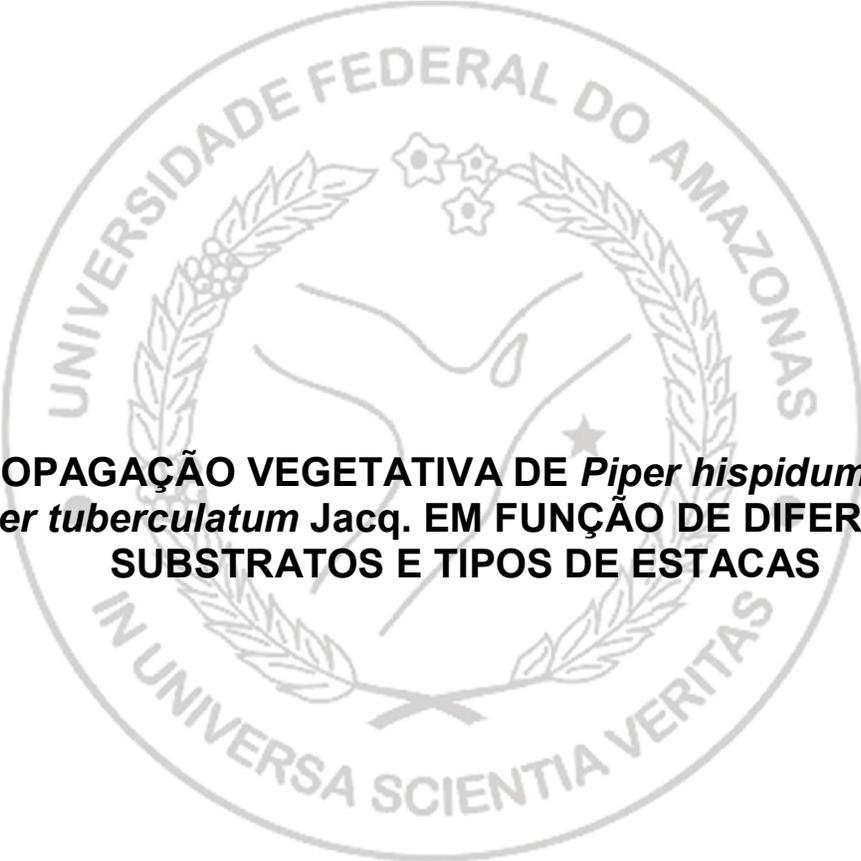


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL**

The seal of the Universidade Federal do Amazonas is a circular emblem. It features a central figure of a bird, possibly a toucan, with its wings spread. The bird is surrounded by a laurel wreath. Above the bird are three stars, and below it is a single star. The text "UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS" is written in a circle around the top, and "IN UNIVERSA SCIENTIA VERITAS" is written around the bottom.

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Piper hispidum* Sw. E
Piper tuberculatum Jacq. EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
SUBSTRATOS E TIPOS DE ESTACAS**

ANDRÉ LUIZ BORBOREMA DA CUNHA

MANAUS, AM.

2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
TROPICAL**

ANDRÉ LUIZ BORBOREMA DA CUNHA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Piper hispidum* Sw. E
Piper tuberculatum Jacq. EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
SUBSTRATOS E TIPOS DE ESTACAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Célio Maia Chaves

MANAUS, AM.

2014

Ficha Catalográfica
pela Biblioteca Central da UFAM)

(Catalogação realizada

Cunha, André Luiz Borborema da

1.1. C9
p Propagação vegetativa de *Piper hispidum* Sw. E *Piper tuberculatum* Jacq. em função de diferentes substratos e tipos de estacas / André Luiz Borborema da Cunha. - Manaus, 2014.

81f. il. color. pt. /br.

Dissertação (mestrado em Agronomia Tropical) – Universidade Federal do Amazonas.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Célio Maia Chaves

1. Plantas medicinais 2. Plantas - Propagação por estaquia 3. Enxertia I. Chaves, Francisco Célio Maia (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU 1997 633.88(043.3)

ANDRÉ LUIZ BORBOREMA DA CUNHA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Piper hispidum* Sw. E
Piper tuberculatum Jacq. EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
SUBSTRATOS E TIPOS DE ESTACAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia Tropical, área de concentração em Produção Vegetal.

Aprovado em 27 de fevereiro de 2014

BANCA EXAMINADORA

Dr. Francisco Célio Maia Chaves
EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Dra. Cristiani Kano
EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Dr. Jorge Hugo Iriarte Martel
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

DEDICO

A Deus,

Aos meus avós Cleuton Borborema e Adelidia Borborema,

Aos meus pais Mirian Borborema e Carlos Cunha,

À Luanna Lira meu amor

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por mais esta etapa concluída em minha vida.

Aos meus avós, Cleuton e Adelidia, pela criação, educação e todo amor. Aos meus pais Carlos e Mirian pelo carinho, apoio e compreensão. À toda minha família pois eles são à base deste trabalho.

Em especial ao meu orientador Dr. Francisco Célio Maia Chaves, pela amizade, compreensão, ensinamentos e paciência na construção de um grande objetivo traçado por mim, os meus sinceros agradecimentos.

Ao Dr. Ari de Freitas Hidalgo pela co-orientação deste trabalho e pelas orientações desde a época de aluno do curso de Agronomia na Universidade Federal do Amazonas.

Ao projeto "*Piper spp. da Amazônia: domesticação e composição química, atividade inseticida e derivados dos seus óleos essenciais*", coordenado pelo Dr. Francisco Célio Maia Chaves e financiado pelo Edital conjunto CAPES-EMBRAPA.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pela oportunidade de adquirir mais conhecimento e experiência profissional qualificada.

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical pela oportunidade de conclusão da especialização em forma de mestrado.

À Embrapa Amazônia Ocidental pela infraestrutura disponibilizada para realização do projeto.

Aos pesquisadores Rodrigo Berni e Cristiaini Kano, pelas sugestões, amizade e palavras de conforto.

Ao aluno de doutorado Atmam Campelo pela colaboração nas etapas de instalação e avaliação sendo essencial para a realização deste trabalho.

Ao analista da Embrapa Amazônia Ocidental Marcelo Roseo, pelo incentivo, conselhos e orientações no trabalho e na vida profissional.

Aos assistentes de campo, em especial, para Carlos Antonio, Miqueias e Raimundo Cesar e ao Técnico Agrícola Carlos Roberto pela ajuda, participação, transferência de conhecimento e pelo auxílio na elaboração deste projeto.

À Luanna Lira, pelo apoio, compreensão, amor, carinho, solidariedade, pelas palavras de motivação e por estar sempre ao meu lado em todas as etapas até a conclusão deste trabalho.

Aos meus grandes amigos, Airton, Layon, Pedro, Ednaldo, Cilionei, pela amizade que perfaz há mais de 10 anos, pelas palavras de conforto, pelos convites recusados, e por outros infinitos quesitos que fazem destes meus irmãos.

Aos meus queridos amigos Suelen, Grazi, Keity, Cláudia, Ana, Adriana Gil, Flávia, July, Adriana Uchôa, Jaisson, Lorena, Brunno, Yrina, Malveira, Milena, Kelly pelo apoio, momentos de descontração, e auxílio na instalação e avaliação no experimento.

Aos professores, pesquisadores, funcionários e amigos da Universidade Federal do Amazonas e Embrapa Amazônia Ocidental, que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

As espécies *Piper hispidum* Sw. e *Piper tuberculatum* Jacq. pertencem à família Piperaceae com importância medicinal e produção de óleo essencial. Atualmente o incremento de estudos da fitoquímica destas espécies tem aumentado, com a busca de compostos para uso biotecnológico. Porém, por se tratar de espécies sem nenhum processo de domesticação estão a mercê das pressões ambientais. Portanto, necessitam de estudos sobre técnicas de cultivo e propagação para o incremento de plantios. Este trabalho teve como objetivo avaliar a propagação por meio da estaquia de *Piper hispidum* e *Piper tuberculatum* em função do tipo de substrato e tipo de estaca em Manaus, AM. O experimento foi realizado no Setor de Plantas Medicinais (Embrapa Amazônia Ocidental). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5, com três repetições de 12 estacas, sendo os tipos de estacas: 1 = apical, 2 = mediana e 3 = basal e os substratos: 1 = areia lavada; 2 = substrato comercial; 3 = Latossolo Amarelo + esterco de aves – 4:1 v/v; 4 = Latossolo Amarelo + casca de guaraná – 1:2 v/v e 5 = fibra de coco. As estacas foram conduzidas nos cinco tipos de substratos em bandejas de poliestireno expandido de 72 células. Após 70 dias (*Piper tuberculatum*) e 60 dias (*Piper hispidum*) foram avaliadas as seguintes características: sobrevivência (%), enraizamento (%), número de brotações, comprimento da maior brotação (cm), número de folhas, comprimento da maior raiz (cm), massa seca da raiz (g) e massa seca das brotações (g). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, para os substratos, tipos de estacas e para a interação, para as médias foi realizado o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para *Piper tuberculatum* à estaca apical plagiotrópica com duas folhas demonstrou ser a melhor forma de se propagar vegetativamente. A combinação de estaca apical com o substrato Latossolo Amarelo + esterco de aves promoveu maior desenvolvimento das estacas. Em *Piper hispidum* recomenda-se utilizar estacas apicais e basais, nesta ordem. Os substratos areia lavada e substrato comercial são indicados para maiores porcentagens de sobrevivência e enraizamento. Porém, para esta espécie os substratos Latossolo Amarelo + esterco de aves e/ou Latossolo Amarelo + casca de guaraná foram mais indicados quando o objetivo é estacas de qualidade.

Palavras-chave: Estaquia, Piperaceae, plantas medicinais, substratos agrícolas.

ABSTRACT

The species *Piper tuberculatum* Jacq. and *Piper hispidum* Sw belong to the Piperaceae family with medicinal importance and essential oil production. Currently the increment of phytochemical studies of these species has increased, with the search for compounds for biotechnological use. However, because it is no species domestication process are at the mercy of environmental pressures. Therefore require studies on propagation and cultivation techniques to increase plantings. This work aimed to evaluate the propagation through cuttings *Piper hispidum* and *Piper tuberculatum* depending on the type of substrate and type of stake in Manaus, AM. The experiment was conducted by the Division of Medicinal Plants (Embrapa Western Amazon). The design was completely randomized factorial 3 x 5, with three replications of 12 cuttings with types of piles: 1 = apical, median = 2 and 3 = basal and substrates: sand washed 1 =, 2 = commercial substrate 3 = Oxisol + poultry manure - 4:1 v / v, 4 = Oxisol + bark guarana - 1:2 v / v = 5 coconut fiber. The cuttings were conducted on five types of substrates in polystyrene trays with 72 cells. Survival (%), rooting (%), number of shoots, length of sprouting (cm), number of leaves, length of roots: After 70 days (*Piper tuberculatum*) and 60 days (*Piper hispidum*) the following characteristics were evaluated (cm), root dry weight (g) and dry weight of shoots (g). The results obtained were subjected to analysis of variance by F test at 5% probability for the substrates, types of cuttings and interaction for the mean Tukey test at 5% probability was performed. *Piper tuberculatum* plagiotrópica the apical cuttings with two leaves proved to be the best way to propagate vegetatively. The combination of apical cuttings with the substrate Oxisol + poultry manure promoted further development of cuttings. *Piper hispidum* we recommend using apical and basal cuttings in order. The washed sand substrates and commercial substrate are indicated for higher percentages of survival and rooting. However, for this species substrates Oxisol + poultry manure and / or Oxisoil + guarana bark were most appropriate when the goal is quality stakes.

Key words: Cuttings, Piperaceae, medicinal plants, agricultural substrates.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - (A) Plantas de *Piper hispidum* em ocorrência natural, (B) ramo, (C) exsicata da espécie para identificação botânica. Local: Embrapa Amazônia Ocidental, 18/02/2013.[99](#)
- Figura 2** - (A) Plantio de *Piper tuberculatum*, (B) ramo, (C) exsicata da espécie para identificação botânica. Local: Embrapa Amazônia Ocidental, 18/02/2013.[1144](#)
- Figura 3** - Valores médios de porcentagem de sobrevivência das estacas de *Piper tuberculatum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).[3134](#)
- Figura 4** - Valores médios de porcentagem de enraizamento das estacas de *Piper tuberculatum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).[3434](#)
- Figura 5** - Número de folhas de três tipos de estacas de *Piper tuberculatum*: (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, propagadas em casa de vegetação, em função de diferentes substratos: areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúsculas) comparam entre si os tipos de estacas enquanto as letras na linha (minúsculas) comparam entre si os substratos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).[3636](#)
- Figura 6** - Valores médios do número de brotações das estacas de *Piper tuberculatum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).[3737](#)
- Figura 7** - Comprimento da maior brotação de três tipos de estacas de *Piper tuberculatum*: (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, propagadas em casa de vegetação, em função de diferentes substratos: areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúsculas) comparam entre si os tipos de estacas enquanto as letras na linha (minúsculas) comparam entre si os substratos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).[3939](#)

Figura 8 - Estacas apicais de *Piper tuberculatum* aos 70 dias de propagação, ilustrando o desenvolvimento radicular e parte aérea, na combinação Latossolo Amarelo + esterco de aves.....[4040](#)

Figura 9 - Valores médios do comprimento da maior raiz das estacas de *Piper tuberculatum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).....[4144](#)

Figura 10 - Massa seca das raízes de três tipos de estacas de *Piper tuberculatum*: (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, propagadas em casa de vegetação, em função de diferentes substratos: areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúsculas) comparam entre si os tipos de estacas enquanto as letras na linha (minúsculas) comparam entre si os substratos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).[4242](#)

Figura 11 - Valores médios de porcentagem de sobrevivência das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).....[4545](#)

Figura 12 - Estacas apicais (AP) e mediana (ME) de *Piper hispidum* aos 60 dias de condução nos cinco substratos: areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) em Manaus, AM. 2013.[4646](#)

Figura 13 - Valores médios de porcentagem de enraizamento das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).....[4747](#)

Figura 14 - Número de brotações de três tipos de estacas de *Piper hispidum*: (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, propagadas em casa de vegetação, em função de diferentes substratos: areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúsculas) comparam entre si os tipos de estacas enquanto as letras na linha (minúsculas) comparam entre si os substratos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).[5050](#)

Figura 15 - Valores médios do número de folhas das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra

de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). [5154](#)

Figura 16 - Valores médios do comprimento da maior brotação das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). [5353](#)

Figura 17 - Valores médios do comprimento da maior raiz das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). [5454](#)

Figura 18 - Valores médios da massa seca das brotações das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). [5555](#)

Figura 19 - Valores médios da massa seca das raízes das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$). [5656](#)

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de pH, matéria orgânica e macro e micronutrientes, dos substratos areia lavada (AL), substrato comercial (SC), Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA), Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) utilizados no experimento.....[2626](#)

