

Qualidade das mudas de espécies arbóreas de mangue cultivadas em viveiro e diferentes substratos

ERNEIDA COELHO DE ARAUJO*, REJANE SILVA DA COSTA**,
ELAINE CRISTINA LOPES***, ROGERIO FIGUEIREDO DAHER****,
MARCUS EMANUEL BARRONCAS FERNANDES*****

erneida@ufpa.br

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade de mudas de *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) Stearn, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. f., cultivadas nos substratos, latossolo, areia e solo de mangue. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x3) x 3, sendo três espécies arbóreas e três substratos. O experimento foi conduzido em viveiro instalado no município de Bragança, Pará, Brasil, durante o período de março a dezembro de 2008. As mudas foram cultivadas em embalagens de polietileno (17 x 27 cm). O monitoramento teve início 30 dias após a semeadura, sendo realizado mensalmente ao longo de nove meses. De acordo com os resultados obtidos as mudas de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa* desenvolveram-se de forma independente do substrato testado. Após 270 dias de permanência no viveiro os substratos avaliados resultaram em mudas de qualidade. Adicionalmente, o índice de qualidade de Dickson (IQD) indicou um bom padrão de qualidade para essas mudas quando associadas ao substrato latossolo, e indicou que o substrato latossolo é uma alternativa para produção de mudas dessas espécies, o que evita a utilização do próprio solo do manguezal.

Palavras-chave: morfológicos. Manguezal. *Rhizophora mangle* (L.). *Avicennia germinans* (L.) Stearn. *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.

Quality of nursery-raised mangrove seedlings grown on different substrates

Abstract

This study investigated the growth and survival of mangrove seedlings raised in different substrates. Seedlings were grown in 17 cm x 27 cm polyethylene containers. We employed a random factorial design (3 x 3) x 3, with three tree species (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, and *Laguncularia racemosa*), three substrates (mangrove soil, latosol, or sand), and three replicates. The experiment was conducted in a nursery in the municipality of Bragança, in the northern Brazilian state of Pará. Monitoring of growth began 30 days after sowing, with observations made monthly over nine months. Our results indicate no significant effects of substrate type on seedling growth in any of the mangrove species evaluated. After a period of 270 days in the nursery, all substrates resulted in quality seedlings. The Dickson quality index (DQI) indicated a high quality standard for seedling growth in latosol, demonstrating its potential as an alternative to mangrove soil for seedling production in these species.

Keywords: Morphological parameters; mangrove; *Rhizophora mangle* (L.); *Avicennia germinans* (L.) Stearn; *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.

* Universidade Federal do Pará (UFPA). Laboratório de Ecologia Manguezal (LAMA). E-mail: erneida@ufpa.br

** Universidade Federal do Pará (UFPA). Laboratório de Ecologia Manguezal (LAMA). E-mail: rejane_bio07@yahoo.com.br

*** Universidade Federal do Pará (UFPA). Laboratório de Ecologia Manguezal (LAMA). E-mail: elaine_bio@yahoo.com.br

**** Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes - RJ. E-mail: rogdaher@uenf.br

***** Universidade Federal do Pará (UFPA). Laboratório de Ecologia Manguezal (LAMA). E-mail: mebf@ufpa.br

INTRODUÇÃO

No Pará, os manguezais abrangem uma faixa quase contínua de 300 km de extensão, com uma área total de 2.176,78 km² e formando, em conjunto com os manguezais do Maranhão, um cinturão contínuo de 7.591,09 km² (SOUZA-FILHO, 2006).

Os manguezais são relevantes por regular o microclima e a produção de oxigênio (BERGER *et al.*, 2008; MOURA e QUERINO, 2010) da zona costeira. São também importantes por representarem bens e serviços para as comunidades ribeirinhas, além de serem úteis como área de refúgio e reprodução para animais marinhos e terrestres e atuarem no controle da erosão, retenção e acúmulo de sedimentos e contaminantes, sumidouro de carbono e produção de nutrientes (FONSECA e DRUMOND, 2003). No Brasil, entre os fatores que mais influenciam a alteração deste ecossistema destacam-se o desenvolvimento da carcinicultura, construção civil, corte indiscriminado para a produção de carvão vegetal e retirada de madeiras para as olarias (GLASER, 2003), além de rodovias pavimentadas (FERNANDES *et al.*, 2007).

