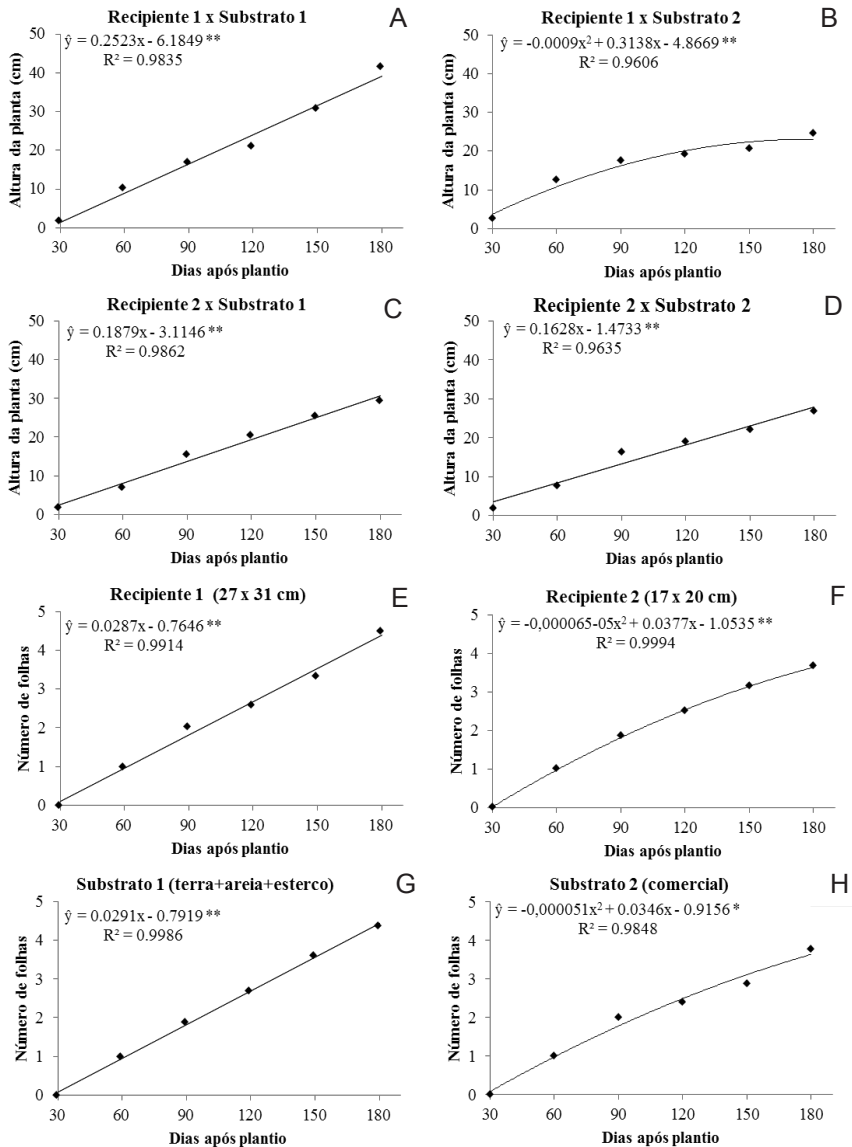


Figura 2. Desdobramentos da interação tripla quanto à altura de planta (A, B, C e D), da interação entre recipiente e tempo de avaliação quanto ao número de folhas (E e F) e da interação entre substrato e tempo de avaliação quanto ao número de folhas (G e H) de mudas da subespécie *Acrocomia aculeata sclerocarpa*. Dados: ** e *Significativo a 1% e 5% de significância, respectivamente, pelo teste t. Substrato 1: mistura de solo+areia+esterco. Substrato 2: produto comercial à base de casca de *Pinus*.

Tais comportamentos das curvas de crescimento podem justificar a observação de mudas de macaúba com maior número de folhas, acima de quatro folhas nos tratamentos com o Recipiente 1 (Figura 2E) e o Substrato 1 (Figura 2G), assim como os piores resultados com o Recipiente 2 (Figura 2F) e Substrato 2 (Figura 2H), que apresentaram curvas com menores ganhos de número de folhas (3,66 e 3,78 aos 180 dias, respectivamente) e certa tendência a uma estabilização no número de folhas.

Altura de planta e número de folhas para a subespécie *A. aculeata totai*

De acordo com a análise de variância, não foi observada interação tripla entre os fatores recipientes, substratos e tempos de avaliação para a subespécie *A. aculeata totai* (dados não mostrados), sendo observada apenas interação dupla entre substratos e tempos de avaliação (Figura 3A e 3B).