Tabela 2 - Análise de variância para sobrevivência (SOB), porcentagem de enraizamento (ENR), número de brotações (NB), número de folhas (NF), comprimento da maior brotação (CMB), comprimento da maior raiz (CMR) e massa seca das raízes (MSR) em relação aos cinco substratos combinados com três tipos de estaca de *Piper tuberculatum*.....[3030](#)

Tabela 3 - Análise de variância para sobrevivência (SOB), porcentagem de enraizamento (ENR), número de brotações (NB), número de folhas (NF), comprimento da maior brotação (CMB), comprimento da maior raiz (CMR), massa seca das brotações (MSB) e massa seca das raízes (MSR) em relação aos cinco substratos combinados com três tipos de estaca de *Piper hispidum*[4444](#)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	44
2.1. Objetivo Geral	44
2.2. Objetivos específicos	44
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	55
3.1. Família Piperaceae e o gênero <i>Piper</i>	55
3.2. Classificação botânica.....	88
3.3. <i>Piper hispidum</i> Sw.....	99
3.4. <i>Piper tuberculatum</i> Jacq.....	1040
3.5. Importância da propagação.....	1212
3.6. Propagação assexuada.....	1414
3.6.1. Estaquia.....	1515
3.6.2. Tipos de estacas caulinares	1717
3.6.3. Substrato	2020
4. MATERIAL E MÉTODOS	2424
4.1. Localização do experimento.....	2424
4.2. Coleta e identificação do material propagativo.....	2424
4.3. Delineamento experimental.....	2525
4.4. Obtenção e preparo dos substratos	2525
4.5. Obtenção e preparo das estacas	2626
4.5.1 <i>Piper tuberculatum</i> Jacq.	2626
4.5.2 <i>Piper hispidum</i> Sw.	2727
4.6. Plantio, Irrigação e tratos culturais	2727
4.7. Variáveis avaliadas	2828
4.8. Análise estatística	2828
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	3030
5.1. <i>Piper tuberculatum</i> Jacq.....	3030
5.1.1. Sobrevivência	3131
5.1.2. Enraizamento.....	3232
5.1.3. Número de folhas	3535

5.1.4.	Número de brotações	3636
5.1.5.	Comprimento da maior brotação	3838
5.1.6.	Comprimento da maior raiz	4040
5.1.7.	Massa seca das raízes	4242
5.2.	<i>Piper hispidum</i> Sw.....	4444
5.2.1.	Sobrevivência	4545
5.2.2.	Enraizamento.....	4747
5.2.3.	Número de brotações	4949
5.2.4.	Número de folhas	5151
5.2.5.	Comprimento da maior brotação	5252
5.2.6.	Comprimento da maior raiz	5454
5.2.7.	Massa seca das brotações	5555
5.2.8.	Massa seca das raízes	5656
6.	CONCLUSÕES.....	5858
7.	REFERÊNCIAS	5959

2. INTRODUÇÃO

A diversidade da flora brasileira é apontada como a maior dentre todos os lugares do mundo com mais de 56.000 espécies, ou seja, cerca de 19% do total do planeta (GIULIETTI et al., 2005). A família Piperaceae é uma representante desta biodiversidade e ocorre em todas as regiões tropicais com um grande número de espécies (JARAMILLO e MANOS, 2001). No Brasil, particularmente na Amazônia, a família possui enorme representatividade, principalmente pelos gêneros *Piper* e *Peperomia*.

As espécies desta família possuem importância condimentar, medicinal, aromática e ornamental, dentre outras. Uma das espécies de Piperaceae mais conhecidas é a pimenta do reino ou pimenta preta (*Piper nigrum* L.), de origem asiática, cultivada no país, com finalidade condimentar.

Diversas outras espécies do gênero *Piper* são amplamente utilizadas na medicina popular em várias partes do mundo por produzirem compostos com propriedades biológicas e farmacológicas diversas (SANTOS et al., 2012).

Espécies nativas do gênero *Piper* no Brasil, como *Piper aduncum*, ganharam destaque por conter em seu óleo essencial altos teores de dilapiol, substância que pode ser usada na indústria como fungicida, bactericida, moluscicida, acaricida, inseticida e nematocida (LOBATO et al., 2007; SILVA et al., 2007; GAIA et al., 2010).

Outras espécies deste gênero são igualmente importantes, como *P. hispidinervum*, *P. malacophyllum*, *P. callosum* e *P. umbellatum* e muitas outras que recentemente estão sendo usadas na obtenção de óleo essencial com finalidade biotecnológica (GENDEREN et al., 1999; AGBOR et al., 2012; SANTOS et al., 2012; SAUTER et al., 2012).

Porém, assim como muitas outras espécies medicinais poucas plantas do gênero *Piper* já foram investigadas do ponto de vista químico. Além das espécies do gênero *Piper*, outros gêneros da família Piperaceae possuem este mesmo padrão de poucas espécies possuírem estudos, e ainda mais, há a grande possibilidade de nunca se conhecer espécies desta família devido à supressão de ecossistemas naturais, por diversas vezes ocasionado pela ação antrópica.

Contudo, a falta de informações sobre a importância que estas espécies podem trazer em sua carga genética não é o único entrave. Há outro grande problema, que é o pouco conhecimento sobre a biologia reprodutiva das espécies em geral (FIGUEIREDO e SAZIMA, 2000).

Principalmente, quando da descoberta de algum composto importante para a indústria, de uma espécie pouco estudada, a obtenção de materiais dá-se por meio de populações naturais, o extrativismo em excesso pode acabar suprimindo sem que haja tempo necessário para a descoberta e estabelecimento de técnicas agronômicas, como por exemplo as técnicas de propagação.

O estudo da biologia reprodutiva da espécie, assim como a pesquisa de técnicas agronômicas de cultivo, é essencial para a domesticação e seu cultivo em escala industrial. Um exemplo é o da propagação vegetativa por meio da estaquia, que tem inúmeras vantagens por ser uma técnica simples, rápida e barata, produzir muitas mudas em espaço reduzido com maior uniformidade do estande e manter as características genéticas da planta doadora.

O desenvolvimento de um segmento de planta através da propagação vegetativa (estaquia) é dependente de uma série de fatores que viabilizam o sucesso da técnica. Um destes é o substrato, o qual deve possuir características

essenciais para o desenvolvimento da estaca, fornecendo ar, água, nutrientes e ser livre de patógenos.

Porém, antes da escolha do substrato, deve-se dar importância à posição do segmento utilizado da planta no processo de estaquia. Estacas basais, medianas e apicais possuem características diferentes em relação à quantidade de reservas nutricionais, água, teores de auxinas endógenas e outros cofatores que contribuem para o sucesso do enraizamento.

Diante do exposto, a técnica de propagação vegetativa ainda é desconhecida na maioria das plantas da família Piperaceae e nos representantes do gênero *Piper*, onde variáveis como tipo de estaca e uso de diferentes substratos, assim como outras características, ainda não foram testadas.

Portanto, há necessidade de informações sobre a capacidade de multiplicação para consolidação dos sistemas de produção que serão fundamentais para o avanço das pesquisas na área de fitoquímica nestas espécies.

Logo, o objetivo deste trabalho é testar a interação dos fatores tipo de estaca e dos diferentes substratos em experimentos independentes para as espécies *Piper hispidum* e *Piper tuberculatum* utilizando-se da propagação vegetativa por meio da estaquia.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar a propagação vegetativa das espécies *Piper hispidum* e *Piper tuberculatum*, em condições de casa de vegetação.

3.2. Objetivos específicos

- Testar a propagação assexuada (estaquia) utilizando diferentes tipos de estacas;
- Testar a propagação assexuada (estaquia) em diferentes substratos;
- Avaliar se existe interação entre estes fatores.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Família Piperaceae e o gênero *Piper*

A família Piperaceae possui espécies distribuídas em todas as regiões tropicais do mundo, por isso é considerada uma família pantropical. Nas Américas, espécies desta família distribuem-se desde o México até o sudeste da Argentina (YUNCKER, 1973; FIGUEIREDO e SAZIMA, 2000; JARAMILLO e MANOS, 2001). Segundo o Sistema de Classificação da APG III (2003) (The Angiosperm Phylogeny Group) a família pertence à ordem Piperales.

A ordem é caracterizada por apresentar células com óleo essencial e flores com perianto reduzido organizadas em inflorescências do tipo espiga ou ráculo, a maioria dos representantes da ordem se apresenta com hábito herbáceo a pequenos arbustos e os feixes vasculares apresentam tendência a um arranjo desorganizado, característica esta predominante em monocotiledôneas (MEDEIROS, 2006).

Segundo Rates e Poser (1997), Danellute et al. (2003) e Souza et al. (2009), a família Piperaceae compreende cerca de 12 a 14 gêneros, dentre os quais os principais são *Pothomorphe*, *Ottonia*, *Sarcorrhachis*, *Piper* e *Peperomia*, onde os dois últimos são os que possuem maior representatividade com cerca de 2000 e 1500 a 1700 espécies respectivamente (WANKE et al., 2005; QUIJANO-ABRIL et al., 2006).

No Brasil, espécies desta família são encontradas de Norte ao Sul (MARQUES et al., 2008), possuindo enorme representação no bioma amazônico. O gênero *Piper* possui cerca de 283 espécies conhecidas no Brasil (YUNCKER, 1973). O gênero *Peperomia* está representado no Brasil por cerca de 170 espécies que

habitam, principalmente, as matas ombrófilas e, menos frequentemente, as matas secas, os campos rupestres e os campos úmidos (CARVALHO-SILVA e GUIMARÃES, 2008), o gênero *Ottonia* foi descrito por Yuncker (1973) com 23 espécies, sendo a maioria nativa do Brasil, encontradas principalmente, nas regiões Sul e Sudeste.

A descrição da família Piperaceae segundo Agarth (1824) *apud* Guimarães e Giordano (2004) está a seguir:

são ervas eretas terrestres, epífitas ou escandentes, arbustos ou arvoretos. Caules nodosos e articulados. Folhas alternas, opostas ou verticiladas, inteiras, sésseis ou pecioladas, raramente peltadas, de consistência e formatos os mais diversos, indumento muito variado, tricomas simples, geralmente dotadas de glândulas translúcidas. Flores aclamídeas, mínimas, andróginas ou unissexuadas, protegidas por bractéolas pediceladas ou sésseis, peltadas, esparsa ou densamente dispostas em racemos ou espigas axilares, terminais ou opostas às folhas, solitárias ou formando umbelas. Estames 2-5, livres ou aderentes às paredes do ovário; anteras rimosas bitecas. Ovário súpero, séssil, geralmente, imerso na raque ou pedicelado, unilocular, uniovular, placentação basal, estilete presente ou ausente, estigma 1-4, lobado, papiloso; óvulo basal, ortótropo. Fruto drupa séssil ou pedicelada, com fino pericarpo e endocarpo solidificado. Semente com endosperma escasso e muito perisperma. Embrião mínimo.

A importância da família Piperaceae ainda está voltada para poucas espécies, como no caso de *Piper nigrum* L. que possui maior destaque econômico, pois é largamente utilizada como condimento na culinária (MOURA et al., 2008), promovendo a base econômica de produtores em vários locais do mundo.

Além do uso condimentar e dos aspectos econômicos de produção, a família Piperaceae possui importância medicinal, na indústria farmacêutica e cosméticos, e atualmente na química/fitoquímica, com uma abordagem em pesquisas fitoquímicas que têm levado ao isolamento de substâncias fisiologicamente ativas como:

alcalóides/amidas, propenilfenóis, lignanas, neolignanas, terpenos, esteróides, cavapironas, piperólídeos, chalconas, diidrochalconas, flavonas e flavononas (PARMAR et al., 1997; SANTOS et al., 2001; MEDEIROS, 2006).

Deste modo destaca-se o gênero *Piper* por possuir o maior número de espécies que representam esta família. Um exemplo é *Piper aduncum*, conhecida pela sua importância medicinal como tônico estimulante, digestivo, diurético, sedativo, laxante, no tratamento de hemorroidas, normalizador das hemorragias menstruais, supressor de disenterias, anestésico para dor de dente, alívio da dor de estômago, antisséptico para cortes na pele e hemostático (FAZOLIN et al., 2006).

A espécie apresenta um óleo essencial com rendimento de 2,5 a 3,5%, e é rico em dilapiol (31,5 a 91,1%), um éter fenílico com elevado padrão de oxigenação (MAIA et al., 1998). O dilapiol foi o componente mais ativo no controle de larvas de *Aedes atropalpus*, possuindo atividade inseticida já comprovada (FAZOLIN et al., 2006).

Recentemente pesquisas lideradas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia com compostos isolados do óleo essencial de *Piper aduncum* à base da substância dilapiol identificaram atividade inseticida para o mosquito adulto da dengue (*Aedes aegypti*) (PINTO et al., 2012).

Utilizado na indústria de cosméticos como fixador de fragrâncias, o piperonal ou heliotropina (3,4-metilenodioxibenzaldeído), pode ser obtido da espécie *Piper hispidinervum* (CREMASCO e BRAGA, 2012), a qual também possui importância medicinal como anti-inflamatório, possuindo também alto rendimento em óleo essencial rico em safrol, que é utilizado na indústria de inseticidas à base de piretróides (RIVA et al., 2011).

O elixir paregórico (*Piper callosum*) é usado na medicina popular através de chás das folhas na forma de infusão para tratar cólicas menstruais e intestinais (MARTINS et al., 2009).

Piper gaudichaudianum é empregada para fins terapêuticos. *Piper umbellata* tem importância na composição de cosméticos e possui atividade antioxidante e fotoprotetora comprovadas cientificamente. *Piper regnellii* possui atividade antifúngica, enquanto *Ottonia anisum* é uma fonte promissora de metabolitos secundários dentre os quais as amidas são de grande interesse medicinal (ALBIERO et al., 2005; PESSINI et al., 2005; MARQUES et al., 2008; MATTANA et al., 2009).

4.2. Classificação botânica

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Sub-classe: Magnoliidae

Superordem: Nymphaeiflorae

Ordem: Piperales

Familia: Piperaceae

Gênero: *Piper* L.

Espécies: *Piper tuberculatum* Jacq.; *Piper hispidum* Sw.

4.3. *Piper hispidum* Sw.

Piper hispidum (Figura 1), é descrita como:

um arbusto com 2-4 m de altura, com tricomas escabrosos nos ramos. Folhas com pecíolo de 0,5-1 cm comprimento, hispido, bainha basal; lâmina elíptica ou ovado-elíptica, 10-16 x 5-8 cm, base assimétrica, um dos lados arredondados e diferindo do outro em tamanho de 3-5 mm comprimento, quando simétrica aguda, ápice acuminado, cartáceas, escabrosas ou hispidas na face adaxial e hirsutas na abaxial, profundamente glandulosas; nervuras secundárias 4-5, ascendentes, dispostas abaixo ou pouco acima da porção mediana da lâmina. Espigas eretas, 8-14 cm comprimento; pedúnculo até 1 cm comprimento, hirtelo; bractéolas triangular peltadas e franjadas na margem. Quatro estames. Frutos tipo drupas oblongas ou lateralmente comprimidas, papiloso-puberulentas no ápice, com três estigmas persistentes sésseis (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004).



