

# TAMANHOS DE RECIPIENTES E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTA LONGA

Daniela Popim Miqueloni\*  
Jacson Rondinelli da S. Negreiros\*\*  
José Marlo Araújo de Azevedo\*\*\*

## RESUMO

Devido à importância comercial do safrol e sarisan, a *Piper hispidinervum* e a *P. affinis hispidinervum*, respectivas produtoras destes compostos majoritários de óleos essenciais, têm passado por programas de melhoramento genético, buscando características como alto rendimento e teor do composto majoritário. Além destas características, a produção de mudas de qualidade afeta diretamente seu desempenho no campo e por consequência a produção do óleo essencial. Desta forma, objetivou-se analisar a produção de mudas destas duas espécies de acordo com diferentes recipientes e substratos. O delineamento dos experimentos para cada espécie foi em blocos casualizados com três repetições e 18 plantas por parcela, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3, com três diferentes substratos (substrato comercial; terra de subsolo + esterco bovino + areia; terra de subsolo + esterco bovino + casca de arroz carbonizada) e tamanhos de tubetes (110; 170 e 290 cm<sup>3</sup>) para cada espécie. Houve diferenças significativas principalmente quanto o tipo de recipiente, indicando o tubete médio (170 cm<sup>3</sup>) para *P. hispidinervum* e o tubete grande (290 cm<sup>3</sup>) para *P. affinis hispidinervum*. O tipo de substrato com melhor desempenho quanto ao desenvolvimento morfológico da muda é o composto de terra de subsolo, esterco bovino e casca de arroz carbonizada ou areia em detrimento ao substrato comercial.

**Palavras-chave:** *Piper hispidinervum* C.DC. *Piper affinis hispidinervum*. Produção de Mudas. Semeadura. Tubete de Polipropileno.

\* Bolsista DTI-B CNPq/Embrapa Acre, Rio Branco, AC. Email: danimique@yahoo.com.br.

\*\* Pesquisador Embrapa Acre, Rio Branco, AC. Email: jacson.negreiros@embrapa.com.br.

\*\*\* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia pela UFAC, Rio Branco (AC). Email: m.marlo@yahoo.com.br.

## SIZES OF TUBES AND SUBSTRATES IN THE PRODUCTION OF SEEDLINGS LONG PEPPER

### ABSTRACT

Due to the commercial importance of safrole and sarisan, *Piper hispidinervum* and *P. affinis hispidinervum*, respective producers of these major compounds of essential oils, have been subjected to breeding programs, seeking characteristics such as high yield and content of the major compound. Besides these features, the production of quality seedlings directly affects their performance on the field and consequently the production of essential oil. Thus, the objective of this research was to analyze the production of seedlings of these two species according to different tubes and substrates. The experimental design for each species was in randomized blocks with three replications and 18 plants per plot, design in a 3 x 3 factorial arrangement, with three different substrates (commercial substrate; subsoil + bovine manure + sand; subsoil + bovine manure + carbonized rice husk) and three tube sizes (110; 170 and 290 cm<sup>3</sup>) for each species. There were significant differences mainly as a function of tube size indicating that the medium (170 cm<sup>3</sup>) and the large tube (290 cm<sup>3</sup>) sizes were best for the growth of *P. hispidinervum* and *P. affinis hispidinervum*, respectively. The type of substrate with best effect on the morphological development is the mixture of subsoil, bovine manure and carbonized rice husk or sand.

**Keywords:** *Piper hispidinervum* C.DC. *Piper affinis hispidinervum*. Seedling Production. Sowing. Polypropylene Tubes.

## 1 INTRODUÇÃO

A *Piper hispidinervum* C.DC., comumente conhecida como pimenta longa, é uma espécie amazônica de grande interesse comercial devido à produção de safrol. Tal composto secundário é produzido pelo metabolismo vegetal e empregado na indústria química para a obtenção butóxido de piperonila e a heliotropina, utilizados como agente sinérgico em bioinseticidas e como fixador de fragrância nas indústrias de perfumarias e cosméticos respectivamente (FIGUEIRÉDO et al., 2004).