Na interação substratos e tempos de avaliação, as médias de altura de planta obtiveram ajuste aos modelos lineares para ambos os substratos, com maior altura de plantas (40,9 cm) atingida aos 180 dias após o plantio (DAP) para o Substrato 1 (Figura 3A e 3B).

Em relação à composição do substrato para produção de mudas, destacam-se os benefícios da fração orgânica, no caso do Substrato 1, o esterco bovino, como componente que proporciona melhoria na textura do substrato, aumento na capacidade de retenção de água e fornecimento de nutrientes entre outros benefícios. Especificamente para a produção de mudas de macaúba, Costa et al. (2014) recomendam uso de esterco bovino e Motoike et al. (2013) recomendam substrato composto de solo, areia e fonte de matéria orgânica, citando o esterco bovino, na proporção 2:1:1, muito próximo da utilizada no Substrato 1, que é 3:1:1 para terra, areia e esterco bovino, respectivamente.

Em relação ao fator recipiente, maior altura de plantas foi observada no Recipiente 1 (Figura 3C), o que já se esperava, uma vez que recipientes maiores proporcionam maior volume para o crescimento do sistema radicular e, conseqüentemente, maior desenvolvimento da parte aérea, devido à maior disponibilidade de água e nutrientes.

O número de folhas também aumentou em função do tempo de avaliação, alcançando 3,99 folhas aos 180 dias, e com melhor ajuste ao modelo linear (Figura 3D).

Segundo Motoike et al. (2013), a expedição de mudas de macaúba para o campo é recomendada a partir de 180 dias após o transplante no viveiro, o que daria 240 dias após a etapa de pré-germinação de sementes, visto que a etapa de pré-viveiro geralmente dura no mínimo 60 dias. A obtenção de mudas com condições para plantio aos 180 dias após o plantio das sementes pré-germinadas, como no presente trabalho, significa grande avanço na busca por simplificar o atual sistema de produção, levantando a possibilidade de eliminar a etapa de pré-viveiro.

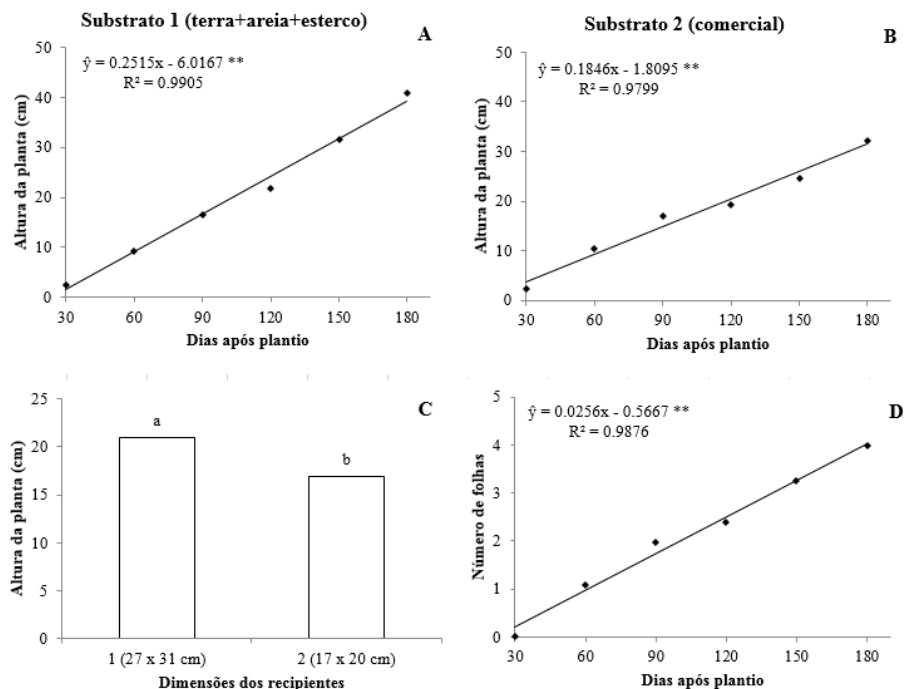


Figura 3. Desdobramentos da interação entre substrato e tempo de avaliação quanto à altura de planta (A e B), médias de altura de planta em função do recipiente (C) e número de folhas em função dos tempos de avaliação (D) de mudas da subsespécie *Acrocomia aculeata totai*. Dados: ** e *Significativo a 1% e 5% de significância, respectivamente, pelo teste t.