Figura 1: (A) Plantas de *Piper hispidum* em ocorrência natural, (B) ramo, (C) exsicata da espécie para identificação botânica. Local: Embrapa Amazônia Ocidental, 18/02/2013.

A espécie ocorre naturalmente nas florestas tropicais da América do Sul, América Central e Antilhas. No Brasil, distribui-se nos estados do Amazonas, Pará, Ceará, Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso, sendo comum em áreas antropizadas (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004; WADT et al., 2004; MICHEL et al., 2010).

Popularmente a espécie é conhecida como matico, aperta João e matico-falso. As folhas, as raízes e os frutos são diuréticos e estimulantes, empregados como desobstruentes do fígado (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004). Na Guatemala as folhas de *P. hispidum* são usadas para preparar chá para o tratamento de distúrbios reprodutivos do sexo feminino, incluindo amenorréia, dismenorréia, menopausa e dor (MICHEL et al., 2007; MICHEL et al., 2010). Na Jamaica a infusão das folhas é utilizada para dores estomacais (FACUNDO et al., 2008).

A fitoquímica da espécie apresenta compostos como amidas, propenilfenol, flavononas, flavonas, chaconas e dihidrochalconas (PARMAR et al., 1997). Na análise do óleo essencial, Facundo et al. (2008), identificaram como constituintes majoritários o dilapiol, com 57,5%, a elemicina com 24,5% e o apiol 10,2%.

Navickiene et al. (2000) identificaram amidas com atividade antifúngica. Santos et al. (2010) encontraram possível ação inseticida contra a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). Porém, estudos sobre a fitoquímica na ação antifúngica, antimicrobiana e inseticida ainda devem ser mais detalhados para se evidenciar a verdadeira importância da espécie.

4.4. *Piper tuberculatum* Jacq.

Piper tuberculatum (Figura 2) é caracterizada por:

ter hábito arbustivo com 2-2,5 m de altura; ramos pubérulos. Folhas com bainha alada; pecíolo 0,5-1 cm comprimento, pubérulo; lâmina oblongo-elíptica ou ovado-elíptica, 8-12,5 x 4-6 cm, base assimétrica, ápice agudo, brilhante, glabra na face adaxial, pubérula nas nervuras na face abaxial; nervuras ascendentes em número de 8-10 pares, peninérveas, dispostas até o ápice da lâmina. Espigas eretas, com 4-7 cm comprimento; pedúnculo 1-1,5 cm comprimento; bractéolas triangular-subpeltadas, marginalmente franjadas. Estames quatro. Fruto tipo drupa

tetragonal, ovada, lateralmente comprimida, glabra, três estigmas sésseis (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004).

Esta espécie é conhecida popularmente como “pimenta darta” ou “pimenta longa”, principalmente no nordeste brasileiro, e seu uso medicinal se dá na forma de infusão das espigas, sendo estimulante e carminativo (BRAGA, 1953). Atribui-se à espécie uso como sedativo, analgésico para dores de dente (frutos) e até como antídoto para picada de cobra (FELIPE, 2009).

Sua distribuição geográfica é em todo o continente Americano e Antilhas. No Brasil, ocorre nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro e Mato Grosso. Cresce em altitudes até 550 m, em encosta úmida, em capoeira e em locais brejosos (GUIMARÃES e GIORDANO, 2004).



Figura 2: (A) Plantio de *Piper tuberculatum*, (B) ramo, (C) exsicata da espécie para identificação botânica. Local: Embrapa Amazônia Ocidental, 18/02/2013.

Além de toda a importância na medicina popular já relatada, diversos estudos da análise fitoquímica de *Piper tuberculatum* apontam a presença de vários metabolitos secundários que possuem atividade biológica.

Compostos químicos isolados desta espécie são: 4,5 Dihydropiperlongumina, piplartina, cefaronona B, piperdardina, piperina, pellitorina, N-isobutil-2 E,4E-

decadienamida, piperidida-2E,4E-decadienamida, piperina S, N-(12,13,14- trimetil di hidrocinafólo)-D3-piperidina-2-um (ARAÚJO-JUNIOR et al., 1997; PARMAR et al., 1997; ARAÚJO-JUNIOR et al., 1999; DA-CUNHA e CHAVES, 2001; CHAVES et al., 2003).

Navickiene et al. (2000) e Silva et al. (2002) estudando o potencial da piplartina, encontraram atividade antifúngica contra *Cladosporium sphaerospermum* e *C. cladosporioides*.

De acordo com Felipe (2009), quando trabalhou com piplartina isolada de *Piper tuberculatum* em camundongos, este composto apresentou efeitos comportamentais nestes animais, além da ação como droga ansiolítica e antidrepressiva, sendo dotada também de efeito anti-oxidante e neuroprotetor.

Atividade antileishmania foi encontrada no ácido 3,4,5-trimetoxi-dihidrocinafóico (TMPP) isolado do extrato hidroalcoólico de frutos de *Piper tuberculatum* (FERREIRA et al., 2010a). O extrato produzido com o pó vegetal fresco de *P. tuberculatum* afeta a viabilidade das lagartas de *Spodoptera frugiperda*, impedindo que estas atinjam a fase de pupas (CASTRO, 2007).

4.5. Importância da propagação

O Brasil detém entre 15 a 20% da biodiversidade mundial (BARREIRO e BOLZANI, 2009). Espécies de plantas, anfíbios, peixes, insetos e microrganismos são alguns componentes dessa imensa riqueza que o Brasil possui.

Diversas substâncias, metabólitos e outros compostos são oriundos desses componentes anteriormente citados, muitos estão catalogados com importância

comprovada, outros a serem descobertos e certamente alguns, nunca serão revelados.

Deste modo, espécies como *Piper tuberculatum* e *Piper hispidum*, que ainda não foram domesticadas, mas já possuem certa quantidade de estudos que comprovam a sua importância medicinal ou biotecnológica, não podem ficar a mercê de pressões ambientais em seus habitats naturais.

Uma das melhores formas de se preservar a biodiversidade é através de métodos de conservação de germoplasma. Neste caso, o método de conservação *ex situ*, onde a conservação de espécies vegetais fora do seu ambiente natural, através de coleções de plantas no campo, bancos de sementes, ou até de coleções de plântulas em bancos *in vitro* é bastante usada (SANTOS, 2000).

Porém, para que haja um sucesso deste tipo de conservação é necessário estudos sobre as formas de propagação, para que a espécie em questão possa atravessar o caminho entre o seu *habitat* natural e o estabelecimento de plantios em escala comercial ou em coleções para pesquisa e ensino, garantindo a manutenção das populações naturais e de técnicas de cultivo para a formação de plantios uniformes que possam ser explorados pela indústria e comunidade científica.

Logo, uma das formas viáveis de se atuar na biologia reprodutiva das espécies, seria estudar a reprodução sexuada e assexuada. Segundo Barroso (2006), experimentar as formas de propagação das espécies vegetais nativas é de suma importância para a manutenção de programas de conservação de espécies ameaçadas e conservação do patrimônio natural brasileiro.

De acordo com Bucher (2002), a demanda por espécies sem reposição, tem diminuído as populações naturais e, por falta de investimentos em técnicas de

propagação ou pesquisas sobre reprodução, muitas espécies têm sido dizimadas pelo extrativismo predatório.

Costa et al. (2007a) relatam que a propagação assexuada ou vegetativa pode facilitar a manutenção das populações naturais, destacando-se a estaquia pela simplicidade, eficiência e larga aplicação na horticultura.

4.6. Propagação assexuada

A propagação assexuada ou vegetativa tem como objetivo reproduzir plantas descendentes do genótipo de uma única planta fonte que possua características desejáveis. O processo biológico é conhecido como clonagem e o indivíduo resultante desta planta é chamado de clone (HARTMANN et al., 2002).

De acordo com Toogood (1999) este tipo de propagação já era conhecido pela humanidade há mais de 2000 a.C., sendo que a enxertia já era utilizada na Grécia, Egito e China. Romanos fixavam estacas em esterco bovino para melhorar o enraizamento. A descoberta dessa forma de propagação deu-se apenas pelo fato do homem observar e tentar imitar a própria natureza.

A tática da natureza era simples, plantas que não possuíam a capacidade de se reproduzir via seminífera, tinham que encontrar alternativas para sua propagação, como por exemplo a propagação assexuada.

Segundo Hartmann et al. (2002), a propagação assexuada é evitada pela natureza pois a mesma não proporciona oportunidade para a variação e avanço evolucionário que resultam da reprodução sexuada, porém a propagação vegetativa proporciona uma poderosa ferramenta de seleção, de genótipos desejáveis de um indivíduo superior.

O processo básico que caracteriza a propagação assexuada é a intervenção do mecanismo da mitose, possuindo as células resultantes deste processo de divisão a mesma constituição genética da célula original (CANHOTO, 2010).

Todavia, existem fatores que interferem na propagação vegetativa de plantas, dentre os quais: maturação/juvenilidade dos propágulos, nutrição mineral da planta matriz, reguladores de crescimento, luminosidade, temperatura, umidade, entre outros.

Contudo, neste trabalho será dada maior ênfase aos fatores da técnica de propagação (estaquia), tipo de ramo da planta matriz e substrato de enraizamento.

4.6.1. Estaquia

A estaquia é um método de propagação que consiste na retirada de segmentos da planta-mãe que, sob condições adequadas, emitem raízes, formando nova planta idêntica àquela que lhe deu origem (HARTMANN et al., 2002).

Os segmentos a serem utilizados na forma de propagação por estaquia podem ser de raiz, caule, folha, brotos, gemas, pedaços de meristemas e até pecíolos (GARNER e CHAUDHRI, 1976; LU et al., 2012).

A técnica de estaquia é muito vantajosa, pois permite em um curto espaço de tempo maximizar a produção de mudas, possibilitando também que apenas uma única planta-matriz possa gerar vários indivíduos idênticos (clones), possuindo baixo custo e fácil execução, além de produzir uniformidade nos plantios e viabilizar uma seleção mais eficiente em relação à reprodução sexuada (FERRARI et al., 2004; FACHINELLO et al., 2005; NEVES et al., 2006).

De acordo com Hartmann et al. (2002), a formação de raízes adventícias em uma estaca, inicia-se após o corte na base da estaca com uma reação histológica de cicatrização das células exteriores, formando uma placa necrosada, sendo selada com um material de cortiça (suberina). Esta placa evita a dessecação e a entrada de patógenos na estaca.

As células vivas que estão por detrás desta placa começam a se dividir, e uma camada de células do parênquima forma uma massa irregular chamada de “calo” (HARTMANN et al., 2002). Este tecido é pouco diferenciado, sendo originado do câmbio vascular, do córtex ou da medula, cuja formação representa o início do processo de regeneração (FACHINELLO et al., 2005).

A partir deste ponto células que se tornaram meristemáticas começam a se dividir por mitose, estando presentes na vizinhança do câmbio vascular e floema, e dando início à formação das raízes adventícias.

De acordo com Fachinello et al. (2005), basicamente a formação de raízes adventícias dá-se em duas fases, sendo a primeira de iniciação, caracterizada pela divisão celular e, em seguida, vem a fase de diferenciação das células num primórdio radicular, que resulta no crescimento da raiz adventícia. O local de emissão dos primórdios radiculares é bastante variável, conforme a espécie e o tipo de estaca.

Porém a capacidade da estaca de emitir raízes depende de fatores endógenos, como balanço hormonal, reserva nutricional da planta, idade da planta mãe, presença de folhas, tipo de estaca, época do ano, dentre outros (SILVA et al., 2011) e fatores exógenos como temperatura, substrato, luz, umidade e condição do ramo antes da estaquia (FACHINELLO et al., 2005).

No enraizamento de estacas de Eugenia (*Syzygium paniculatum*) a qualidade do substrato, idade da planta matriz e o balanço hormonal mostraram-se fatores determinantes no processo de estaquia (LEBRUN et al., 1998).

Na cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), no estudo da propagação vegetativa desenvolvido por Severino et al. (2011), o tipo de estaca influenciou diretamente no desenvolvimento, pois plantas originadas de estacas a partir da base do ramo cresceram mais e produziram mais estruturas caulinares, como brotos e folhas, quando comparadas com estacas medianas e apicais.

Para *Ipomoea cairica* (L.) Sweet., planta com uso medicinal no Brasil, o substrato foi fator determinante no processo de produção de mudas por estaquia, pois apresentou resultados satisfatórios no enraizamento, fácil disponibilidade e baixo custo (TOGNON e PETRY, 2012).

Logo, a interação de diversos fatores no processo de estaquia possibilita a resposta diferenciada para cada espécie em relação ao seu enraizamento.

4.6.2. Tipos de estacas caulinares

A classificação de tipos de estacas ainda é muito diversa. Para as estacas caulinares utiliza-se principalmente a classificação pela idade fisiológica do segmento da planta. De acordo com Evans (1999), as estacas podem ser classificadas em:

Herbáceas: Estacas coletadas de segmentos que possuem tecido macio, suculento, com crescimento ativo, são dobráveis, sensíveis, porém geralmente possuem rápido enraizamento.

Semi-lenhosa: Estacas que ainda não completaram sua maturação fisiológica, geralmente fazendo parte do crescimento oriundo do mesmo ano, possuindo certo grau de lignificação e consistência razoavelmente firme.

Lenhosa: Possuem alto grau de lignificação, são dormentes e sem crescimento ativo, em geral com mais de um ano de idade, firmes e pouco dobráveis.

Os três tipos de estacas podem ainda ser classificados pela época do ano. Segundo Fachinello et al. (2005) as estacas herbáceas são obtidas no período de crescimento vegetativo (primavera/verão), enquanto as semilenhosas são obtidas no final do verão e início do outono e as estacas lenhosas são obtidas no período de dormência (inverno).

Apesar da classificação, o fator chave para escolha do tipo de estaca será a espécie, pois diferentes espécies terão comportamentos diferentes em relação ao segmento utilizado, influenciando assim no enraizamento e sobrevivência (OLIVEIRA et al., 2011).

Em outros casos, existe ainda a classificação ao nível da própria arquitetura da planta, podendo ser apical, mediana ou intermediária e basal. Este tipo de classificação geralmente é relacionado com a maturação fisiológica da espécie.

Em geral, estacas retiradas do ápice possuem elevados teores de auxina endógena, hormônio que estimula o enraizamento (OLIVEIRA et al., 2012). Este tipo de estaca que normalmente possui consistência herbácea detém uma intensa atividade meristemática, favorecendo um rápido crescimento (HARTMANN et al., 2002). No entanto, estacas apicais tendem a perder umidade mais facilmente do que a basal e mediana, ou seja, maiores cuidados serão necessários com os sistemas de irrigação e manutenção da umidade no ambiente (LIMA et al., 2006).