A procura comercial pelo óleo essencial da *P. hispidinervum* tem estimulado estudos e pesquisas para obtenção de plantas melhoradas com as características de interesse para a indústria e produção, como bons rendimentos e altos teores de safrol, uma vez que a taxa mínima que garanta a boa aceitação comercial do produto é de 90% (BERGO et al., 2002). Estudos já realizados mostram que a *P. hispidinervum* mostram rendimentos de biomassa seca em base livre de umidade (BLU) de 4,82% e teores de safrol de 87 a 97% para a região amazônica (ESTRELA et al., 2006; GOTTLIEB et al., 1981; SILVA; OLIVEIRA, 2000; SILVA et al., 2002). Já uma espécie ou quimiotipo da *P. hispidinervum*, chamado de *Piper affinis hispidinervum* produz outro composto secundário de grande interesse, o sarisan, que possui atividade contra bactérias,

fungos e insetos, com rendimento de até 3% e teores de 52 a 90% (BIZZO et al., 2001).

Além das características genéticas, as condições de cultivo, como produção de mudas saudáveis com bom desenvolvimento estrutural da parte aérea e raízes, garante um melhor desempenho destes indivíduos no campo, reduzindo a mortalidade de mudas e a ocorrência de pragas e doenças e, juntamente com os tratamentos culturais, a manutenção da produtividade (MALAVASI; MALAVASI 2006). O uso de técnicas e insumos acessíveis auxilia na produção de mudas de qualidade e otimiza os custos do processo produtivo, reduzindo os gastos de produção e garantindo um produto final de acordo com os padrões requeridos (SANTOS et al., 2000).

A atual recomendação para a produção de mudas de *P. hispidinervum* é em copos plásticos de 180 ml ou bandejas de isopor com células de 7 x 7 cm (BERGO et al., 2002). Outra opção é a utilização de tubetes de polipropileno, que além da sua reutilização, proporcionam a melhor formação do sistema radicular das mudas e a mais adequada ergonomia nas atividades de manutenção (SANTOS et al., 2000). Dessa forma, objetivou-se analisar diferentes tamanhos de tubetes de polipropileno e substratos na produção de mudas por sementes de *P. hispidinervum* e *P. affinis hispidinervum*.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

Foram instalados dois experimentos, sendo um para *Piper hispidinervum* e outro para *P. affinis hispidinervum*, no viveiro de produção de mudas localizado na estação experimental da Embrapa Acre, situada no km 14 da Rodovia BR 364, em Rio Branco, AC, entre os meses de setembro a dezembro de 2011. A temperatura média durante

a condução dos experimentos foi 25°C, com precipitação para o período variando de 100 a 200 mm, média anual de 2000 mm, e umidade relativa do ar em torno de 85%.

O delineamento experimental para *Piper hispidinervum* e *P. affinis hispidinervum* foi em

blocos casualizados com três repetições e 18 plantas por parcela, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3 x 3. Foram avaliados três diferentes substratos (Plantmax® [substrato comercial]; terra de subsolo + esterco bovino curtido + areia média 2:1:1 v/v/v e terra

de subsolo + esterco bovino curtido + casca de arroz carbonizada 2:1:1 v/v/v), e três tamanhos de tubetes (pequeno com capacidade de 110 cm<sup>3</sup>, médio com 170 cm<sup>3</sup> e grande com 290 cm<sup>3</sup>). Cada experimento totalizou nove tratamentos, descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos tratamentos (T) com os substratos e recipientes avaliados na produção de *Piper hispidinervum* e *P. affinis hispidinervum*, Rio Branco, AC

Tratamentos	Tubetes	Substratos
T1	Grande	Plantmax
T2	Grande	Subsolo + esterco bovino curtido + areia média
T3	Grande	Subsolo + esterco bovino curtido + casca de arroz carbonizada
T4	Médio	Plantmax
T5	Médio	Subsolo + esterco bovino curtido + areia média
T6	Médio	Subsolo + esterco bovino curtido + casca de arroz carbonizada
T7	Pequeno	Plantmax
T8	Pequeno	Subsolo + esterco bovino curtido + areia média
T9	Pequeno	Subsolo + esterco bovino curtido + casca de arroz carbonizada

Fonte: resultados da pesquisa.