O potencial de regeneração das áreas de florestadas por meio de banco de plântulas nas áreas em questão na região, não é suficiente. Assim, considerando a emergente alteração das florestas de mangue, a necessidade de recomposição

das áreas desmatadas surge como uma alternativa, no intuito de minimizar os impactos ambientais e promover a manutenção da biodiversidade local e associada (FERNANDES *et al.*, 2000). Portanto, são necessários estudos que conduzam à recuperação dessas áreas, através de métodos viáveis e eficientes, a partir da experimentação de diferentes formas de produção e de plantio de mudas (PALLUDO e KLONOWSKI, 1999).

É importante ressaltar que em alguns trabalhos pioneiros sobre a produção de mudas de espécies arbóreas de mangue, o próprio solo do manguezal foi utilizado como substrato (CASTANHEIRA e CARRASCO, 2004). e, embora o mesmo apresente alto teor de matéria orgânica, essa prática desperta atenção sob dois aspectos: O primeiro, refere-se à utilização do solo do manguezal, cuja prática *per se* ocasiona um impacto ao sistema que se pretende recuperar; e, o segundo aspecto está relacionado à retirada e transporte desse substrato, operação que demanda mais custos e tempo, não sendo, portanto, um substrato de fácil manuseio.

Segundo Pinã-Rodrigues (2000), na última década, a tecnologia de produção de mudas de espécies florestais atingiu grandes avanços com o desenvolvimento e utilização de recipientes mais resistentes e recicláveis, além do uso de substratos de mais fácil manejo. Ao investigar a produção de mudas de espécies arbóreas de mangue, Castanheira e Carrasco (2004), realizaram testes de cultivo

com *Rhizophora mangle* L. em viveiro, utilizando tubetes plásticos com substrato composto por diferentes proporções de areia e turfa, além de solo do manguezal, e obtiveram os melhores resultados nos tubetes preenchidos com a mistura de turfa e areia nas proporções de 2:1 e 3:1.

Contudo, no processo de produção de mudas outro aspecto também deve ser considerado, a qualidade morfofisiológica das mudas produzidas. Assim, alguns parâmetros morfológicos, tais como: altura da parte aérea, diâmetro do coleto, peso da matéria seca das raízes e da parte aérea e o peso total, assim como a relação entre esses parâmetros e índices de qualidade são relevantes para melhor avaliar o processo de produção de mudas (CARNEIRO, 1995; SAMÔR *et al.*, 2002; JOSÉ *et al.*, 2005).

Assim, com o objetivo de aprimorar o processo de produção de mudas de espécies arbóreas de mangue, o presente estudo avaliou o efeito de diferentes substratos na qualidade das mudas das espécies *R. mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*, produzidas em viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na comunidade de Taperaçu-Campo (00°57'08.1''S e 46°46'06,2''W), na península de Ajuruteua, Estado do Pará, Brasil, distante 12 km da sede do município de Bragança (Figura 1).

A região apresenta um regime de macromaré semi-diurna, com marés alcançando mais de cinco metros de altura