Para espécies do gênero *Piper* foram encontradas poucas informações em relação ao tipo de estaca para a propagação. No entanto para espécie pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.) (DOUSSEAU et al., 2009) e óleo elétrico (*Piper callosum* RUIZ & PAV.) estacas apicais apresentaram ser a melhor forma de propagação destas espécies.

O uso de estacas apicais na propagação vegetativa de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.) (OLIVEIRA et al., 2008) e amora-preta “Xavante” (*Rubus* sp.) (YAMAMOTO et al., 2013) promoveram melhores resultados de enraizamento em relação à estacas basais e medianas. Em contrapartida, nas espécies *Passiflora alata* Dryand. e *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg., estacas medianas e basais apresentaram melhores taxas de enraizamento quando comparadas às apicais (SALOMÃO et al., 2002).

No enraizamento de estacas basais de hortênsia [*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.], nas variáveis porcentagem de enraizamento, número de brotos e porcentagem de estacas com inflorescência, os resultados foram superiores aos segmentos apicais e medianos (LUZ et al., 2007).

Estacas basais em algumas espécies possuem um maior teor de lignificação sendo muitas vezes de consistência lenhosa possuindo geralmente maiores dimensões, e de acordo com Hartmann et al. (2002) estas características possibilitam uma maior quantidade de reservas, que são translocadas para a formação das raízes adventícias (Hartmann et al., 2002). Costa et al. (2007b) e Sousa et al. (2013) reiteram que estacas basais possuem maior disponibilidade de carboidratos e amido.

4.6.3. Substrato

Substrato para plantas corresponde à matéria-prima ou mistura de matérias-primas que substituem o solo no cultivo, servindo de suporte para as mudas e ancoragem para as raízes, possibilitando o fornecimento de quantidades equilibradas de ar, água e nutrientes (ZORZETO, 2011).

As características do substrato são importantes para o sucesso do enraizamento de estacas, influenciando não só na qualidade das raízes formadas, mas também no percentual de enraizamento das estacas (COUVILLON, 1988).

Segundo Hartmann et al. (2002), o substrato para enraizamento deve apresentar as funções de suportar as estacas, prover umidade e permitir a penetração do ar na base destas. Além disso, o substrato deve ter boa aderência à estaca, permitir sua remoção sem danos às raízes, ter baixo custo, ser de fácil obtenção e não possuir nem liberar substâncias tóxicas (VERDONCK et al., 1981; HARTMANN et al., 2002).

Logo, o substrato ideal deve possuir melhores condições físicas, químicas e biológicas ao desenvolvimento das plantas (BATAGLIA e ABREU, 2001; KÄMPF, 2001).

As características físicas são de grande importância na elaboração ou escolha de um substrato, pois as mesmas não podem ser alteradas durante o processo de cultivo (VERDONCK, 1981; GOMES e PAIVA, 2004), diferenciando-se das propriedades químicas, as quais podem ser alteradas com maior facilidade quando comparada com as características físicas.

Dentre as características físicas que são mais importantes na avaliação de um substrato para produção de estacas são: a densidade, porosidade total

(macroporosidade e microporosidade) e retenção de água. As propriedades químicas mais importantes são o pH, CTC, salinidade e teor de matéria orgânica (KÄMPF, 2001; SCHMITZ et al., 2002; SUGUINO et al., 2011; TRAZZI et al., 2012).

A densidade do substrato a ser usado em recipiente é a primeira propriedade física a ser considerada, pois quanto menor for recipiente, mais baixa deve ser a densidade do substrato (FERMINO, 2002).

Densidades muito baixas conferem pouco contato entre a raiz da planta e o meio, dificultando a fixação e desenvolvimento do sistema radicular. Por outro lado, densidades muito elevadas podem dificultar a penetração e desenvolvimento do sistema radicular das plantas, além de apresentar redução no espaço poroso total e no volume de poros ocupados pelo ar (GAULAND, 1997; KLEIN et al., 2000).

De acordo com Carrijo et al. (2002), um substrato ideal deve possuir, porosidade acima de 85%. A microporosidade é responsável pela retenção de água, enquanto que a macroporosidade, deixa a água gravitacional escorrer com certa rapidez, passando para os vazios a serem ocupados pelo ar (KIEHL, 1979).

A capacidade de um substrato de reter água é fundamental, pois substratos com pouca porosidade, principalmente a microporosidade, possuem baixa capacidade de armazenamento de água promovendo um elevado uso dos sistemas de irrigação (SCHMITZ et al., 2002).

De acordo com Pescador et al. (2007) na estaquia de Pariparoba (*Piper mikanianum*), estacas propagadas com doses de ácido indolbutírico (AIB) combinadas com substratos com melhor porosidade e retenção de água como no caso da vermiculita possibilitaram o melhor desenvolvimento das estacas.

Porém, esta água retida no substrato deverá possuir qualidade suficiente para garantir o bom desenvolvimento da estaca. Deve-se ter cuidado com os efeitos

da salinidade provocados pela irrigação, os quais ocorrem principalmente em locais de ambientes protegidos. Diversas plantas, e principalmente estacas, não são tolerantes aos efeitos da salinidade provocados pela água da irrigação (HARTMANN et al., 2002).

Em relação ao pH da solução do substrato, este é muito importante na nutrição das plantas, e quando desbalanceado, pode acarretar sérios problemas, pois este afeta a disponibilidade de nutrientes, principalmente a de micronutrientes, causando a falta ou a toxicidade (BAILEY et al., 2000).

A matéria orgânica é um componente fundamental dos substratos e tem por finalidade básica aumentar a capacidade de retenção de água e disponibilidade de nutrientes (CORDELL e FILER JR., 1984).

O uso de diversos componentes orgânicos influencia diretamente na melhoria das qualidades das propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológica dos substratos, contribuindo na diminuição da densidade aparente e real, aumento da porosidade, superfície específica e estrutura. As propriedades químicas e físico-químicas estão relacionadas ao favorecimento na disponibilidade de nutrientes como Ca, Mg, K, P e S, além dos micronutrientes (KIEHL, 1979).

Diversos elementos frequentemente são utilizados como substrato para promoção do enraizamento, dentre os quais: vermiculita, areia, casca de arroz carbonizada, carvão moído, turfa, serragem, terriço, fibra de coco, casca de *Pinus* sp. e diversas misturas desses constituintes (CALDEIRA et al., 2011).

No trabalho de Mattana et al. (2009) com a estaquia de e pariparoba [*Pothomorphe umbellata* (L.) Miq.] a combinação de solo, esterco bovino, substrato comercial e vermiculita foi a melhor forma de se propagar vegetativamente esta

espécie mostrando a importância da adição de matéria orgânica combinada com a melhoria das qualidades físicas e químicas promovidas pelos substratos.

Contudo, trabalhos há pouca quantidade de informações sobre a importância da utilização do substrato na estacquia para espécies medicinais, e são escassos quando se tratam de espécies da família Piperaceae e do gênero *Piper*.

Logo, diversos componentes também podem ser testados e utilizados para serem substratos ou compostos de mistura. A possibilidade de se encontrar um substrato ideal, ainda é pequena, pois este depende de diversos fatores, finalidade, custo e localidade.

Portanto, a escolha do substrato é feita levando-se em consideração a espécie, o tipo de estaca, as características do substrato, a facilidade de obtenção e o custo de aquisição. A determinação do substrato mais adequado para cada espécie deve ser feita por meio da pesquisa.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização do experimento

O experimento foi realizado no Setor de Plantas Medicinais e Hortaliças da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no km 30 da Rodovia AM 010, Manaus-AM, situada a 03° 06' 23,04"S e 60° 01' 35,14"W. A altitude média é de 50 metros e temperatura média anual de 25,6 °C, com precipitação média de 2.200 mm anual.

O clima é do tipo "Afi", segundo classificação de Köppen (RIBEIRO, 1976). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com telado "sombrite" com capacidade de interceptação da luz de 50%.

5.2. Coleta e identificação do material propagativo

As espécies foram coletadas em março e abril de 2013. *Piper tuberculatum* foi coletada em uma população cultivada, em local plano e a pleno sol, com quatro anos de idade, com coordenadas 02° 53' 24,6"S e 59° 57' 58,5"W.

Piper hispidum foi coletada em população natural, local parcialmente sombreado, de coordenadas 02° 53' 25,1"S e 59° 58' 00,5"W. Amostras botânicas foram depositadas em forma de exsiccatas no Herbário EAFM do Instituto Federal do Amazonas – Zona Leste, com numeração de acesso 6.797 (*P. tuberculatum*) e 6.796 (*P. hispidum*).

5.3. Delineamento experimental

Foram realizados dois experimentos, sendo um com *Piper tuberculatum* e outro com *Piper hispidum*.

Em cada experimento o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5, com três repetições de 12 estacas, sendo os fatores os três tipos de estacas de estacas (1 = apical, 2 = mediana e 3 = basal) e os cinco substratos: 1 = areia lavada - (AL); 2 = substrato comercial - (SC); 3 = Latossolo Amarelo + esterco de aves – 4:1 v/v - (LA + EA); 4 = Latossolo Amarelo + casca de guaraná – 1:2 v/v - (LA + CG) e 5 = fibra de coco - (FC).

5.4. Obtenção e preparo dos substratos

A areia foi obtida no comércio local, o Latossolo Amarelo foi obtido sob floresta (horizonte A, camada de 0-10 cm) e a casca de guaraná [*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke] foram oriundos de campos experimentais da Embrapa Amazônia Ocidental, o esterco de aves oriundo de produtores locais, a fibra de coco foi adquirida da marca Golden Mix® (Tipo 47). O substrato comercial foi adquirido da marca Holambra, formulado à base de casca de pinus compostada, turfa vegetal e vermiculita.

Os componentes Latossolo Amarelo, esterco de aves, casca de guaraná e fibra de coco foram previamente peneirados em peneira de 4 mm e secos em secador solar, somente para a fibra de coco ocorreu à necessidade de se umedecer

o material antes de serem introduzidos nas bandejas de poliestireno expandido para facilitar o acondicionamento nas células.

A areia foi previamente passada em peneira de 2 mm e posteriormente lavada em água corrente. Não houve a necessidade de algum preparo prévio para o substrato comercial utilizado.

Os substratos formados pela adição de mais de um componente receberam as proporções de 4:1 v/v para Latosso Amarelo + esterco de aves e 1:2 v/v para Latossolo Amarelo + casca de guaraná, e foram misturados manualmente até obterem aspecto homogêneo.

De cada substrato, foi retirada amostra de 500g dos substratos para determinação dos teores de macro e micronutrientes, pH e matéria orgânica (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de pH, matéria orgânica e macro e micronutrientes, dos substratos areia lavada (AL), substrato comercial (SC), Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA), Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) utilizados no experimento.

Substratos	pH	M.O.	Al	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
	H ₂ O	g Kg ⁻¹	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³
AL	6,3	1,3	0,10	2,6	3,0	0,0	0,1	32,0	0,2	0,1	0,0
SC	5,8	157,2	0,14	202,8	590,0	8,4	3,0	155,0	8,6	38,1	1,0
LA + EA	6,9	77,5	0,00	975,0	2340,0	6,5	4,4	5,0	32,9	40,8	4,3
LA + CG	5,2	74,3	0,06	91,1	960,0	2,6	1,7	99,0	21,8	23,6	0,5
FC	5,7	598,8	0,99	469,4	1650,0	4,3	3,2	30,0	17,7	14,2	2,9

5.5. Obtenção e preparo das estacas

4.5.1 *Piper tuberculatum* Jacq.

As estacas testadas obedeceram a seguinte classificação: 1 = basal (diâmetro médio de 13 mm), 2 = mediana (diâmetro médio de 7 mm) e 3 = apical (diâmetro

médio de 2 mm). Estacas denominadas mediana e basal foram oriundas de ramos ortotrópicos, e as apicais oriundas do terço final de ramos plagiotrópicos da região superior da copa.

Para estacas basais e medianas foram padronizadas com duas gemas. Na confecção das mesmas foi realizado um corte reto na parte superior da estaca próximo a primeira gema e um corte em diagonal na parte inferior da estaca distante um centímetro da gema inferior.

Estacas apicais pelo pequeno espaço entre as gemas receberam a padronização pelo tamanho de 10 a 12 cm, com a presença de duas folhas inteiras.

4.5.2. *Piper hispidum* Sw.

As estacas testadas obedeceram a seguinte classificação: 1 = basal (diâmetro médio de 9 mm), 2 = mediana (diâmetro médio de 6 mm) e 3 = apical (diâmetro médio de 2 mm). Sendo oriundas de ramos ortotrópicos.

Tais estacas foram padronizadas com duas gemas. Na confecção das mesmas foi realizado um corte reto na parte superior da estaca próximo a primeira gema e um corte em diagonal na parte inferior da estaca distante um centímetro da gema inferior. Somente estacas apicais possuíam duas folhas cortas em 1/3.

5.6. Plantio, Irrigação e tratos culturais

Ocorreu a desinfecção das estacas com solução de hipoclorito de sódio à concentração de 0,5% por 15 minutos e após este processo, foram lavadas com água corrente.

Logo após a secagem em jornal à sombra, para retirada do excesso de umidade, as estacas foram transferidas para bandejas de poliestireno expandido de 72 células.

A irrigação dos experimentos foi via nebulização. Durante a realização do experimento foi realizado apenas a limpeza e controle manual de plantas invasoras no substrato e não foi realizada fertilização.

5.7. Variáveis avaliadas

Após 70 dias (*Piper tuberculatum*) e 60 dias (*Piper hispidum*) foram avaliadas as seguintes características nas estacas: sobrevivência - considerou-se todas estacas que se mantiveram vivas com a emissão ou não de raízes (%); enraizamento – considerou-se estacas enraizadas apenas aquelas que emitirão ao menos uma raiz (%); número de brotações; comprimento da maior brotação (cm); número de folhas; comprimento da maior raiz (cm); massa seca da raiz (g) e massa seca das brotações (g).

As variáveis analisadas foram mensuradas com auxílio de uma balança de precisão Shimadzu® ($\pm 0,005$ g), régua milimetrada ($\pm 0,05$ mm) e paquímetro digital Digemess® ($\pm 0,005$ mm).

5.8. Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, para os substratos, tipos de estacas e para a interação entre

os fatores, e para variáveis significativas foi realizado o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Efetou-se a transformação de dados arco seno da raiz de $x/100$ para as variáveis oriundas de porcentagem e para as variáveis oriundas de contagem efetuou-se a transformação raiz de $x + 0,5$ (BANZATO e KRONKA, 2006).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. *Piper tuberculatum* Jacq.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados da análise de variância das variáveis obtidas no processo de estaquia de *P. tuberculatum* provenientes das combinações de diferentes estacas e substratos.

Tabela 2 - Análise de variância para sobrevivência (SOB), porcentagem de enraizamento (ENR), número de brotações (NB), número de folhas (NF), comprimento da maior brotação (CMB), comprimento da maior raiz (CMR) e massa seca das raízes (MSR) em relação aos cinco substratos combinados com três tipos de estaca de *Piper tuberculatum*.