Avaliação final (180 dias após plantio)

De acordo com a análise de variância, não foi observada interação tripla entre os fatores subespécie de macaúba (*A. aculeata sclerocarpa* e *A. aculeata totali*), recipiente (Recipiente 1 e Recipiente 2) e substrato (Substrato 1 e Substrato 2) e nem interação entre subespécie-recipiente e entre subespécie-substrato, ocorrendo apenas interação entre os fatores recipiente e substrato (Tabela 1). A não observação de efeito significativo para o fator subespécie pode ser atribuído ao desenvolvimento inicial semelhante.

O tipo de recipiente afetou significativamente o desenvolvimento das mudas de macaúba aos 180 DAP (Figura 4), sendo observado efeito significativo desse fator para todas as características avaliadas, inclusive interação significativa com o fator substrato para a característica matéria fresca foliar (Tabelas 1 e 2 e Figura 5).



Figura 4. Mudanças de macaúba (*Acrocomia aculeata* subsp. *Sclerocarpa*), sob dois recipientes (Recipiente 1- volume 5 L e Recipiente 2 – volume 1 L) e dois substratos (Substrato 1 – terra+areia+esterco bovino e Substrato 2 – comercial à base de casca de coco) após 180 dias de plantio direto na fase de viveiro, mostrando melhor desenvolvimento com o uso da combinação 1x1 (Recipiente 1 x Substrato 1).

Os valores médios das características de acúmulo de massa de matéria fresca e seca das diferentes partes da planta (raiz, bulbo e folhas) indicaram resultados superiores nas mudas cultivadas nos recipientes de maior dimensão, bem como o vigor também mostrou-se maior neste tipo de recipiente (Tabela 2). As dimensões do Recipiente 1, de 27 cm x 31 cm, no qual observaram-se melhor desenvolvimento das mudas, ainda é menor que o saco de polietileno recomendado por Motoike et al. (2013) para a etapa de viveiro,

de 25 cm x 36 cm (volume de 6 L), porém próximo ao utilizado por Pimentel (2012). Esse autor esclarece que a macaúba é uma planta tolerante ao déficit hídrico, o que viabiliza utilização de recipientes com capacidade em torno de 5 L de volume, diferentemente de palmeiras mais exigentes em água como o dendê (*Elaeis guineenses*), para as quais é necessário adotar recipientes de 20 L de volume.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das características matéria fresca raiz (MFR), matéria seca raiz (MSR), matéria fresca do bulbo (MFB), matéria seca do bulbo (MSB), matéria fresca foliar (MFF) matéria seca foliar (MSF) e vigor de mudas de duas subespécies de macaúba (*Acrocomia aculeata scierocarpa* e *A. aculeata totai*), em dois recipientes (Receptiente 1 e Receptiente 2) e dois substratos (Substrato 1 e Substrato 2), após 180 dias de plantio.

Fontes de variação	MFR	MSR	MFB	MSB	MFF	MSF	Vigor
Quadros médios.....						
Subespécie (SE)	16,746	0,968	6,935	0,279	46,349	3,559	0,117
Receptiente (R)	68,787**	3,781**	288,522*	5,643*	231,06**	21,198**	5,647**
Substrato (S)	23,920	3,544**	474,681**	18,422**	350,105**	29,978**	5,463**
SExR	4,002	0,023	42,391	0,708	0,390	0,145	0,001
SExS	0,281	0,654	24,698	0,009	52,613	5,550	0,26
RxS	1,039	0,142	149,519	3,470	95,911*	9,269	0,601
SExRxS	0,542	0,447	25,150	0,000	18,486	2,298	0,162
CV(%)	41,32	32,68	48,60	44,37	43,61	55,97	21,99
Média Geral	6,68	1,61	12,68	2,09	10,61	2,77	3,03

(1)Ns Não significativo. * e **Significativo pelo teste F a 5% e 1% de significância, respectivamente.

Tabela 2. Médias das características matéria fresca raiz (MFR), matéria seca raiz (MSR), matéria fresca do bulbo (MFB), matéria seca do bulbo (MSB), matéria seca foliar (MSF) e vigor de mudas de duas subespécies de macaúba (*Acrocomia aculeata sclerocarpa* e *A. aculeata totai*), em dois tipos de recipientes.

Recipientes	MFR	MSR	MFB	MSB	MSF	Vigor
	g					
1 (27 x 31 cm)	8,15a	1,94a	15,68a	2,51a	3,58a	3,46a
2 (17 x 20 cm)	5,22b	1,27b	9,68b	1,67b	1,96b	2,62b

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste F a 5% de significância.