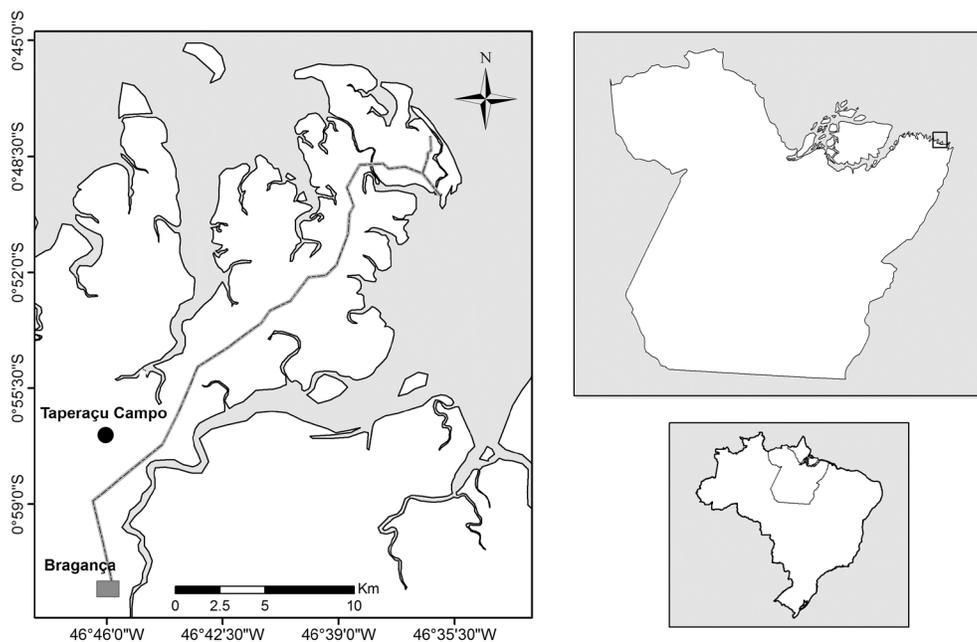


Figura 1- Mapa da área de estudo, indicando a comunidade Taperaçu-Campo na península de Ajuruteua, Bragança, Pará, Brasil.

durante as marés de sizígia e mais de três metros nas marés de quadratura (KOCH e WOLFF, 2002; MARQUES-SILVA *et al.*, 2006).

O viveiro para produção das mudas foi instalado sob o regime das marés, conectado aos canais-de-maré através de um canal artificial para a captação de água, cujo objetivo foi promover a irrigação diária do viveiro pelas águas das marés. A área do viveiro ocupou 32 m² (8 m de comprimento x 4 m de largura).

De acordo com o trabalho de Fernandes *et al.* (2005), a floração e frutificação de *L. racemosa* ocorre de janeiro a maio, *R. mangle* nos meses de novembro a maio e *A. germinans* de dezembro a abril. Com base nesses períodos, os propágulos dessas espécies foram coletados na época do pico de frutificação, que ocorre no mês de março, sendo coletados no solo da floresta ou retirados maduros ainda quando conectados às árvores-mãe.

Os propágulos de *A. germinans* ficaram imersos por de 24 horas em um recipiente com água para que houvesse a remoção do tegumento, enquanto os propágulos de *L. racemosa* ficaram imersos por cerca de sete dias em água, até a emissão da radícula.

A sementeira foi realizada em embalagens de polietileno (17x27 cm) preenchidas com diferentes tipos de substratos: S1: solo de mangue, S2: areia e S3: latossolo, utilizando propágulos previamente separados. Foi empregado o método de sementeira direta nas embalagens, colocando-se em média

três propágulos de *A. germinans*, quatro de *L. racemosa* e dois propágulos de *R. mangle* em cada embalagem. O desbaste foi realizado 30 dias após a sementeira, eliminando-se as mudas excedentes em cada embalagem, mantendo apenas uma planta por embalagem.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, composto de um fatorial 3 x 3 (três espécies e três tipos de substratos). Cada tratamento foi constituído por três repetições, sendo cada repetição composta por 80 mudas, num total de 240 mudas por tratamento.

Para a avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre a formação da mudas aos 270 dias, foram analisadas as seguintes características: altura da parte aérea (A), diâmetro do coleto (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), a massa seca total (MST) foi a soma dos pesos citados.

A altura da parte aérea foi determinada por meio de régua milimetrada, sendo essa efetuada a partir do coleto até a gema apical, obtendo-se o valor por planta em centímetros, o diâmetro do coleto foi determinado na região do coleto por meio de um paquímetro digital obtendo-se o valor médio, em milímetros por planta.

A quantificação do peso da matéria seca para a obtenção dos parâmetros e índices morfológicos foi acondicionado em sacos de papel, devidamente etiquetados e colocados para secar em estufa a 70° C, até o material atingir peso constante. As relações entre as características medidas

foram determinadas pela simples divisão entre elas. O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi determinado pela fórmula (DICKSON *et al.*, 1960):

$$IDQ = MST / [(A/DC) + (MSPA/MSR)],$$

onde, MST = massa seca total (g), A = altura da parte aérea (mm), DC = diâmetro do coleto (mm), MSPA = massa seca da parte aérea (g), MSR = massa seca das raízes (g).

Foram coletadas amostras dos substratos (solo de mangue, areia e latossolo) na comunidade de Taperuçu-Campo, próximo à área de estudo, a 20 cm de profundidade. Em seguida as amostras dos substratos foram acondicionadas em embalagens plásticas de 1 kg e enviadas ao Laboratório de Solos da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) para análises físico-químicas (Tabela 1). O diagrama triangular de Atterbeg foi utilizado para

fazer a classificação textural do solo (FOTH e TURK, 1972).