Fonte de variação	G.L	Quadrados médios						
		SOB	ENR	NB	NF	CMB	CMR	MSR
Substratos (S)	4	468,80 ns	837,10 ns	0,63 **	55,24**	27,62**	21,34**	0,04**
Estacas (E)	2	1883,50**	2904,70**	4,35 **	22,73**	9,78**	1,54 ns	0,01**
Interação (S x E)	8	516,10 ns	457,40 ns	0,62 **	4,16**	4,11**	1,86 ns	0,01**
Tratamentos	14	697,88 ns	915,46 ns	1,15**	21,40**	11,64**	7,38**	0,01**
Resíduo	30	300,90	324,50	0,30	1,95	1,00	1,09	0,00
C.V. (%)		34,36	37,64	24,59	25,57	24,42	14,17	34,64

*significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo.

Ocorreu efeito significativo na interação entre os fatores pelo Teste F para as características número de brotações, número de folhas, comprimento da maior brotação e massa seca das raízes. Para as demais variáveis avaliadas não houve efeito de interação entre os fatores.

Para os resultados de porcentagem de sobrevivência e enraizamento somente foi possível observar efeito significativo pelo Teste F para tipo de estaca.

Enquanto para variável comprimento da maior raiz ocorreu efeito significativo apenas para substrato (Tabela 2).

6.1.1. Sobrevivência

A análise de variância mostrou que para a porcentagem de sobrevivência não houve diferença estatística para os diferentes substratos (Figura 3a), mesmo com o resultado de 58,33% para o substrato comercial, este valor é aproximadamente 20% maior, quando comparado com o substrato que obteve menor valor que foi a fibra de coco com 39,42%.

Porém, ao analisarmos tipo de estacas, diferenças estatísticas foram encontradas e a estaca apical apresentou o melhor desempenho na porcentagem de sobrevivência com 63,33% (Figura 3b).

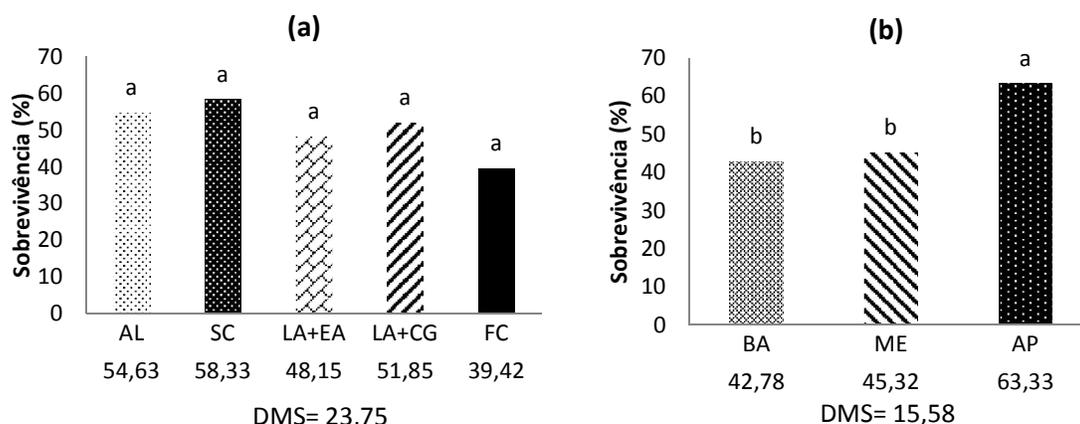


Figura 3: Valores médios de porcentagem de sobrevivência das estacas de *Piper tuberculatum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

É importante ressaltar, que a estaca apical foi coletada de ramos plagiotrópicos de características herbáceas e com diâmetro médio de 2 mm, logo este tipo de estaca possui alta atividade meristemática, porém com facilidade de perda de vigor, desidratação e baixa quantidade de reservas nutricionais.

Contudo, a presença de duas folhas inteiras foi contribuiu para a sobrevivência e desempenho superior às estacas basal e mediana. Além disso, a condição do tipo de irrigação por nebulização proporcionou alta umidade no ambiente, evitando assim a desidratação acentuada.

A presença de folhas que são as principais fontes sintetizadoras de carboidratos através da fotossíntese e fonte de auxinas, hormônio este que é translocado para a base das estacas para induzir a formação de raízes (HARTMANN et al., 2002; BORDIN et al., 2005), contribuiu para o aumento da percentagem de sobrevivência das estacas apicais.

Comportamento semelhante nos resultados de Ehlert et al. (2004) na propagação de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), testando a interação dos diferentes tipos de substratos e estacas, além dos resultados de Garbuio et al. (2007) na estaquia de patchouli (*Pogostemon cablin*) onde estacas apicais que possuíam folhas foram superiores na porcentagem de sobrevivência em relação às estacas basais e medianas.

6.1.2. Enraizamento

Os resultados de porcentagem de enraizamento acompanham os de sobrevivência, sendo possível afirmar que para esta espécie, estacas que sobreviveram também enraizaram (Figura 3 e 4).

Conforme a Figura 4a, observa-se que as estacas apresentaram comportamento semelhante em relação aos substratos, pois não houve significância pelo teste F, apesar da variação de 25% para o substrato comercial com 57,41% comparado com a fibra de coco (FC) com 31,89% substrato de menor média.

O baixo percentual de enraizamento e em conjunto com o de sobrevivência das estacas, pode ser explicado que, as fases de indução e formação das raízes adventícias são dependentes do fator estado nutricional da planta matriz.

O N, por exemplo, é essencial pela sua relação com o metabolismo de carboidratos, que é a fonte principal dos primórdios radiculares, na relação C/N (HARTAMANN et al., 2002). O elemento K é fundamental na fase de indução das raízes (CUNHA et al., 2009). O Ca é requerido na divisão celular, na formação da lamela média, no processo de alongamento das raízes e na parede celular (MARSCHNER, 1995).

A deficiência em Mg dificulta a iniciação dos primórdios radiculares já que estes são dependentes da respiração que gera energia, a qual o magnésio está relacionado (TAIZ e ZEIGER, 2008). Micronutrientes como B que participa da divisão celular e sua falta afeta a formação das raízes, a deficiência em Zn promove distúrbios foliares diminuindo a produção de AIA e a deficiência em Fe está relacionada com a inibição da elongação, sugerindo a importância deste nutriente na fase de formação das raízes (CUNHA et al., 2009).

Com relação ao tipo de estaca (Figura 4b), percebe-se que estacas apicais promoveram maior porcentagem de enraizamento com 63,33%, sendo mais indicadas para a propagação, pois além de obterem melhores resultados quanto a sobrevivência, é garantia que as mesmas emitirão raízes pelo fato dos resultados serem iguais aos de porcentagem de sobrevivência.

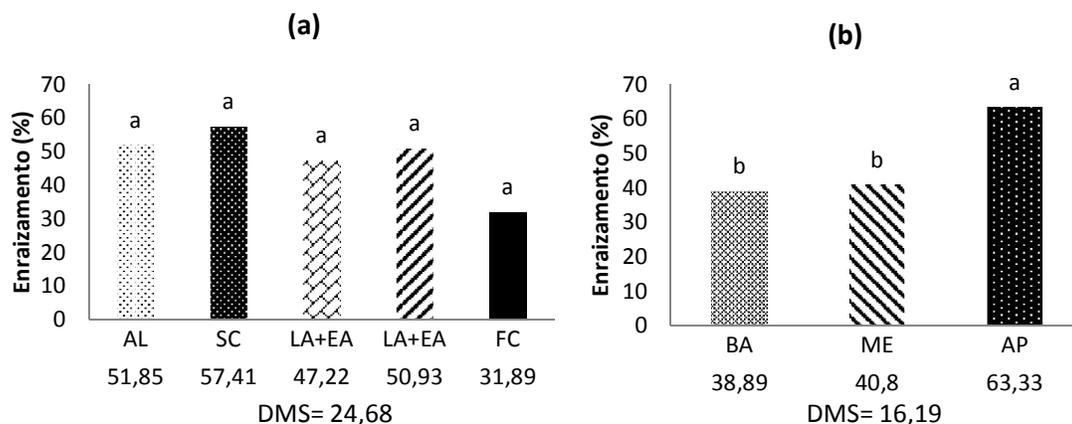


Figura 4: Valores médios de porcentagem de enraizamento das estacas de *Piper tuberculatum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Além da presença de folha, principal fonte de auxina endógena, há a possibilidade de estacas apicais possuírem os chamados cofatores do enraizamento, que são substâncias endógenas como carboidratos, compostos nitrogenados e vitaminas que são capazes de atuar sinergicamente com as auxinas, como promotores ou processo rizogênico (HARTMANN et al., 2002), sendo apenas confirmado com maiores investigações.

Outro fator importante é a presença de grande atividade meristemática em ramos apicais, pois são formados por tecidos novos (herbáceos), diferentemente das estacas basais de condição lenhosa, e estacas medianas de condição semilenhosa nas determinadas condições de plantio em que se encontrava a espécie.

Segundo Hartmman et al. (2002) a emissão de raízes em estacas lignificadas como nos casos da estacas basais e medianas é prejudicada, por certo grau de lignificação podendo funcionar como uma barreira física, além de estar relacionado

negativamente, com o nível de auxina, pois a peroxidase, enzima responsável pela síntese de lignina degrada a auxina.

Estes resultados são semelhantes aos de Garbuio et al., (2007) trabalhando com estacas de patchouli (*Pogostemon cablin*) a ordem de enraizamento ficou de apical > mediana > basal, onde estacas basais de consistência lenhosa obtiveram 60% de enraizamento, resultado inferior às estacas apicais (herbácea) e medianas (semilenhosa) que apresentaram 93% e 83%, respectivamente.

Estacas basais apresentaram aproximadamente apenas 5% de enraizamento, enquanto estacas apicais obtiveram resultados de 35% no enraizamento de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) (BASTOS et al., 2004).

6.1.3. Número de folhas

As estacas propagadas nas combinações de substratos Latossolo Amarelo + esterco de aves combinada com estaca apical, Latossolo Amarelo + casca de guaraná combinada com estaca basal e Latossolo Amarelo + esterco de aves combinada com estaca mediana apresentaram as maiores médias no experimento, com 9,17, 8,99 e 8,86, folha por estaca, respectivamente (Figura 5).

Observa-se que os substratos que foram compostos de Latossolo Amarelo + esterco de aves e Latossolo Amarelo + casca de guaraná forneceram adequada nutrição às estacas pelo fato das maiores emissões de folhas, logo é indicado a utilização destes na propagação vegetativa em relação a esta variável.

Os menores valores no experimento foram nas combinações de estaca apical com os substratos areia lavada, substrato comercial e fibra de coco, com 2,11, 1,88 e 2,17, respectivamente.

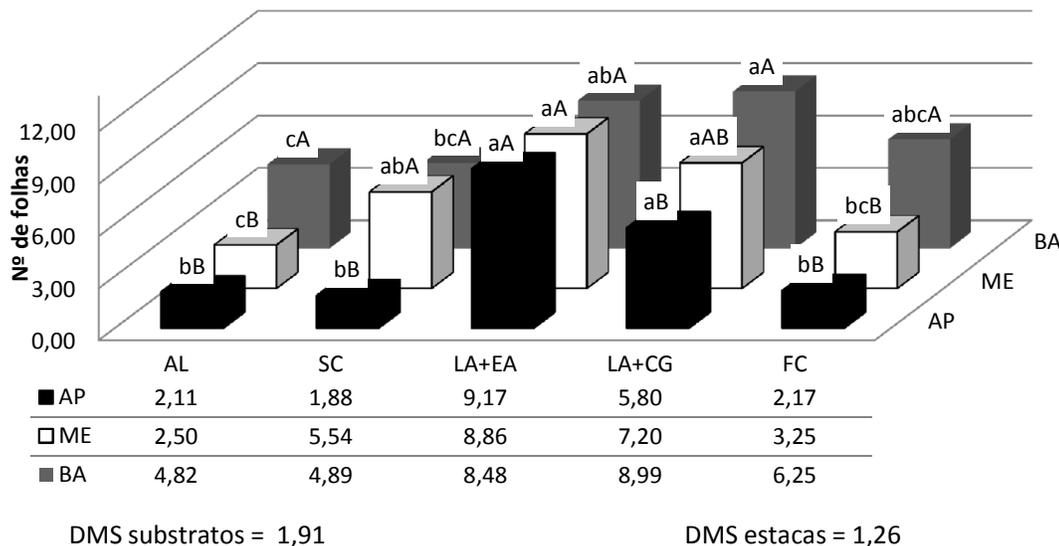


Figura 5: Número de folhas de três tipos de estacas de *Piper tuberculatum*: (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, propagadas em casa de vegetação, em função de diferentes substratos: areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) em Manaus, AM, 2013. Médias seguidas de mesma letra na coluna (maiúsculas) comparam entre si os tipos de estacas enquanto as letras na linha (minúsculas) comparam entre si os substratos, não diferindo entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

O maior número de folhas foi observado na combinação de Latossolo Amarelo + esterco de aves com a estaca apical, este resultado foi influenciado pelo fato do número de brotações no Latossolo Amarelo + esterco de aves também ter sido superior aos substratos areia lavada, substrato comercial e fibra de coco, com mais brotações e um substrato com nutrição mais adequado o desenvolvimento das folhas também foi superior.

6.1.4. Número de brotações

O número de brotações apresentou diferenças significativas apenas ao tipo de estaca, enquanto para os diferentes substratos os tratamentos foram estatisticamente iguais (Figura 6).

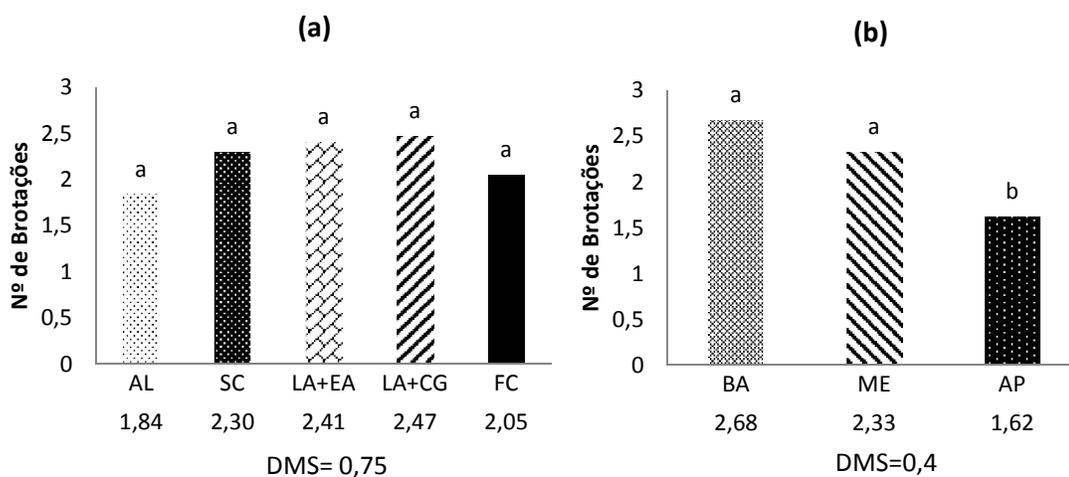


Figura 6: Valores médios do número de brotações das estacas de *Piper tuberculatum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Na Figura 6a, observa-se que o número de brotações foi superior no Latossolo Amarelo + casca de guaraná com 2,47, porém apesar deste resultado não foi diferente estatisticamente dos demais.