Foram colhidas amostras dos três substratos e realizadas análises químicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados das análises químicas dos diferentes substratos utilizados na produção das duas espécies de Piper, Rio Branco, AC

Substrato	pH	pH	pH	P	C org	M.O	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al
	H <sub>2</sub> O	KCl	CaCl <sub>2</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	--- g/Kg ---		----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----					
1 <sup>1</sup>	5,20	5,00	4,74	135,51	39,58	68,07	0,83	33,68	11,36	0,09	0,24	8,13
2 <sup>2</sup>	6,59	6,13	5,89	122,90	7,05	12,12	2,24	7,51	3,95	0,22	0,85	1,22
3 <sup>3</sup>	6,70	6,35	6,18	158,49	12,61	21,68	2,92	7,71	4,20	0,35	0,75	1,58

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: <sup>1</sup> Plantmax®; <sup>2</sup> Terra de subsolo + esterco bovino curtido + areia média; <sup>3</sup> Terra de subsolo + esterco bovino curtido + casca de arroz carbonizada.

As sementes das espécies foram obtidas por coleta e posteriormente armazenadas em câmara fria. As mudas formadas por meio de semeadura, de 10 a 20 destas sementes por tubete, com desbaste após 20 dias, deixando apenas uma planta por tubete. Durante a condução do experimento foram realizadas regas diárias visando manter a umidade dos substratos.

Após 70 dias da instalação dos experimentos avaliaram-se: altura da planta (A); diâmetro do coleto (D); número de folha por planta (NF); número de raízes por planta (NR); comprimento da maior raiz (CMR); produção de matéria seca da parte aérea (MSPA); produção de matéria seca da raiz (MSR); relação altura da planta/diâmetro do caule (RAD); relação parte aérea/raiz (RPAR) e o índice de qualidade de

Dickson (DICKSON et al., 1960) por meio da equação:  $IQD = (MSPA + MSR)/(RAD+RPAR)$ .

A determinação do comprimento da maior raiz foi realizada após arranquio e lavagem em água corrente. Em seguida, o sistema radicular e a parte aérea foram secos em estufa de circulação de ar forçado a 60°C, até atingirem pesos constantes, para posterior determinação do valor da massa da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. As mudas permaneceram até os 40 dias no viveiro com cobertura e sombreamento lateral de sombrite 75%, passando a 25% após este período.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%. As análises realizadas no pacote estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2008).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para *Piper hispidinervum*, após 70 dias de viveiro os tratamentos mostraram médias significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis com relação ao tamanho do tubete, com exceção dos índices de relação da altura/diâmetro (RAD) e relação parte aérea/raízes (RPAR) (Tabela 2). Para o tipo de substrato, as médias foram significativas para altura de planta (A), diâmetro do coleto (D), massa seca de raízes (MSR), massa seca da

parte aérea (MSPA), índice de qualidade de Dickson (IQD) e RAD. Houve interação dos fatores apenas para a altura (Tabela 3). Para *P. affinis hispidinervum*, todas as médias foram significativas para tamanho de tubetes, com exceção do índice RAD. Somente as variáveis altura da planta, diâmetro do coleto, CMR e MSR mostraram médias significativas para o tipo de substrato; a interação entre os fatores não foi significativa.