Os dados brutos foram, *a priori*, verificados quanto à normalidade e homogeneidade das variâncias por meio dos testes de Lilliefors (k amostras) e Cochran, respectivamente. Cumprindo os pré-requisitos necessários dessa análise prévia, as diferenças entre os parâmetros morfológicos foram submetidos à análise de variância ANOVA e o teste *post hoc* de Tukey e estão representadas pelas médias. As diferenças entre os parâmetros morfológicos foram consideradas significantes ao nível de 5% ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa GENES, versão Windows (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três tipos de substratos utilizados no experimento foram analisados

Tabela 1- Análise física (granulometria) e química (macro e micronutrientes + Al, pH) dos substratos utilizados na produção de mudas de espécies arbóreas de mangue, Bragança, Pará, Brasil.

Variáveis	Solo de Mangue	Areia	latossolo
Areia grossa (%)	1	0,1	2
Areia Fina (%)	57	97,9	84
Silte (%)	18	0	13
Argila total (%)	24	2	1
Classificação textural	Argilo Arenoso	Areia	Areia Franca
P (mg/dm ³)	16	8	3
K (mg/dm ³)	583	57	24
Na (mg/dm ³)	388	609	12
Ca (cmol/dm ³)	1,9	0,9	0,4
Ca+Mg (cmol/dm ³)	8,2	1,6	0,7
Cu (mg/Kg)	7,1	4,3	5,2
Mn (mg/Kg)	14,8	12,8	14,6
Fe (mg/Kg)	136,0	555,4	135,6
Zn (mg/Kg)	26,1	5,5	60,4
Al (cmol/dm ³)	0,1	0,1	1,4
pH	6,0	4,7	5,0

Fonte: Análise realizada no laboratório de solos da EMBRAPA- CPATU (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, Pará, Brasil).

quanto à granulometria e apresentam percentuais de areia, silte e argila bastante diferenciados. O substrato Solo de Mangue foi classificado texturalmente, como argilo arenoso, o substrato Areia como areia e o Latossolo como areia franca (Tabela 1). A mesma tabela mostra que no geral, o substrato Solo de Mangue apresentou o maior teor de macronutrientes do que os outros, principalmente de K (583 mg/kg), com exceção da quantidade de Na que foi maior no substrato Areia (609 mg/kg). É importante ressaltar que essas duas variáveis representam 24 e 50 vezes a mais em teor nos substratos Solo de Mangue e Areia, respectivamente, em relação ao substrato latossolo. Os altos teores de K e Na presente no Solo de mangue e Areia, podem ser atribuídos a vazante e enchente da maré, a qual apresenta alto teor salino, principalmente no período de menor precipitação pluviométrica.

A Tabela 1 mostra ainda que o maior valor do micronutriente Zn foi registrado no substrato Latossolo (60.4 mg/kg), o que representa, aproximadamente, 12 vezes a mais do que o menor teor registrado dentre os outros substratos analisados. Os micronutrientes Mn e Cu apresentaram maiores teores no Solo de Mangue (14.8 e 7.1 mg/kg, respectivamente) e Fe no substrato Areia (555.4 mg/kg). O pH nos substratos areia e latossolo alcançou valores elevados e médios de acidez, respectivamente. O Solo de Mangue (pH=6) apresentou

acidez fraca. Segundo Cintrón e Schaeffer-Novelli (1981), os solos de manguezais normalmente apresentam pH que variam de 4,8 a 8,8.

As características químicas dos substratos utilizados na produção das mudas mostraram que os nutrientes essenciais que atuam no crescimento da parte aérea, do sistema radicular, na formação de sementes, amadurecimento das folhas, no metabolismo e na resistência das plantas foram identificados nas suas composições. Os teores dos elementos analisados apresentaram-se mais elevados no solo mangue, indicando a maior fertilidade desse substrato, em função dos altos teores de P, K, Ca, Mg e redução do teor de Al.