Logo, o comportamento da adição de matéria orgânica, como forma de enriquecimento da disponibilidade de nutrientes, não alterou a capacidade de lançamento de brotações para tais substratos.

As estacas cultivadas no substrato de areia lavada foram as que obtiveram o menor número de brotações. Provavelmente, pela menor adequação nutricional (Tabela 1).

Apesar da questão nutricional do substrato ser fator chave durante todo o experimento, o lançamento de brotações no início do processo de condução é orientado pela reserva nutricional contidas nas estacas.

Na Figura 6b, estacas basais apresentaram melhor desempenho, com um número médio de 2,68 brotações. Estas, possuíam um maior diâmetro (13 mm), ou

seja, apresentavam melhores condições de reserva nutricional em relação às estacas apicais com diâmetro de 2 mm que obtiveram valores de 1,62 para brotações.

Porém, estacas apicais sofrem ainda, com a dominância apical presente na gema terminal, sendo que as demais são reprimidas, pela presença de auxina na gema dominante, que inibe o desenvolvimento das demais (PIO et al., 2005).

6.1.5. Comprimento da maior brotação

O comprimento da maior brotação foi outra variável que obteve interação significativa entre os fatores (Tabela 2), onde o substrato Latossolo Amarelo + esterco de aves apresentou as maiores médias em relação às estacas utilizadas, obtendo valores de 8,41cm quando combinado com a estaca apical a 5,92 cm quando combinado com a estaca basal. Logo em seguida, encontra-se o substrato (LA+CG) com valores variando de 5,69 a 4,32 cm (Figura 7).

Quando analisamos ao nível de estaca, nota-se que apesar da combinação com o substrato Latossolo Amarelo + esterco de aves, ser mais favorável a estaca apical obteve valores bem inferiores nos substratos areia lavada, substrato comercial e fibra de coco. Observa-se também que estacas do tipo basal promoveram valores superiores em quase todos os substratos, ficando inferior apenas no substrato Latossolo Amarelo + esterco de aves.

A influência nutricional do substrato foi importante nesta variável, pois as estacas apicais nos substratos areia lavada, fibra de coco e substrato comercial apresentaram-se inferiores ao desenvolvimento, principalmente no final do

esta resposta conferiu um maior comprimento das brotações em estacas apicais em (LA+EA).



Figura 8: Estacas apicais de *Piper tuberculatum* aos 70 dias de propagação, ilustrando o desenvolvimento radicular e parte aérea, na combinação Latossolo Amarelo + esterco de aves.

6.1.6. Comprimento da maior raiz

Os resultados de comprimento da maior raiz somente foram significativos ao nível de 5% apenas para os tipos de substratos. Deste modo, no substrato comercial, Latossolo Amarelo + esterco de aves e Latossolo Amarelo + casca de guaraná, a maior raiz apresentou os seguintes resultados de 7,91, 8,28 e 9,06 cm, respectivamente (Figura 9a). Os substratos areia lavada e fibra de coco não diferiram entre si para essa variável (Figura 9a).

Embora não tenha havido diferença estatística para o tipo de estaca, a apical apresentou o maior valor para esta variável, com 7,72 cm de comprimento da maior raiz (Figura 9b).

Costa et al. (2007a) trabalhando com a espécie medicinal atoveran (*Ocimum selloi*) e Tofanelli et al. (2003) com pessegueiro cv. Okinawa, não encontraram

diferenças significativas quando utilizaram diferentes substratos orgânicos e inorgânicos para o comprimento de raízes.

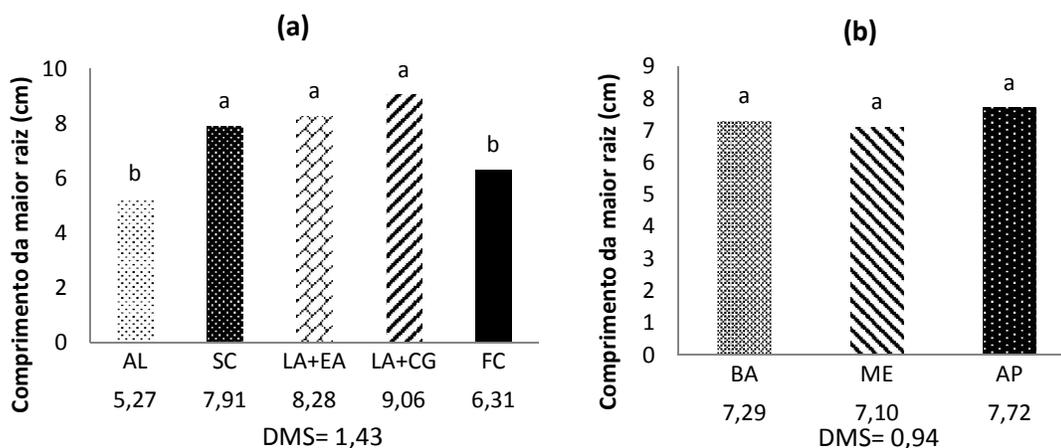


Figura 9: Valores médios do comprimento da maior raiz das estacas de *Piper tuberculatum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Porém, de acordo com Stumpf et al. (1999), a propagação de *Chamaecyparis lawsoniana* Parl. em cinco substratos compostos de areia, vermiculita e casca de arroz carbonizada, foram encontradas diferenças estatísticas favoráveis à vermiculita para a variável comprimento das raízes. Neste mesmo trabalho, houve tendência de aumento no comprimento das raízes quando há elevação do percentual de porosidade total, espaço de aeração e água disponível.

Portanto, a adição de esterco de aves ou casca de guaraná no Latossolo Amarelo provavelmente melhorou as características físicas deste tipo de solo, o substrato comercial deve possuir tais características, no entanto, a areia lavada possui baixa capacidade de retenção de água e a fibra de coco apresentou durante o experimento má drenagem.

Dentro das estacas medianas a melhor combinação foi com Latossolo Amarelo + esterco de aves com 0,20 g, e em estacas basais foi constatado que não houve diferenças significativas em relação ao tipo de substrato utilizado, com uma variação da média em 0,05 (areia lavada) a 0,13 (Latossolo Amarelo + esterco de aves).

Os resultados das estacas apicais quando combinados com Latossolo Amarelo + esterco de aves são explicados pela melhor nutrição disponível no substrato.

De acordo com Fachinello et al. (2005), características físicas também influenciam em uma maior porcentagem de enraizamento. Uma delas é a porosidade, que irá promover maior densidade e umidade volumétrica, propiciando melhor equilíbrio aeração/teor de umidade no substrato (ARRUDA et al., 2007), portanto, o esterco de aves e também a casca de guaraná quando adicionadas ao solo, favoreceram positivamente a relação espaço de ar e umidade do substrato.

Resultados estes corroboram com os de Mattana et al. (2009) trabalhando com pariparoba (*Pothomorphe umbellata*), onde mostraram que a adição ao solo de materiais orgânicos promoveu uma maior massa seca de raízes, quando comparado com os substratos areia e Latossolo Vermelho Distrófico, sem adição de composto orgânico.

De fato, a estaca apical obteve os melhores resultados em todos os substratos, portanto, é possível afirmar que os maiores diâmetros das estacas, relacionados com as quantidades de reservas nutricionais não interferiram nos resultados de massa seca das raízes, pois estacas apicais possuíam o menor diâmetro.

6.2. *Piper hispidum* Sw.

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados da análise de variância das variáveis obtidas no processo de estaquia de *P. hispidum* provenientes das combinações de diferentes estacas e substratos.

Tabela 3 - Análise de variância para sobrevivência (SOB), porcentagem de enraizamento (ENR), número de brotações (NB), número de folhas (NF), comprimento da maior brotação (CMB), comprimento da maior raiz (CMR), massa seca das brotações (MSB) e massa seca das raízes (MSR) em relação aos cinco substratos combinados com três tipos de estaca de *Piper hispidum*.

Fonte de variação	G.L	Quadrados médios							
		SOB	ENR	NB	NF	CMB	CMR	MSB	MSR
Substratos (S)	4	943,00*	1002,00*	1,32**	32,31**	59,21**	11,62 ns	0,39**	0,02**
Estacas (E)	2	3868,00**	3903**	0,50*	28,09**	57,16**	40,41**	0,34**	0,00*
Interação (S x E)	8	71,00 ns	138,00 ns	0,77**	1,96 ns	2,48 ns	5,21 ns	0,02 ns	0,00 ns
Tratamentos	14	862,39**	922,62**	0,88**	14,36**	26,50**	12,06*	0,17 ns	0,01**
Resíduo	30	292,00	299,00	0,25	2,09	1,62	6,96	0,02	0,00
C.V. (%)		23,65	24,23	33,00	24,49	18,29	23,51	35,69	21,48

*significativo a 5%; ** significativo a 1%; ns não significativo.

Os resultados obtidos mostram que apenas a variável número de brotações obteve interação significativa no Teste F, indicando que há uma interdependência entre os fatores tipo de estaca e diferentes substratos.

Tanto o fator estaca quanto o fator substrato foram significativos pelo Teste F para as variáveis sobrevivência, porcentagem de enraizamento, número de folhas, comprimento da maior brotação, massa seca das brotações e massa seca das raízes.

Para o comprimento da maior raiz (CMR) somente houve efeito significativo para tipos de estaca.

6.2.1. Sobrevivência

Destaca-se para variável sobrevivência os substratos areia lavada e substrato comercial proporcionaram, respectivamente, 81,56 e 81,33% (Figura 11a).

De fato, o substrato composto por areia lavada (AL) leva vantagem no quesito aquisição, com ótimo custo benefício, porém a questão nutricional é uma desvantagem em relação aos demais substratos. No caso do substrato comercial, a questão nutricional já não é desvantagem e sim, o preço de aquisição.

Apesar de obter a maior média de 81,53%, estacas propagadas na areia lavada apresentavam-se ao final de 60 dias com desenvolvimento inferior as demais, conforme Figura 12. Portanto, a manutenção do maior índice de sobrevivência não refletiu na qualidade das estacas, principalmente pelo fato de AL ser pobre em nutrientes.

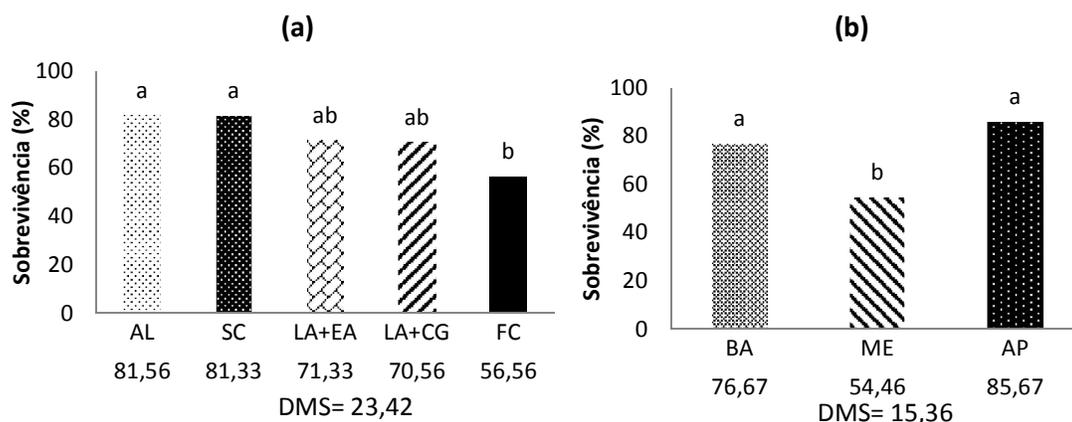


Figura 11: Valores médios de porcentagem de sobrevivência das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

É importante ressaltar para os substratos Latossolo Amarelo + esterco de aves ou Latossolo Amarelo + casca de guaraná, estes apresentaram valores em torno de 70% de sobrevivência, isso pode representar um custo benefício melhor em localidades em que o esterco de aves ou casca de guaraná possuam disponibilidade.

Por sua vez, o substrato composto apenas por fibra de coco contribuiu para os valores de 56,56% de sobrevivência, apesar de ter um sistema de irrigação adequado, a fibra de coco, dentre os substratos testados, promoveu uma péssima drenagem, promovendo a mortalidade das estacas pelo excesso de umidade.

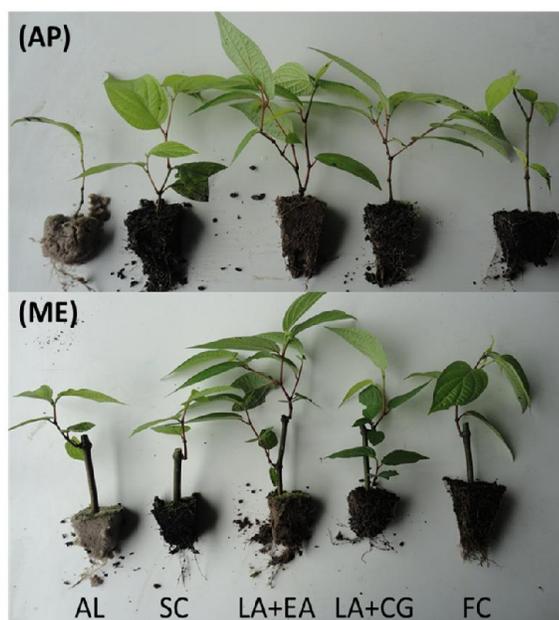


Figura 12: Estacas apicais (AP) e mediana (ME) de *Piper hispidum* aos 60 dias de condução nos cinco substratos: areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) em Manaus, AM. 2013.

As estacas basais e apicais (Figura 11b), tiveram comportamento semelhantes, com um resultado superior para estacas apicais que apresentaram 85,67% de sobrevivência.

Estacas medianas apresentaram resultados de 53,87%, valores estes que possibilitam afirmar que este tipo de estaca não é indicado para a propagação da espécie *P. hispidum* pelo elevado índice de mortalidade de quase 50%.

6.2.2. Enraizamento

O substrato areia lavada com 81,56% e substrato comercial com 81,33% promoveram as maiores porcentagens de enraizamento, porém foram estatisticamente iguais ao Latossolo Amarelo + esterco de aves e Latossolo Amarelo + casca de guaraná com 66,67 e 70,56 %, respectivamente (Figura 13a).