Tabela 2 - Análise de variância das características morfológicas de mudas de *Piper hispidinervum* e *P. affinis hispidinervum* após 70 dias de viveiro. Rio Branco, AC

<i>Piper hispidinervum</i> - Quadrado médio											
	GL	A	D	NF	NR	CMR	MSR	MSPA	IQD	RAD	RPAR
Tubete	2	13,529*	2,912*	3,427*	0,982*	60,988*	0,022*	0,173*	0,014*	0,076 <sup>ns</sup>	0,211 <sup>ns</sup>
Substrato	2	15,813*	1,044*	0,062 <sup>ns</sup>	0,165 <sup>ns</sup>	4,760 <sup>ns</sup>	0,013*	0,072*	0,005*	0,326*	0,027 <sup>ns</sup>
Repetição	2	28,828	0,565	0,599	2,408	5,929	0,016	0,070	0,004	1,093	0,111
Tb x Sub <sup>1</sup>	4	5,006*	0,070 <sup>ns</sup>	0,027 <sup>ns</sup>	0,477 <sup>ns</sup>	2,599 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,189 <sup>ns</sup>	0,133 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	1,333	0,104	0,307	0,138	1,640	0,001	0,005	0,001	0,057	0,059
CV%		17,62	7,65	8,50	8,11	6,95	16,85	14,01	14,59	15,70	9,73
Média		6,55	4,02	6,52	4,58	18,44	0,20	0,50	0,17	1,52	2,49
<i>Piper affinis hispidinervum</i> - Quadrado médio											
Tubete	2	58,112*	3,172*	8,135*	3,658*	44,055*	0,024*	0,237*	0,011*	0,512 <sup>ns</sup>	0,677*
Substrato	2	24,143*	0,848*	0,611 <sup>ns</sup>	0,161 <sup>ns</sup>	8,066*	0,008*	0,032 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,352 <sup>ns</sup>	0,095 <sup>ns</sup>
Repetição	2	14,862	0,690	0,805	0,334	4,112	0,001	0,037	0,000	0,172	0,089
Tb x Sub	4	0,260 <sup>ns</sup>	0,035 <sup>ns</sup>	0,144 <sup>ns</sup>	0,886 <sup>ns</sup>	2,910 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,000 <sup>ns</sup>	0,037 <sup>ns</sup>	0,062 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	3,073	0,040	0,374	0,484	1,895	0,002	0,015	0,001	0,149	0,069
CV%		15,01	4,42	9,02	12,28	6,66	17,65	19,32	16,27	14,86	11,53
Média		11,68	4,50	6,78	5,67	20,66	0,28	0,63	0,19	2,60	2,27

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: \* Pd" 0,05; <sup>1</sup>Tb x Sub = interação tubete x substrato; A = altura da planta; D = diâmetro do coleto; NF = número de folhas por planta; NR = número de raízes por planta; = CMR = comprimento da maior raiz; MSR = massa seca de raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; IQD = índice de qualidade de Dickson; RAD = relação altura/diâmetro; RPAR = relação parte aérea/raiz.

A influência dos recipientes no desenvolvimento das mudas, também, foi observada por Brachtvogel & Malavasi (2010), para canafístula, principalmente quanto à altura e diâmetro do coleto. O mesmo ocorreu para as mudas de maracujazeiro por Costa et al. (2011) e para mudas de café por Vallone et al. (2009). Os substratos com fertilização e componentes de maior carga orgânica mostraram melhor desempenho para desenvolvimento de mudas de acácia e ipê (CUNHA et al., 2005; NEVES et al., 2005).

Para *P. hispidinervum*, verifica-se que apesar da interação tamanho de tubete x tipos

de substratos ter sido significativa para altura de planta (Tabela 3), quando os substratos 1 e 2 foram usados não houve diferença entre os tamanhos de tubete. Já quando se utilizou o substrato 3, o tubete grande apresentou melhor desempenho quanto a altura da muda. Segundo a recomendação do sistema de produção para o cultivo da *Piper hispidinervum* (BERGO et al., 2002), a altura da planta é um dos fatores mais relevantes para considerar uma muda apta para o plantio no campo. Já para *P. affinis hispidinervum* o tubete grande e os substratos 2 e 3 foram os que apresentaram a maior média relativa para altura de planta.