Pode-se inferir que a composição física e química dos substratos utilizados neste estudo não foram fatores limitantes para o crescimento em altura das espécies *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa*, pois se verificou que todas as espécies se desenvolveram independente do substrato avaliado e os valores médios do comprimento em altura (Tabela 2) foram superiores aos citados como ideais por Gonçalves *et al.* (2000). Os autores afirmam também que na composição dos substratos o uso de nitrogênio e potássio é dispensável no início da germinação e pegamento das mudas, uma vez que no processo inicial de formação da plântula, o vigor natural da semente já exerce a função desses nutrientes.

Tabela 2. Altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca (g) da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST), relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto (H/DC), relação entre massa seca da parte aérea e massa seca da raiz (MSPA/MSR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa* em função dos substratos. Bragança, Pará, Brasil. S1: solo de mangue, S2: areia, S3: latossolo.

Variáveis	Substrato	<i>Rhizophora mangle</i>	<i>Avicennia germinans</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>
H (cm)	S1	68,60 aA	61,37 aAB	49,73 bB
	S2	49,56 bA	47,63 bA	46,10 bA
	S3	61,73 abA	60,00 aA	66,03 aA
DC (mm)	S1	1,61 aA	0,98 aB	0,90 aB
	S2	1,55 aA	0,95 aB	0,90 aB
	S3	1,58 aA	0,94 aB	0,60 aB
MSPA (g)	S1	3,44aA	3,52 aA	1,90 bB
	S2	2,13 bAB	1,83 bB	3,23 aA
	S3	4,16 aA	3,26 aA	4,06 aA
MSR (g)	S1	3,07aA	2,57 aAB	1,41 bB
	S2	3,86 aA	3,10 aA	2,50 bA
	S3	4,70 aA	3,73 aA	4,30 aA
MST (g)	S1	12,21 bA	11,97 aA	6,70 bA
	S2	12,50 bA	11,23 aA	13,40 aA
	S3	20,46 aA	17,23 aA	19,30,aA
H/DC	S1	42,60 aA	52,92 aA	51,22 bA
	S2	53,29 aA	40,00 bA	78,90 aA
	S3	39,57 bA	51,22 aA	42,32 cA
MSPA/MSR	S1	1,12 aA	0,88 aA	1,29 aA
	S2	0,55 bB	1,23 aA	1,34 aA
	S3	0,88 aA	0,60 bB	0,94 aA
IQD	S1	0,27 bA	0,22 bA	0,12 bB
	S2	0,21 bA	0,27 bA	0,16 bB
	S3	0,51 aA	0,33 aB	0,44 aA

* Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem nos tratamentos para uma mesma espécie pela ANOVA (test post hoc de Tukey $\alpha=5\%$). Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha não diferem nos tratamentos entre espécies distintas pela ANOVA (teste post hoc de Tukey $\alpha=5\%$).

A Tabela 2 mostrou diferenças estatísticas entre os valores médios para a altura da parte aérea (H). Nas mudas de *R. mangle* a variável A foi superior quando as mudas foram produzidas no substrato S1 (68,60) e inferior quando cultivadas em S2. Resultados divergentes aos encontrados por Castanheira e Carrasco (2004) Já para as mudas de *A. germinans* as médias foram superiores em S1 e S3. A variável A das mudas de *L. racemosa* foi superior no substrato S3 (Tabela 2).

Chavasse (1977) cita que a altura da parte aérea utilizada isoladamente como parâmetro de qualidade, pode ser

inconsistente para prever o desempenho das mudas em campo para algumas espécies, motivo pelo qual Fonseca et al. (2002) afirmam que os parâmetros morfológicos e as relações utilizadas não devem ser utilizados isoladamente para classificação do padrão da qualidade de mudas, a fim de que não corra o risco de selecionar mudas mais altas, porém fracas, descartando as menores mas com maior vigor.

Reyez e Tovilla (2002) estudando a restauração de áreas alteradas de manguezal com *R. mangle* na Costa de Chiapas, observaram que a sobrevivência

e a taxa de crescimento de 550 propágulos de *R. mangle*, semeados em embalagens plásticas preenchidas com sedimento da Lagoa de Pozuelo e cultivados em viveiro foi de 100%, 120 dias após a semeadura.

Segundo Tamai e Iampa (1998), o estabelecimento inicial (1 ano) das mudas de espécies arbóreas de mangue não são dependentes da textura do solo, no entanto, após essa fase o efeito da textura sobre o desenvolvimento das espécies tornou-se evidente, e afirmaram ainda que mudas têm grandes recursos, e dependem de seus hipocótilos no crescimento inicial.