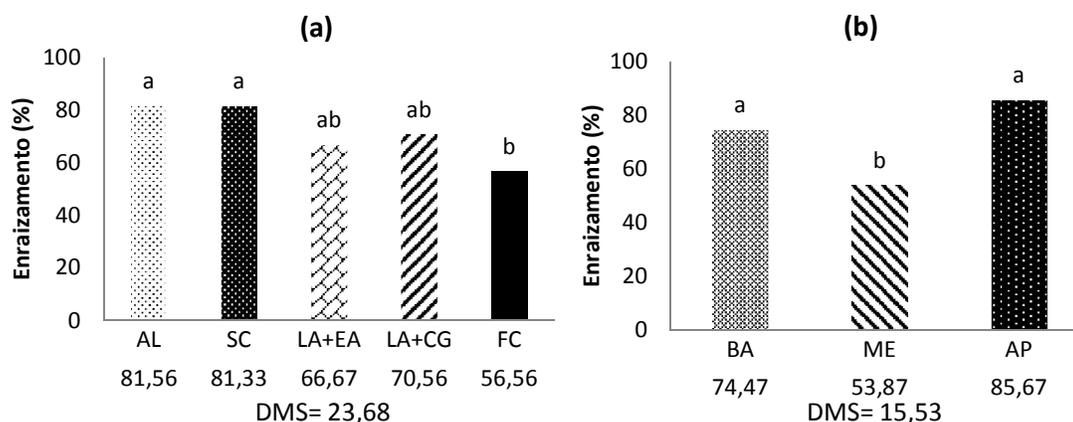


Figura 13: Valores médios de porcentagem de enraizamento das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Todas as estacas conduzidas na areia lavada e no substrato comercial que sobreviveram emitiram raízes. Assim como sobrevivência, a fibra de coco mostrou novamente o menor desempenho, com 56,56% (Figura 13a). Tais resultados de porcentagem de sobrevivência e enraizamento foram muito semelhantes, logo assim podemos afirmar que tais variáveis estão associadas.

O enraizamento superior nos substratos areia lavada e substrato comercial, apesar de não serem os principais substratos em disponibilidade de nutrientes, mostraram que a reserva nutricional da estaca foi fator para o aumento do enraizamento das estacas nestes substratos.

De acordo com Nicoloso et al. (1999), a formação de raízes adventícias decorre da interação de diversos fatores, sendo que, dentre esses, a composição mineral de uma planta matriz é de fundamental importância devido no seu comportamento morfofisiológico.

Em relação às estacas (Figura 13b), as apicais apresentaram 85,67%, ou seja, todas as estacas que sobreviveram emitiram raízes, pois os resultados de sobrevivência também foram de 85,67% (Figura 11b). Para a estaca basal o enraizamento foi de 74,47%, embora a sobrevivência fosse de 76,67% (Figura 11b), como pode ser verificado, uma pequena porcentagem não enraizou.

No experimento estacas apicais possuíam aspecto herbáceo, enquanto estacas medianas e basais apresentavam comportamento semelhoso. Os resultados mostraram pequena superioridade das estacas apicais, mas sendo estatisticamente igual às estacas basais, tal resultado pode ser explicado pelo maior teor de lignificação que pode ter impedido a emissão de raízes.

De acordo com Tofanelli et al. (2001), tecidos lignificados apresentam casca e anel de esclerênquima entre o floema e o córtex, que podem constituir uma barreira à emissão de raízes. Além disto, estes tecidos possuem pequena sensibilidade à ação de reguladores de crescimento.

Nota-se, porém que tal explicação é aceita para a diferença entre estacas apicais e estacas basais e/ou medianas, mas quando comparamos os resultados de estacas basais e medianas, tal fato não é explicado, pois baseado nisto estacas

medianas por serem semilenhosas, mas provavelmente são tecidos menos lignificados que as basais e deveriam obter resultados superiores ou próximos a este tipo de estaca.

Porém, estacas de constituição semilenhosa por sua maior maturidade dos tecidos, possuem maior capacidade de disponibilizar os carboidratos necessários ao crescimento das raízes e de brotações (BRAZÃO, 2009).

Logo neste trabalho, estacas basais possuíam maior diâmetro de 9 mm, enquanto as medianas um diâmetro médio de 6 mm, diferença que pode ter possibilitado um maior acúmulo de reservas nutricionais, o qual podem ser direcionados como fonte de energia para atividade metabólica do enraizamento.

6.2.3. Número de brotações

Para o número de brotações as estacas basal e mediana não apresentaram diferenças significativas entre os substratos (Figura 14).

Na estaca apical, os substratos Latossolo Amarelo + esterco de aves e Latossolo Amarelo + casca de guaraná, são estatisticamente iguais entre si e diferentes dos demais, apresentando médias de 2,29 e 2,19, respectivamente, onde foram as maiores médias encontradas no experimento. Dá-se ênfase também à combinação Latossolo Amarelo + casca de guaraná com estaca mediana ou apical que obtiveram 2,19 brotos por estaca.

Para o substrato, não ocorreu diferenças significativas para estacas no substrato comercial, Latossolo Amarelo + esterco de aves e Latossolo Amarelo + casca de guaraná. Porém, caso haja necessidade de utilização de substrato de areia

Segundo Taiz e Zeiger (2008), diversos hormônios podem estar envolvidos no fenômeno de dominância apical, porém a auxina faz do ápice um dreno, como por exemplo, para as citocininas produzidas nas raízes, substâncias que são responsáveis pela diferenciação celular e, quando presentes em gemas axilares promovem o crescimento, portanto se estão sendo drenadas para o ápice, irá ocorrer a dominância do mesmo.

6.2.4. Número de folhas

Para o número de folhas, na Figura 15a, observou-se que nos substratos Latossolo Amarelo + esterco de aves e Latossolo Amarelo + casca de guaraná foram superiores aos demais substratos, obtendo 8,09 e 7,85 de número de folhas por estaca, respectivamente, embora não diferindo estatisticamente entre si.

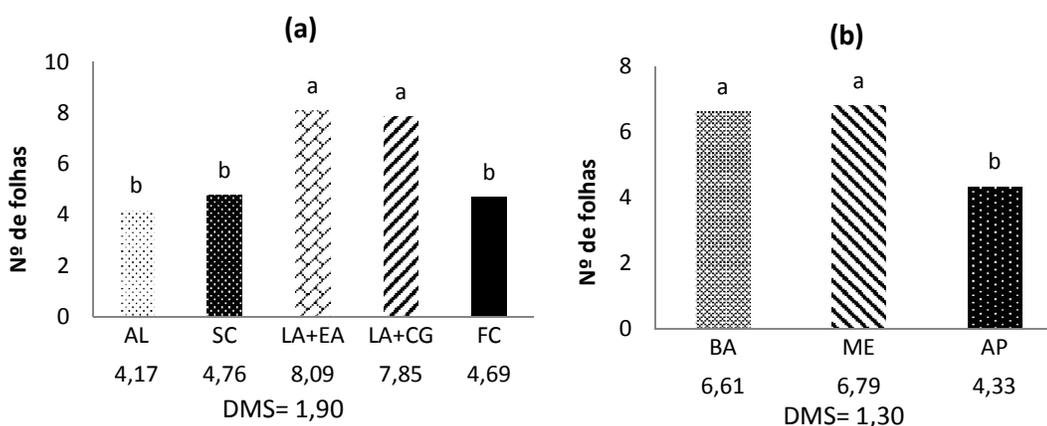


Figura 15: Valores médios do número de folhas das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Estes resultados confirmam que as combinações com Latossolo Amarelo + esterco de aves e Latossolo Amarelo + casca de guaraná foram as que deram mais

suporte nutricional para as estacas lançarem seus brotos e desenvolverem suas folhas, pois em relação à areia lavada, substrato comercial e a fibra de coco, percebe-se que os valores são praticamente o dobro, principalmente no caso do Latossolo Amarelo + esterco de aves.

A Figura 15b, mostra as médias do número de folhas, onde as estacas medianas e basais apresentaram diferenças significativas em relação à estaca apical, com valores de 6,79 e 6,61, respectivamente.

Conforme Pio et al. (2006), a remoção da gema apical em estacas, promove a quebra da dominância apical, estimulando a ativação das gemas laterais no lançamento de brotações e, conseqüentemente, no aumento do número de folhas.

6.2.5. Comprimento da maior brotação

Os resultados de comprimento da maior brotação (Figura 16) apresentaram significância a 1% de probabilidade, para ambos os fatores, sem apresentar interação.

As brotações nos substratos Latossolo Amarelo + esterco de aves com 10,25 cm e Latossolo Amarelo + casca de guaraná com 8,84 cm alcançaram as maiores médias e o melhor desempenho, embora sendo estatisticamente iguais entre si, mas superiores à média dos outros substratos (Figura 16a).

Estacas plantadas em areia lavada apresentaram a menor média, com 3,84 cm, possivelmente devido à baixa disponibilidade de nutrientes. O comprimento ou tamanho das brotações sofreram interferência quanto ao substrato utilizado, mostrando que os substratos mais ricos nutricionalmente resultaram em brotações mais compridas.

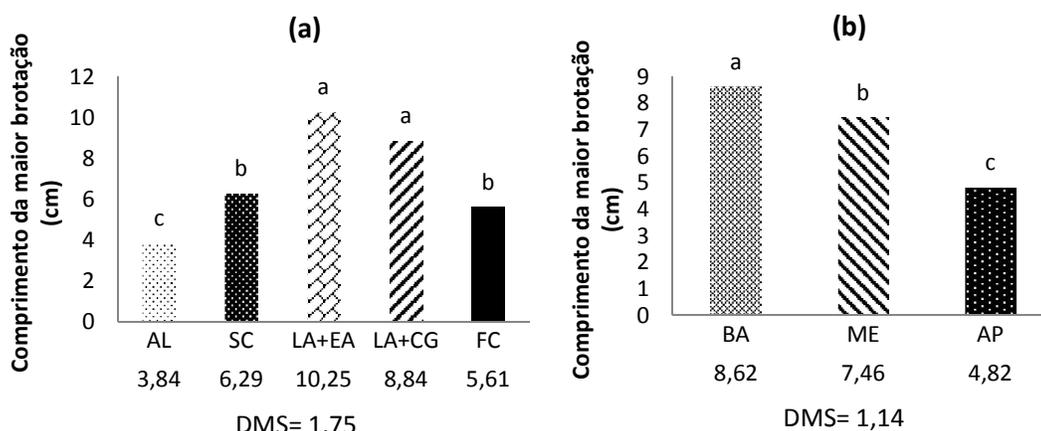


Figura 16: Valores médios do comprimento da maior brotação das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. (2010b), trabalhando com *Manihot glaziovii* (maniçoba) e por Pereira et al. (2003) estudando a propagação do cafeeiro, onde utilizaram diversas combinações de substratos, e nas combinações onde estava presente o esterco os resultados para comprimento de brotações sempre foi superior. O substrato Latossolo Amarelo + esterco de aves apresentou o maior pH (6,9) e melhores resultados para os macronutrientes e micronutrientes, exceto para Fe (Tabela 1).

Entre os tipos de estacas (Figura 16b), a estaca basal foi responsável pela maior média alcançada, com 8,62 cm, diferindo estatisticamente da mediana com 7,46 cm e apical com 4,82 cm.

Estes resultados corroboram os de Ferreira et al. (2010b) citados anteriormente, onde o diâmetro da estaca foi proporcional ao comprimento das brotações. Os resultados encontrados no presente estudo tiveram resposta semelhante, pois estacas basais com diâmetro médio de 13 mm promoveram os

melhores resultados, diferentemente das estacas apicais (AP) com diâmetro médio de 2 mm.

6.2.6. Comprimento da maior raiz

Durante o tempo de avaliação o substrato não interferiu no comprimento das raízes de estacas de *P. hispidum*, porém os resultados médios variaram de 9,65 cm a areia lavada a 12,63 cm no Latossolo + Amarelo + casca de guaraná (Figura 17a).

Para os tipos de estacas, a apical promoveu a maior média com 12,83 cm, sendo estatisticamente igual à estaca mediana com 11,28 cm e superior a estaca basal com 9,55 cm (Figura 17b).

É importante ressaltar que as estacas apicais eram totalmente herbáceas, mas estacas basais e medianas possuíam um grau de lignificação maior, provavelmente semilenhosas.

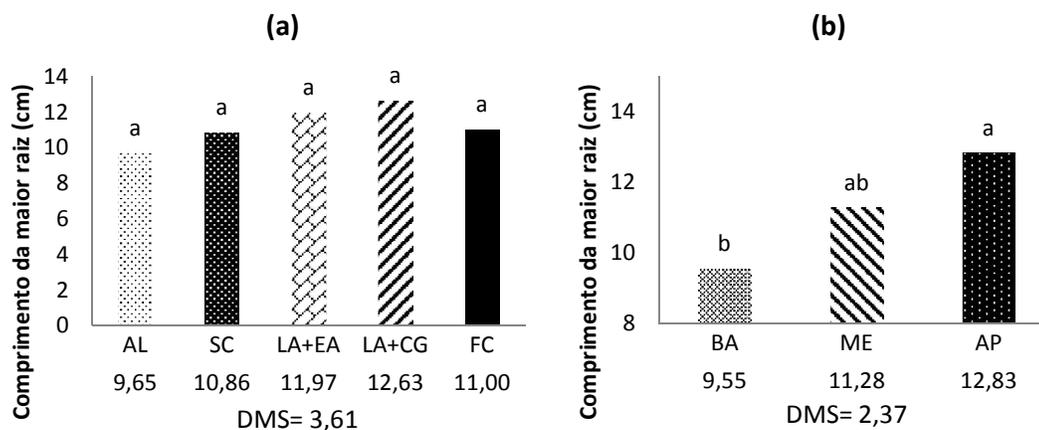


Figura 17: Valores médios do comprimento da maior raiz das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Portanto, estacas apicais possuíam ainda um par de folhas cortadas pela metade, fato que possibilita a realização de fotossíntese e produção de auxina, promovendo um melhor desempenho quanto ao crescimento radicular (Bordin et al., 2005)

No trabalho de Bordin et al. (2005), estudando a propagação de estacas semilenhosas de porta-enxertos de videira, a presença de uma folha inteira ou cortada pela metade favoreceu o comprimento das raízes por estaca quando comparadas com estacas sem a presença de folha.

6.2.7. Massa seca das brotações

O acúmulo de massa seca das brotações foi superior no Latossolo Amarelo + esterco de aves e no Latossolo Amarelo + casca de guaraná com valores de 0,69 g e 0,52 g, respectivamente, embora sem diferir estatisticamente (Figura 18a). O substrato areia lavada obteve o menor valor com 0,18 g. Tais resultados acompanharam os de comprimento da maior brotação (Figura 16a).