Em relação ao fator substrato, apenas para massa da matéria fresca da raiz não foi observado efeito significativo (Tabela 1). O Substrato 1, à base de terra, areia e esterco bovino, proporcionou às mudas das duas subespécies de macaúba maiores acúmulos de matéria seca da raiz, matéria fresca e seca do bulbo, matéria seca foliar e maior vigor aos 180 DAP (Tabela 3).

Pimentel et al. (2016) avaliaram diferentes substratos para produção de macaúba, da subespécie *A. aculeata sclerocarpa*, e também observaram melhor desenvolvimento das mudas em substratos compostos por terra, areia e composto orgânico, este último na proporção de 25%, independentemente de ser esterco bovino ou substrato comercial à base de casca Pinus.

Tabela 3. Médias das características matéria seca raiz (MSR), matéria fresca do bulbo (MFB), matéria seca do bulbo (MSB), matéria seca foliar (MSF) e vigor de mudas de duas subespécies de macaúba (*Acrocomia aculeata* subsp. *sclerocarpa* e *A. aculeata totai*), em dois tipos de substratos após 180 dias de plantio.

Substratos	MSR	MFB	MSB	MSF	Vigor
	g				
1 (terra+areia+esterco)	1,95a	16,53a	2,85a	3,74a	3,45a
2 (comercial)	1,26b	8,83b	1,34b	1,80b	2,63b

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste F a 5% de significância.

Para a interação entre os fatores recipiente e substrato, observou-se maior massa da matéria fresca foliar (18,34 g) das mudas desenvolvidas no Recipiente 1 contendo o Substrato 1 (Figura 5). Por outro lado, para mudas

desenvolvidas no Recipiente 2, não houve efeito do tipo de substrato (Figura 5). Ou seja, o tamanho reduzido do recipiente foi mais limitante ao crescimento da muda do que o tipo de substrato. Também, não se observou diferença na matéria fresca considerando apenas o efeito do tamanho da sacola quando se utiliza o Substrato 2 (comercial) no recipiente menor. O melhor desempenho das mudas com o Substrato 1 em sacola de maior dimensão provavelmente se deve à maior disponibilidade de nutrientes e espaço para o desenvolvimento radicular.

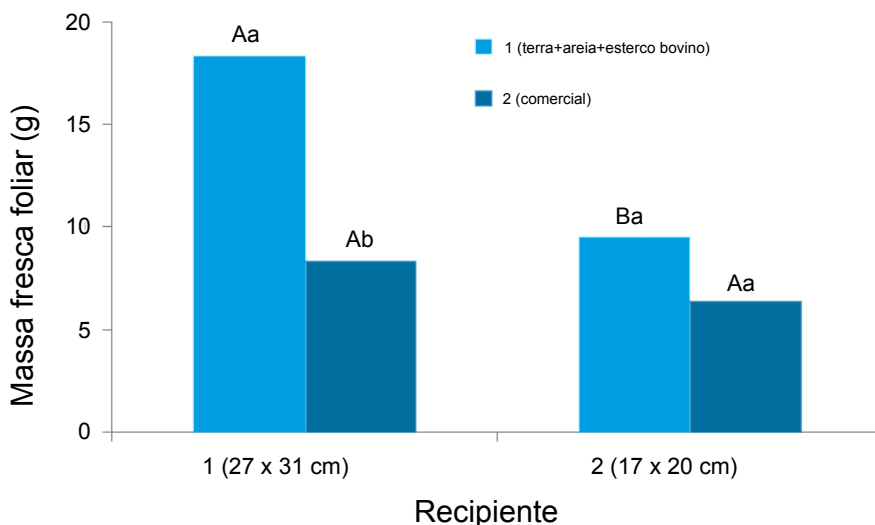


Figura 5. Desdobramento da interação entre recipiente e substrato quanto à massa da matéria fresca foliar de mudas de macaúba. Dados: Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas entre recipientes e minúsculas entre substratos, não diferem entre si a 5% de significância, pelo teste F.

A não obtenção de desenvolvimento satisfatório das mudas de macaúba com uso do substrato comercial não impede o uso do mesmo como fonte de material orgânico para produção de mudas de macaúba, desde que o substrato seja enriquecido com fertilizantes, conforme observado por Martins Filho et al. (2007). Além disso, é preciso considerar que há o efeito positivo da adubação química de cobertura no desenvolvimento das mudas de macaúba (Pimentel et al., 2016). Contudo, neste trabalho, o sistema de produção de

mudas foi simplificado à etapa única e sem adubações de cobertura a fim de propor uma metodologia de fácil adoção pelos produtores.