O crescimento em altura das espécies nos três tipos de substratos pode ser corroborado pela afirmativa de Kitajima (2002), pois segundo o mesmo, as reservas cotiledonares fornecem energia e nitrogênio requeridos para a produção de partes hipógeas e epígeas da plântula, que atuam de maneira importante para o estabelecimento da mesma (KITAJIMA, 2002). SILVA *et al.* (1997) relatam também que algumas espécies apresentam maior taxa de crescimento, por absorverem maior quantidade de nutrientes para atender à sua demanda nutricional, o que em última análise, permite expressar o potencial de produção de biomassa, na fase inicial de crescimento.

Ao se avaliar o diâmetro do coleto (DC) não houve diferença significativa entre as médias dos substratos testados para as mudas de *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa*. No entanto, ao se comparar espécies distintas (Tabela 2), às plantas

de *R. mangle* demonstram maior desempenho nos substratos (S1:1.61, S2:1.55, S3:1.58). Mudanças que apresentam baixo diâmetro do coleto têm dificuldades para permanecerem eretas após plantio no campo podendo resultar na morte da muda ou na sua deformação, essa variável é reconhecida como um dos melhores, se não o melhor indicador do padrão de qualidade de mudas (MOREIRA e MOREIRA, 1996).

Segundo Souza *et al.* (2006), dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes. O autor cita ainda que o diâmetro do colo e a altura são fundamentais para a avaliação do potencial de sobrevivência e crescimento no pós-plantio de mudas de espécies florestais. Segundo ainda esses autores, dentro de uma mesma espécie, as plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência, por apresentarem capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

Houve diferenças significativas nos substratos avaliados entre as médias da massa seca da parte aérea (MSPA), nas as mudas de *R. mangle* e *A. germinans*, observou-se os maiores valores do MSPA quando as mudas foram produzidas em S3 e S1 (Tabela 2), já as mudas da espécie *L. racemosa* mostraram melhor desempenho quando cultivadas em S3 e apresentaram menor média quando foram cultivadas em S1.

A massa seca da parte aérea (MSPA) é uma boa indicação da capacidade de resistência das mudas (SAMÔR *et al.*, 2002). Confirmando os resultados da pesquisa, pois tanto as mudas *R. mangle* como *A. germinans* apresentaram maior média de biomassa aérea quando cultivadas em solo de mangue e latossolo e mantidas por nove meses em viveiro.

O efeito do substrato na qualidade das raízes está relacionado, principalmente, com a porosidade, que afeta o teor de água retido e o seu equilíbrio com a aeração. No caso das espécies utilizadas neste estudo, à análise mostrou que não houve resposta significativa para a massa seca da raiz (MSR) entre os substratos S1, S2 e S3 para as mudas de *R. mangle* e *A. germinans* (Tabela 2). Já para *L. racemosa* a média da MSR no substrato S3 foi superior aos demais. Os principais efeitos dos substratos manifestam-se sobre as raízes, acarretando influências sobre o crescimento da parte aérea (HARTMANN *et al.*, 1990). Essa afirmação pode ser entendida observando-se os resultados obtidos com a utilização dos substratos que promoveram maior média de massa seca da raiz (4,30) e, conseqüentemente, maior massa seca da parte aérea (4,06) para a espécie *L. racemosa*. Segundo Carneiro (1995), a massa seca das raízes é indicativo da capacidade de sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo.

A massa seca total (MST) das mudas de *R. mangle* apresentou a maior média no substrato S3, a qual diferiu

estatisticamente das médias das mudas cultivadas em S1 e S2. Para *A. germinans* não houve diferença significativa entre as médias dos substratos. Para as mudas de *L. racemosa* houve diferença estatística entre as médias, sendo que as maiores médias para esta variável foram observadas em S3 e S2.

Os dados (Tabela 2) mostram que houve diferenças significativas entre as médias dos substratos quando se avaliou a relação altura e diâmetro do coleto (H/DC) para mudas de *R. mangle* a maior média foi observada em S1 e S2, *A. germinans* apresentou maior média para esta relação em S1 e S3 e *L. racemosa* com média superior no substrato S2. Segundo Sturion e Antunes (2000), a relação altura/diâmetro do colo constitui um dos parâmetros usados para avaliar a qualidade de mudas florestais, pois além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no sedimento. O índice H/DC reflete o acúmulo de reservas, a maior resistência e melhor fixação no solo. As mudas com baixo diâmetro do colo e alturas elevadas são consideradas de qualidade inferior às menores e com maior diâmetro do colo.