Tabela 3 - Altura de muda de *Piper hispidinervum* obtida em diferentes tamanhos de tubete e tipos de substrato. Rio Branco, Acre

Tamanho de tubete	Tipos de substrato		
	1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	3 <sup>3</sup>
Grande	5,22 Ab	9,13 Aa	8,34 Aa
Médio	5,88 Aa	7,88 Aa	5,95 Ba
Pequeno	5,09 Aab	6,99 Aa	3,86 Bb

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: \* Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> Plantmax ®; <sup>2</sup> terra de subsolo + esterco bovino + areia média; <sup>3</sup> terra de subsolo + esterco bovino curtido + casca de arroz carbonizada.

Os tubetes de maior tamanho proporcionam um bom desenvolvimento das mudas, principalmente com o aumento de permanência no viveiro, no entanto, é menos econômico por demandar maior volume de substrato. Além disso, segundo Malavasi & Malavasi (2006), a redução do tamanho dos recipientes provoca maior diferenciação do sistema radicular, aumentando o número de radículas e pêlos absorventes, o que melhora a capacidade de absorção de nutrientes das plantas. De forma geral, os tubetes médio e grande foram os que apresentaram melhor desempenho para as duas espécies (Tabela 4), tal como observado por Santos et al. (2000) para criptoméria, uma vez, segundo os autores, tubetes de maiores dimensões produzem mudas com maiores quantidades de raízes e matéria seca. Já para substrato, o 2 e 3 foram os que se destacaram.

Pacheco & Pimentel (2001) determinando os teores de nutrientes na biomassa residual de usinas de óleo essencial e em plantas inteiras de *P. hispidinervum*, estimaram em uma lavoura desta espécie, considerando uma produção média de 5.000 kg/ha de matéria seca, que para cada hectare colhido são transportados para fora do sistema 72 kg/ha de N, 18,5 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 118,5 kg/ha de K<sub>2</sub>O. E segundo os autores, o potássio é o nutriente (absorvido) mais importante para o desenvolvimento da planta, necessitando desse nutriente em grande quantidade para se desenvolver. No presente trabalho, os substratos 2 e 3 apresentaram os maiores valores de K (Tabela 1) e isso provavelmente influenciou de forma positiva as características avaliadas (Tabela 4).



Tabela 4 - Média das variáveis morfológicas e dos índices de qualidade das mudas de *Piper hispidinervum* e *P. affinis hispidinervum*, Rio Branco, AC

<i>Piper hispidinervum</i>										
Trat	A (cm)	D (mm)	NF	NR	CMR (cm)	MSR (g)	MSPA (g)	IQD	RAD	RPAR
Tb1	-	4,68a	7,09a	4,75a	21,21a	0,23a	0,62a	0,19a	-	-
Tb2	-	4,36a	6,62a	4,79a	18,07b	0,23a	0,53a	0,20a	-	-
Tb3	-	3,58b	5,86b	4,19b	16,04c	0,14b	0,35b	0,13b	-	-
Sub1	-	3,87b	-	-	-	0,16b	0,41b	0,15b	1,41b	-
Sub2	-	4,55a	-	-	-	0,24a	0,58a	0,19a	1,74a	-
Sub3	-	4,21ba	-	-	-	0,20ba	0,50a	0,18a	1,41b	-
<i>Piper affinis hispidinervum</i>										
Tb1	14,45a	5,03a	7,74a	5,16b	23,06a	0,22b	0,79a	0,20a	-	2,58a
Tb2	11,12b	4,61b	6,76b	6,38a	20,22b	0,30a	0,64a	0,21a	-	2,07b
Tb3	9,46b	3,86c	5,84c	5,46b	19,70b	0,31a	0,46b	0,15b	-	2,16b
Sub1	9,91b	4,15b	-	-	21,74a	0,24b	-	-	-	-
Sub2	13,13a	4,73a	-	-	20,0b	0,29ba	-	-	-	-
Sub3	12,0ba	4,62a	-	-	20,26ba	0,30a	-	-	-	-

Fonte: resultados da pesquisa.