Conclusões

Mudas de macaúba das subespécies *Acrocomia aculeata sclerocarpa* e *A. aculeata totai* podem ser produzidas de forma satisfatória em fase única (semeadura direto em viveiro), utilizando-se sacos plásticos de polietileno de dimensões 27 cm x 31 cm (volume de 5 L) com substrato à base de terra, areia e esterco bovino na proporção 3:1:1, respectivamente, possibilitando simplificar o sistema de produção de mudas da espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Plataforma “The MarketPlace Innovation”, pelos recursos financeiros.

Referências

- CARDOSO, A.; LAVIOLA, B. G.; SANTOS, G. S.; DE SOUSA, H. U.; DE OLIVEIRA, H. B.; VERAS, L. C.; FAVARO, S. P. Opportunities and challenges for sustainable production of *A. aculeata* through agroforestry systems. **Industrial Crops and Products**, v. 107, p. 573-580, 2017.
- CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; ROSCOE, R.; MIRANDA, C. H. B.; TAPETI, C. F.; MIYAHIRA, M. A. M.; BEARARI, L.; GALVANI, F.; BORSATO, A. V.; COLNAGO, L. A.; NAKA, M. H. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 45, p. 208-214, 2013.
- COSTA, E.; MARTINS, R. F.; FARIA, T. A.; JORGE, M. H.; LEAL, P. A. Seedlings of *Acrocomia aculeata* in different substrates and protected environments. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 3, p. 395-404, 2014.
- DIAS, H. C. T.; SATO, A. Y.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MORAIS, T. C.; FREIRE, -A.; BENTO, S. Cultivo da macaúba: ganhos ambientais em áreas de pastagens. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 265, p. 52-60, 2011.
- EVARISTO, A. B.; COPPEL, I. A. F.; GUIMARAES, A. C.; MARTIN-GIL, J.; PIMENTEL, L. D.; GROSSI, J. A. S.; GRACIA, L. M. N.; RAMOS, P. M. Simulation of macauba palm cultivation: an energy-balance and greenhouse gas emissions analysis. **Carbon Management**, v. 9, n. 3, p. 243-254, 2018.
- EVARISTO, A. B., GROSSI, J. A. S., CARNEIRO, A. D. 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 and Bioenergy**, v. 85, p. 18-24, 2016.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para a análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

LIMA, N. E.; CARVALHO, A. A.; MEEROW, A. W.; MANFRIN, M. H. A review of the palm genus *Acrocomia*: Neotropical green gold. **Organisms Diversity & Evolution**, v. 18, n. 2, p. 151-161, 2018.

LORENZI, G. M. A. C. ***Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - Arecaceae**: bases para o extrativismo sustentável. 2006. 156 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

MARTINS FILHO, S.; ADÉSIO, F.; ANDRADE, B. S.; RAGEL, R. M.; SILVA, M. F. Diferentes substratos afetando o desenvolvimento de Mudanças de palmeiras. **Revista Ceres**, v. 54, n. 311, p. 80-86, 2007.

MOTOIKE, S. Y.; LOPES, F. A.; SÁ JUNIOR, A. Q.; CARVALHO, M.; OLIVEIRA, M. A. R. **Processo de germinação e produção de sementes pré-germinadas de palmeiras do gênero *Acrocomia***. PI 0703180-7. 20 jul. 2007, 10 mar. 2007.

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: Ed. UFV, 2013. 61 p.

PIMENTEL, L. D.; DIAS, L. A. dos S.; PAES, J. M. V.; SATO, A. Y.; MOTOIKE, S. Y. Diversidade no gênero *Acrocomia* e proposta de subdivisão da espécie *Acrocomia aculeata*. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 265, p. 81-87, 2011.

PIMENTEL, L. D. **Nutrição Mineral da macaúba: bases para adubação e cultivo**. 2012. 115 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PIMENTEL, L. D.; BRUCKNER, C. H.; MANFIO, E. C.; MOTOIKE, S. Y.; MARTINEZ, H. E. P. Substrate, lime, phosphorus and topdress fertilization in macaw palm seedling production. **Revista Árvore**, v. 40, n. 2, p. 235-244, 2016.

VIANA, M. C. M.; SILVA, E. A.; QUEIROZ, D. S.; PAES, M. V.; ALBERNAZ, W. M.; FRAGA, G. Cultivo da macaúba em sistemas agrossilvipastoris. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 265, p. 70-80, 2011.

Embrapa

Agroenergia

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

CGPE 14725