Houve diferença significativa entre as médias da massa seca da parte aérea/massa seca das raízes (MSPA/MSR), e observou-se as maiores médias para as mudas das espécies *R. mangle* em S1 e S3 e para *A. germinans* em S1 e S2, não se observou diferenças significativas para as médias de *L. racemosa*. Brissette (1984),

cita que é estabelecido como sendo 2,0 a melhor relação entre a massa seca da parte aérea e o respectivo peso da massa seca de raiz, valor superior aos encontrados na pesquisa para esta variável.

Houve diferença significativa ($p < 0,01$) quando se avaliou índice de qualidade de Dickson (IQD) e os tratamentos em que se utilizou o substrato S3 proporcionou os maiores valores de IQD em mudas de *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa*. As médias de IQD apresentadas na pesquisa, resultante da combinação espécie *versus* substrato, estão acima do valor mínimo do IQD, que é de 0, 20 (DICKSON *et al.*, 1960) na maioria dos tratamentos.

Segundo Oliveira *et al.* (2008), os maiores valores do Índice de qualidade de Dickson indicam melhor qualidade das mudas. Assim, pode-se inferir que as mudas das espécies *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa* produzidas nos substratos S1, S2 e S3 (Tabela 2) são consideradas mudas de boa qualidade em função do IQD, podendo ser usadas para fins de replantio de áreas impactadas.

Acrescenta-se ainda que no cálculo do IQD são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade, sendo assim um bom indicador da qualidade de mudas (FONSECA *et al.*, 2002). No entanto, para a obtenção dessa informação sobre a qualidade, existe a necessidade de proceder a métodos

destrutivos da muda, sendo que, muitas vezes, torna-se inviável pela demanda de custo e tempo.

CONCLUSÕES

Os parâmetros morfológicos e suas relações mostraram que as mudas de *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa* se desenvolveram independente do substrato testado;

Os substratos avaliados resultaram em mudas de qualidade após 270 dias de permanência no viveiro, de acordo com os valores referenciais de padrão de qualidade;

O índice de qualidade de Dickson (IQD) indicou um bom padrão de qualidade das mudas de *R. mangle*, *A. germinans* e *L. racemosa* cultivadas no substrato latossolo. Logo, considerando a conservação de áreas de manguezal ao se evitar um possível impacto com a retirada do solo do próprio manguezal, é possível recomendar a utilização desse substrato para a produção de mudas das espécies arbóreas de mangue.

REFERÊNCIAS

- BERGER, U.; RIVERA-MONROY, V.H.; DOYLE, T.W.; DAHDOUH-GUEBAS, F.; DUKE N.C.; FONTALVO-HERAZO, M.L.; HILDENBRANDT, H.; KOEDAM, N.; MEHLIG, U.; PIOUS, C.; TWILLEY, R.R. Advances and limitations of individual-based models to analyze and predict dynamics of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany*, 89, 06, 260-274, 2008.