Nota: Tb1 = tubete grande; Tb2 = tubete médio; Tb3 = tubete pequeno; Sub1 = Plantmax ®; Sub2 = terra de subsolo + esterco bovino curtido + areia média; Sub3 = terra de subsolo + esterco bovino curtido + casca de arroz carbonizada. D = diâmetro do coleto; NF = número de folhas por planta; NR = número de raízes por planta; CMR = comprimento da maior raiz; MSR = massa seca de raiz; MSPA = massa seca da parte aérea; IQD = índice de qualidade de Dickson; RAD = relação altura/diâmetro; RPAR = relação parte aérea/raiz. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Para *P. hispidinervum* as médias de diâmetro do coleto não diferiram estatisticamente para os tubetes grandes e médios, já para *P. affinis hispidinervum* a melhor média foi para o tubete grande. Para ambas as espécies, a areia e a casca de arroz carbonizada mostraram melhor desempenho, porém sem diferença significativa entre si. Segundo Souza et al. (2006) o diâmetro do colo é de fundamental importância, uma vez que está associado à sobrevivência da muda no campo, além da formação de novas raízes.

Para o número de folhas, o tubete grande não diferiu estatisticamente do médio para *P.*

*hispidinervum*, já para *P. affinis hispidinervum*, o tubete grande apresentou melhor desempenho. O substrato não mostrou influência para nenhuma espécie, provavelmente devido à carga orgânica presente nos três substratos, como observado por Araújo & Paiva Sobrinho (2011), que sugerem a influência do esterco bovino no número de folhas, além dos compostos com maior quantidade de matéria orgânica. Os autores indicam, ainda, que o número de folhas é de extrema importância, pois está diretamente ligada ao desenvolvimento da planta por meio da fotossíntese e serve de centros de reserva e fontes de fitohormônios de crescimento.



No que diz respeito ao número de raízes, também, não variou no tubete grande e médio para *P. hispidinervum*, porém para *P. affinis hispidinervum* o tubete médio mostrou a maior média significativa (6,38) (Tabela 4). Malavasi & Malavasi (2006) sugerem que para um mesmo tipo de recipiente, os de maior volume apresentam a configuração do sistema radicular mais próximo das mudas oriundas de semeadura direta no campo. No entanto, Vallone et al. (2009) sugerem que recipientes menores, porém com substratos minerais semelhantes aos encontrados no campo, condicionam o sistema radicular das mudas, mesmo com desenvolvimento aéreo menor, e produzem plantas adultas com desempenho superior às mudas produzidas com substratos orgânicos.

O CMR diferiu para ambas as espécies, apontando o tubete grande como o de maior média. Para MSR e MSPA, os tubetes grandes e médios não diferiram significativamente para *P. hispidinervum*, já para *P. affinis* a MSR mostrou o tubete grande como significativo, sem diferenças significativas para areia e casca de arroz. Provavelmente a carga orgânica oriunda do esterco bovino presente nos compostos com areia e casca de arroz proporciona melhor estruturação do substrato e, segundo Araújo & Paiva Sobrinho (2011), aumenta a retenção de água, melhorando a aeração das raízes e disponibilizando nutrientes para a muda, o que facilita seu desenvolvimento vegetativo.

Referente ao índice RAD para *P. hispidinervum* mostrou a maior relação significativa para o substrato 2, sem diferenças significativas para *P. affinis hispidinervum*. Este índice é muito utilizado na avaliação com sombreamento das mudas, e, segundo Carneiro (1995 apud Rodrigues; Costa, 2009), valores acima de 8,1 para espécies florestais indicam estiolamento da muda, o que ocorre em maiores graus de sombreamento, com maiores alturas e

diâmetros menores, podendo ocasionar o tombamento das mudas no campo. Já para mudas de café, Marana et al. (2008) indicam valores de 3,5 a 4. Fonseca et al. (2002) observaram aumento do RAD ao longo do tempo de sombreamento das mudas de crindiúva em viveiro, recomendando o uso do índice associado a outros parâmetros para avaliar a qualidade de mudas.

Quanto ao índice RPAR para *P. affinis hispidinervum* mostrou maior relação significativa para o tubete grande, não diferindo para *P. hispidinervum*. Fonseca et al. (2002) também observaram a não diferenciação do índice RPAR para mudas de crindiúva, apontando a manutenção do padrão de distribuição de matéria seca entre a parte aérea e raízes para diferentes níveis de sombreamento. Por outro lado, o maior acúmulo de MSPA nos maiores volumes de tubete para *P. affinis hispidinervum* pode indicar a influência do sombreamento e o melhor aproveitamento da oferta de nutrientes de acordo com o volume do recipiente para o desenvolvimento da parte aérea das mudas (MALAVASI; MALAVASI, 2006).

O IQD também não mostrou diferenças entre os tubetes grandes e médios para ambas as espécies, porém apontando os compostos com casca de arroz ou areia para *P. hispidinervum* como os substratos de melhor desempenho. Segundo Fonseca et al. (2002), o IQD é um bom indicador de qualidade de mudas, uma vez que considera o desenvolvimento e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda e, como Marana et al. (2008), apontam um IQD padrão de 0,20 como qualidade suficiente para plantio no campo. Para *P. hispidinervum* e *P. affinis hispidinervum*, este valor foi atingido pelos tubetes médio e grande que utilizaram os compostos de areia e casca de arroz carbonizada, corroborando os resultados observados pela maioria dos parâmetros analisados.

Segundo Marana et al. (2008), o uso de índices de qualidade, por meio das razões entre as variáveis estudadas, permite um equilíbrio entre as diferentes avaliações, e, de acordo com Fonseca et al. (2002), por considerar os parâmetros morfológicos não devem ser utilizados isoladamente para um padrão de classificação das mudas. Com base nestes resultados o estudo e determinação das dimensões adequadas dos recipientes oferece subsídios para evitar gastos desnecessários e otimizar a área do viveiro e custos de transporte (SANTOS et al., 2000), indicando, ainda, o substrato de melhor

desempenho no desenvolvimento das mudas no viveiro. Por outro lado, o uso da altura como padrão para determinação da qualidade da muda para plantio definitivo, principalmente para *P. hispidinervum* que mostrou interação dos fatores para esta variável, indica que o maior tubete possui melhor desempenho. No entanto, considerando a altura de 5 cm como mínima para plantio definitivo (BERGO et al., 2002), o uso de tubetes pequenos seria viável, uma vez que a média de altura para este recipiente é de 5,3 cm, o que reduziria o volume de substrato utilizado e área ocupada no viveiro.

#### **4 CONCLUSÕES**

O tamanho dos tubetes mostrou maior importância no desenvolvimento das mudas que o tipo de substrato analisado. Para *P. hispidinervum*, recomenda-se o tubete médio (170 cm<sup>3</sup>) e para *P. affinis hispidinervum*, o tubete grande (290 cm<sup>3</sup>), com base em suas características morfológicas.