- BRISSETTE, J.C. Summary of discussions about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, Alexandria. Proceedings... New Orleans: Usda. **Forest Service**. Southern Forest Experiment Station, 1984. Pp. 127-128.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/ FUPEF, Campos: UENF, 1995. 451 pp.
- CASTANHEIRA, A.S.; CARRASCO, G.P. Teste de substrato para produção de *Rhizophora mangle* sob condições de viveiro florestal. **Revista Arquivo do Instituto Biológico**, 71, 188-337, 2004.
- CHAVASSE, C.G.R. The significance of planting height as an indicator of subsequent seedling growth. **New Zealand Journal of Forestry**, 22, 283-296, 1977.
- CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introducción de la ecología del manglar**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1981. 20p.
- CRUZ, D.C. **Programa Genes (Versão Windows): Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, Editora UFV, 2001. 442 p.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, 36, 10-13, 1960.
- FERNANDES, M.E.B.; FERNANDES, J.S.; MURIEL-CUNHA, J.; SEDOVIM, W.R.; GOMES, I. A.; SANTANA, D.S.; SAMPAIO, D.S.; ANDRADE, F.A.G.; OLIVEIRA, F.P.; BRABO, L. B.; SILVA-JUNIOR, M. G.; ELIAS, M.P. Efeito da construção da rodovia PA- 458 sobre as florestas de mangue da Península bragantina, Bragança, Pará, Brasil. **Uakari**, 3, 55-63, 2007.
- FERNANDES, M.E.B.; VIRGULINO, A.R.C.; NASCIMENTO, A.A.M.; RODRIGUES, L.F.P. Padrões de floração e frutificação em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F.: uma avaliação metodológica. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 18, 33-38, 2005.
- FERNANDES, L.A.; FURTINITI NETO, A.E.; FONSECA, F.C.; VALE, F.R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35, 1191-1198, 2000.
- FONSECA, É.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, 26, 515-523, 2002.
- FONSECA, S.M.; DRUMMOND, J.A. Reflorestamento de manguezais e o valor de resgate para o seqüestro de carbono atmosférico. **História, Ciências, Saúde**, 103, 1071-81, 2003.
- FOTH, H.D.; TURK, L.M. **Fundamentals of soil science**. Wiley & Sons, Inc, 1972. 454 p.
- GLASER, M. Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caeté Estuary. **Wetland Ecology and Management**, 4, 265-272, 2003.
- GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M, BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Instituto de Pesquisas Florestais (Ipef), Piracicaba, São Paulo, 2000. p.310-350.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JÚNIOR, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. 5. ed. New York, Prentice Hall, 1990. 647 pp.
- JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. 2005. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, 11, 187-196, 2005.
- KITAJIMA, K. 2002. Relationship between photosynthesis and thickness of cotyledons for tropical tree species. **Functional Ecology**, 6, 5, 582-589, 2002.

- KOCH, V.; WOLFF, M. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. **Marine Ecology Progress Series**, 228, 3, 119-130, 2002.
- MARQUES-SILVA, N.S.; BEASLY, C.R.; GOMES, C.P.; GARDUNHO, D.C.L.; TAGLIARO, C.H.; SCHORIES, D.; MEHLIG, U. 2006. Settlement dynamics of the encrusting epibenthic macrofauna in two creeks of the Caeté mangrove estuary (North Brazil). **Wetlands Ecology and Management**, 14, 67-78, 2006.
- MOURA M.A.L.; QUERINO, C.A.S. Variação sazonal do fluxo de calor no sedimento dentro de um manguezal tropical. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 14, 3, 296-302, 2010.
- MOREIRA, F.M.S.; MOREIRA, F.W. Característica de germinação de 64 espécies de leguminosas florestais nativas da Amazônia, em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, 1/2, 26, 3-16, 1996.
- OLIVEIRA, R.B.; LIMA, J. S.; SOUZA, C.A.M.; FILHO, S.M. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Revista Ciência Agrotécnica**, 32, 1, 122-128, 2008.
- PINÃ-RODRIGUES, F.C.M. Tecnologia de produção de sementes e mudas para a recuperação de áreas degradadas. In: BARBOSA, L.M. (coord.) **Recuperação de áreas degradadas da serra do mar e formações florestais litorâneas**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2000. p.78-90.
- PALLUDO, D.; KLONOWSKI, V.S. BARRA DE MAMANGUAPE-PB: Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. **Série Cadernos da Reserva da Biosfera**. Mata Atlântica. MAB. UNESCO, 16, 7-54. 1999.
- REYEZ, M.A.; TOVILLA, C.H. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la Costa de Chiapas. **Madera y Bosques**, , 103-114, 2002.
- SAMÔR, O.J.M.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G.; LELES, P.S.S. 2002. Qualidade de mudas de angico e sesbânia produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, 26, 209-215, 2002.
- SILVA, I.R.; FURTINI NETO; A.E.; CURI, N.; VALE, N.F.R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 32 , 205-212, 1997.
- SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R.B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J.S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, 16, 243-249, 2006.
- SOUZA-FILHO, P.W. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, 23, 427-435, 2006.
- STURION, J.A.; ANTUNES, B.M.A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins de produtivos e ambientais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. p.125-150.
- TAMAI, S.; IAMPA, P. Establishment and growth of mangrove seedlings in mangrove forests of southern Thailand. **Ecological Research**, 3, 227-238. 1988.