Para ambas as espécies, o uso de substrato composto de terra de subsolo, esterco bovino e casca de arroz carbonizada ou areia mostrou que as mudas se desenvolveram de forma satisfatória.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao Tesouro Nacional e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E.H. de A.; GUIMARÃES, E.F.; MAIA, J.G.S. **Variabilidade química em óleos essenciais de espécies de Piper da Amazônia**. 1 Ed., FEQ/UFGA: Belém, 2009. 448p.
- ARAÚJO, A.P. de; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 581-588, ed. especial, 2011.
- BERGO, C.L.; SÁ, C.P. de; PIMENTEL, F.A.; MENDONÇA, H.A. de; SOUSA, J.A. de; WADT, L.H. de O. THOMAZINI, M.J.; CAVALCANTE, M. de J.B. **Cultivo da pimenta longa (*Piper hispidinervum*) na Amazônia Ocidental**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2002. 29p. (Embrapa Acre. Sistemas de Produção, 1).
- BIZZO, H.R.; LOPES, D.; ABDALA, R.V.; PIMENTEL, F.A.; SOUZA, J.A. de; PEREIRA, M.V.G.; BERGTER, L.; GUIMARÃES, E.F. Sarisan from leaves of *Piper affinis hispidinervum* C. DC (long peper). **Flavour and Fragrance Journal**, v. 16, p. 113-115, 2001.
- BRACHTVOGEL, E.L.; MALAVASI, U.C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 2; p. 223-232, 2010.
- COSTA, E.; SANTOS, L.C.R. dos; CARVALHO, C. de; LEAL, P.A.M.; GOMES, V. do A. Volumes de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Ceres**, Viçosa, v. 58, n.2, p. 216-222, 2011.
- CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A. de; BRUNO, R. de L. A.; SILVA, J.A.L. da; SOUZA, V.C. de. Efeitos de substratos de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 36, p. 10-13, 1960.
- ESTRELA, L.L.V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M.R.; LIMA, M.S. de. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Symposium**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió, EDUFAL. 1991. 437p.
- FIGUEIRÊDO, F.J.C.; ALVES, S. de M; SANTOS, A.S.; ROCHA NETO, O.G. da. **Rendimento e qualidade físico-química de óleo essencial extraído de diferentes composições da biomassa área de pimenta longa**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2004, 31p. (Embrapa Amazônia Oriental, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).
- FONSECA, E. de P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micranta* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-526, 2002.

GOTTLIEB, O.R. KOKETSU, M.; MAGALHÃES, M.T.; MAIA, J.G.S; MENDES, P.H.; ROCHA, A.I. da; SILVA, M.L. da; WILBERG, V.C. Óleos essenciais da Amazônia VII. **Acta Amazônica**, Manaus, n. 11, p. 143-148, 1981.

MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M. de M. Efeito do volume de tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n. 1, p. 11-16, 2006.

MARANA, J.P.; MIGLIORANZA, FONSECA, E. de P. KAINUMA, R.H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008.

NEVES, C.S.V.J.; MEDINA, C de C.; AZEVEDO, M.C.B. de; HIGA, A.R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção de mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 897-905, 2005.

PACHECO, E.P.; PIMENTEL, F.A. **Uso de biomassa residual de usinas de óleo essencial na adubação de pimenta longa**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001, 3p. (Embrapa Acre, Comunicado Técnico, 139).

RODRIGUES, V.A.; COSTA, P.N. Análise de diferentes substratos no crescimento de mudas de seringueira. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, n. 14, p. 8-17, 2009. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/florestal14/pages/artigos/anolXed15art02.pdf>>. Acesso em 09 de jul. 2012.

SANTOS, C.B. dos; LONGHI, S.J.; HOPPE, J.M.; MOSCOVICH, F.A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SILVA, A.C.P.R. da; OLIVEIRA, M.N. de. **Caracterização botânica e química de três espécies do gênero Piper no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000, 13p. (Embrapa Acre, Boletim de Pesquisa, 23).

SILVA, E.S.A.; ROCHA NETO, O.G.; FIGUEIRÊDO, F.J.C. Respostas biofísicas, alocação de biomassa e produção de óleo essencial de "pimenta longa" no município de Igarapé-Açu, PA-Brasil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 569, n. 22, p. 129-136, 2002.

SOUZA, C.A.M. de; OLIVEIRA, R.B. de; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J.S. de S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n.3, p. 243-249, 2006.

VALLONE, H.S.; GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.J.G.; SOUZA, C.A.S.; DIAS, F.P.; CARVALHO, A.M. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, 2009.