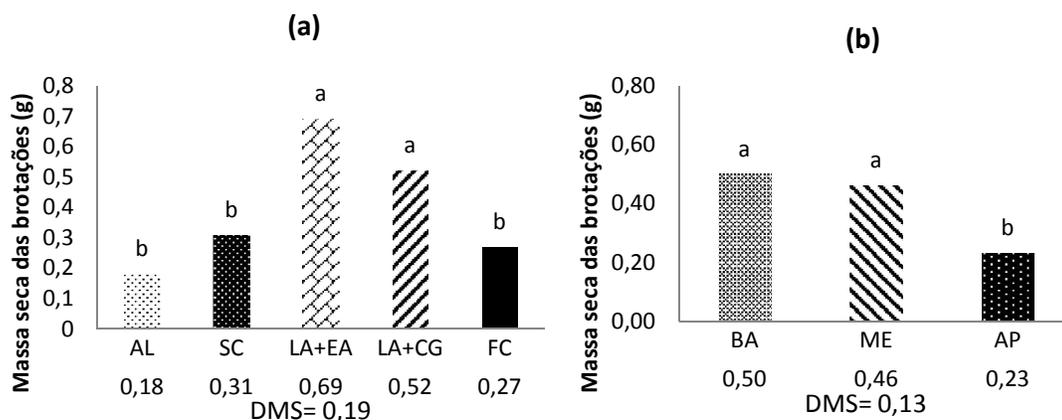


Figura 18: Valores médios da massa seca das brotações das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Em relação ao tipo de estaca (Figura 18b), as basais e medianas foram estatisticamente iguais, obtendo as maiores médias no experimento, com 0,50 g e 0,46 g, e (AP) foi apenas responsável por uma média de 0,23 g, ou seja, a metade do que foi alcançado pelas estacas medianas.

Os resultados mostram que além das estacas basais e medianas promoverem um maior comprimento das brotações (Figura 17b), promovem também brotações com um maior peso, ou seja, foram mais vigorosas, possibilitando um maior número de folhas, fato que é comprovado na figura 16b, onde o número de folhas, estacas basais e medianas também foram superiores às apicais.

6.2.8. Massa seca das raízes

Com relação à massa seca das raízes o substrato Latossolo Amarelo + esterco de aves foi superior aos demais, obtendo assim, valores médios de 0,19 g, variando para menor média (0,07 g) para (AL) (Figura 19a).

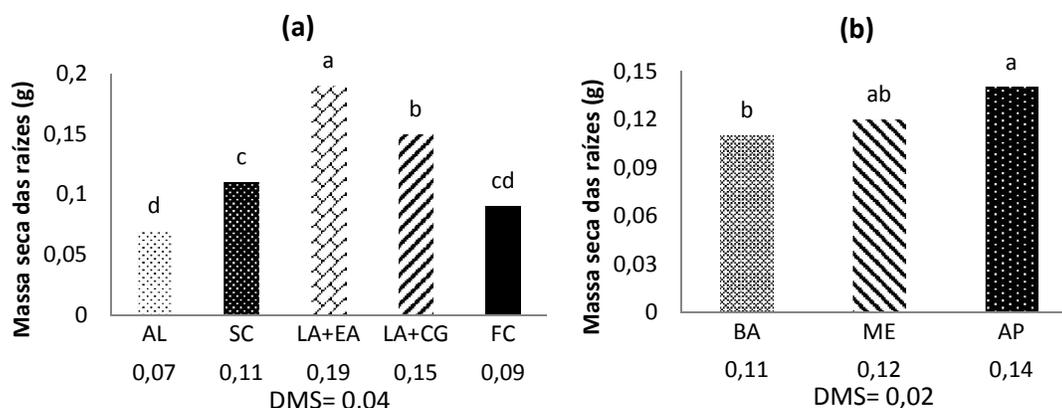


Figura 19: Valores médios da massa seca das raízes das estacas de *Piper hispidum* nos cinco substratos (a): areia lavada (AL); substrato comercial (SC); Latossolo Amarelo + esterco de aves (LA+EA); Latossolo Amarelo + casca de guaraná (LA+CG) e fibra de coco (FC) e ao tipo de estaca (b): (AP) apical; (ME) mediana e (BA) basal, em Manaus, AM. 2013. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

A estaca apical foi superior com 0,14 g, seguida da mediana com 0,12g, por sua vez esta foi estatisticamente igual a apical, e a basal obteve média de 0,11 g, obtendo resultado inferior a estaca apical (Figura 19b).

Apesar da pequena diferença entre os tipos de estacas, a apical foi beneficiada pela presença de folhas (duas folhas cortadas pela metade), logo, neste caso, as folhas foram requisitos necessários para o enraizamento, por contribuírem com substâncias para a indução e formação de raízes, como a produção de auxinas (GONTIJO et al., 2003).

7. CONCLUSÕES

- Para *Piper tuberculatum* a estaca apical plagiotrópica com duas folhas é a melhor opção de se propagar vegetativamente;
- A combinação da estaca apical com o substrato Latossolo Amarelo + esterco de aves é indicado para a propagação por estaquia para *P. tuberculatum*;
- Para *Piper hispidum* recomenda-se utilizar estacas apicais e basais, nesta ordem.
- Areia lavada e substrato comercial são indicados para maiores porcentagem de sobrevivência e pegamento.
- Para estacas de maior qualidade indicam-se o Latossolo Amarelo + esterco de aves e/ou o Latossolo Amarelo + casca de guaraná;

8. REFERÊNCIAS

- AGBOR, G. A. et al. *Piper* species protect cardiac, hepatic and renal antioxidant status of atherogenic diet fed hamsters. **Food Chemistry**, v. 134, p. 1354–1359, 2012.
- ALBIERO, A. L. M. et al. Morfo-anatomia do caule e da folha de *Piper gaudichaudianum* Kuntze (Piperaceae). **Acta Farm. Bonaerense**, v. 24, n.4, p. 550-554, 2005.
- APG: **The Angiosperm Phylogeny Group Classification**. 2003. Disponível em: <http://www.systbot.uu.se/classification/APG.html>. Acesso: 14 de mai. de 2012.
- ARAÚJO-JR, J. X. et al. Piperdardine, a piperidine alkaloid from *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 44, p. 559-561, 1997.
- ARAÚJO-JR, J. X. et al. Cepharanone b from *Piper tuberculatum*. **Biochemical System and Ecology**, v. 27, p. 325-327, 1999.
- ARRUDA, M. R. et al. Enraizamento de estacas herbáceas de guaranazeiro em diferentes substratos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 1, p. 236-241, 2007.
- BANZATO, D. A.; KRONKA, S. do N. Experimentação agrícola. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.
- BARREIRO, E. J.; BOLZANI, V. S. Biodiversidade: fonte potencial para a descoberta de fármacos. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 679-688, 2009.
- BARROSO, C. M. **Propagação de espécies nativas com potencial ornamental: *Kelissa brasiliensis* (Baker) Ravenna e *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chateaus**. 2006, 212 f.. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- BASTOS, D. C. et al. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas apicais e basais de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) sob condições de nebulização intermitente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 284-286, 2004.
- BATAGLIA, O. C.; ABREU, C. A. Análise química de substratos para crescimento de plantas: um novo desafio para cientistas de solo. Viçosa: SBCS, v. 26, p. 8-9, 2001. (**Boletim informativo**).
- BONA, C. M. et al. Influence of cutting type and size on rooting of *Lavandula dentata* L.. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n.1, p. 8-11, 2012.
- BORDIN, I. et al. Efeito da presença da folha no enraizamento de estacas semilenhosas de porta-enxertos de videira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 215-218, jan-fev, 2005.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Centro de Divulgação Universitária - Estudos e Ensaios Biblioteca de Divulgação e Cultura Publicação nº 2, ser. 1ª., p. 523, 1953.

BRAZÃO, J. S. A. **Enraizamento de estacas semilenhosas de variedades de videira (*Vitis vinifera* L.)**. 2009, 73 f.. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Federal do Porto, Lisboa, 2009.

BUCHER, J.P. **Aspectos de conservação in vitro e micropropagação de mama-cadela (*Brosimum gaudichaudii* Tréc., Moraceae)**. 2002. 64f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

CALDEIRA, M. V. W. et al. Propriedades de substratos para produção de mudas florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; GARCIA, G. O.; GONÇALVES, E. O.; ARANTES, M. CHAVES, D.; FIEDLER N. C. **Contexto e Perspectivas da Área Florestal no Brasil**. Alegre: Suprema, p.141-160, 2011.

CANHOTO, J. M. **Biotecnologia vegetal: da clonagem de plantas à transformação genética**. Editora Coimbra: p. 407, 2010.

CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARVALHO-SILVA, M.; GUIMARAES, E. F. *Peperomia ciliato-caespitosa* M. Carvalho-Silva & E.F. Guim. (Piperaceae): uma nova espécie para o Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 2, p. 559-561, 2008.

CASTRO, M. J. P. **Potencial inseticida de extratos de *Piper tuberculatum* Jacq. (Piperaceae) sobre a fase larval de *Spodoptera frugiperda* (J. e. Smith)**. 2007, 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2007.

CHAVES, M. C. O.; JÚNIOR, A. G. F.; SANTOS, B. V. O. Amides from *Piper tuberculatum* fruits. **Fitoterapia**, v. 74, p. 181–183, 2003.

CORDELL, C.E.; FILER Jr., T.H. Integrated nursery pest management. In: **Southern pine nursery handbook**: Atlanta, USDA. Forest Service, Southern Region, p.1-17, 1984.

COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. V. K. Comprimento da estaca e tipo de substrato na propagação vegetativa de atoveran. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1157 – 1160, 2007a.

COSTA, J. M. et al. 2007. Anatomy and morphology of rooting in leafy rose stem cuttings and starch dynamics following severance. **Acta Horticulturae**, v. 751, p. 495-502, 2007b.

COUVILLON, G. A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae**. Wageningen, v. 178, n. 227, p. 187-196, 1988.

- CREMASCO, M.; BRAGA, N. P. Síntese do piperonal a partir do óleo essencial de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 42, n. 2, p. 275 – 278, 2012.
- CUNHA, A. C. M. C. M. et al. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 58, p. 35-47, jan/jun, 2009.
- CUNHA, C. S. M. et al. Influência do tipo da estaca na propagação vegetativa de canelinha-brava (*Croton zehntneri* Pax Et Hoffm.). *Agropecuária Científica no Semiárido*, Campina Grande, v. 9, n.1, p. 24-28, jan-mar, 2013.
- DANELUTTE, A. P. et al. Antifungal flavanones and prenylated hydroquinones from *Piper crassinervium* Kunth. **Phytochemistry**, v. 64, p. 555–559, 2003.
- DA-CUNHA, E. V. L.; CHAVES, M. C. O. Two amides from *Piper tuberculatum* fruits. **Fitoterapia**, v. 72, p. 197-199, 2001.
- DOUSSEAU, S. et al. Influência do tipo de estaca no enraizamento de *Piper aduncum* L. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço – MG, p. 1-3, 2009.
- EVANS, E. R. V. **Propagation by stem cutting. Instructions for a home gardener**. 1999. Disponível em: <http://www.ces.ncsu.edu/hil/hil-8702.html>. Acesso: 23 de fev. 2013.
- EHLERT, P. A. D.; LUZ, J. M. Q.; INNECO, R. Propagação vegetativa da alfavaca-cravo utilizando diferentes tipos de estacas e substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n .1, p. 10-13, jan-mar, 2004.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 132p. 2005.
- FACUNDO, V. A. et al. Constituintes químicos fixos e voláteis dos talos e frutos de *Piper tuberculatum* Jacq. e das raízes de *P. hispidum* H. B. K. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 4, p. 733 – 742, 2008.
- FAZOLIN, M. et al. **Potencialidade da pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.): características gerais e resultados de pesquisa**. Rio Branco, AC: Embrapa, Acre, 56p. 2006. (Embrapa Acre. Documentos, 103).
- FELIPE, C. F. B. **Estudos dos efeitos comportamentais e neurobioquímicos da piplartina, alcalamida isolada de *Piper tuberculatum* Jacq., em camundongos**. 2009, 189 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, p. 29-37, 2002.

- FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de espécies florestais. Colombo: Embrapa Florestas (**Embrapa Florestas: Documentos 94**), p. 22, 2004.
- FERREIRA, M. G. P. R. et al. Antileishmanial activity of 3-(3,4,5-trimethoxyphenyl) propanoic acid purified from Amazonian *Piper tuberculatum* Jacq., Piperaceae, fruits. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 6, p. 1003-1006, 2010a.
- FERREIRA, L. E. et al. Diâmetro de estacas e substratos na propagação vegetativa de maniçoba, *Manihot glaziovii* Muell. Arg. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 393-402, jul-set, 2010b.
- FIGUEIREDO, R. A.; SAZIMA, M. Pollination Biology of Piperaceae Species in Southeastern Brazil. **Annals of Botany**, v. 85, p. 455 - 460, 2000.
- GAIA, J. M. D. et al. Spiked pepper: selection of clones toward cropping on the edaphoclimatic conditions from Belém, Brazil. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 418-423, 2010.
- GARBUIO, C. et al. Propagação por estaquia em Patchouli com diferentes números de folhas e tipos de estacas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n.4, p. 435-438, 2007.
- GARNER, R. J.; CHAUDHRI, S. A. The propagation of tropical fruit trees. **Horticultural Review Commonwealth Bureau Horticulture Plantation Crops**, 4, p. 1-566, 1976.
- GAULAND, D. C. S. P. **Relações hídricas em substratos à base de turfas sob o uso dos condicionadores casca de arroz carbonizado ou queimada**. 1997, 107 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- GENDEREN, M. H. P. V. et al. Compositional analysis of the leaf oils of *Piper callosum* Ruiz & Pav. from Peru and *Michelia montana* Blume from India. **Journal of Spectroscopy**, v. 14, p. 51-59, 1999.
- GIULIETTI, A. M. et al. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 52-61, 2005.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa: Editora UFV, 2004. (Caderno Didático, 72).
- GONTIJO, T. C. A. et al. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, ago, 2003.
- GUIMARÃES, E. F.; GIORDANO, L. C. S. Piperaceae do Nordeste brasileiro I: estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 55, n. 84, p. 21-46, 2004.
- HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: Principles and practices**. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, p. 770, 2002.

JARAMILLO, M. A.; MANOS, P. S. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). **American Journal of Botany**, v. 88, nº 4, p. 706–716, 2001.

KÄMPF, A. N. **Análise física de substratos para plantas**. Viçosa: SBCS. v. 26, p. 5-7, 2001. (Boletim Informativo).

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia: Reações Solo-Planta**. Editora Agronômica Ceres: São Paulo – SP, p. 262, 1979.

KLEIN, V. A. et al. Propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas comerciais. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6 n. 3, 218-221, 2000.

LEBRUN, A.; TOUSSAINT, A. N.; ROGGEMANS, J. Description of *Syzygium paniculatum* Gaertn. 'Verlaine' and its propagation by stem cuttings. **Scientia Horticulturae**, v. 75, p. 103-111, 1998.

LIMA, R. L. S. et al. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 1, p. 83-86, 2006.

LOBATO A. K. S. et al. 2007. Avaliação dos efeitos da temperatura e da restrição hídrica sobre a germinação de sementes de *Piper aduncum* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 297-299, 2007.

LÜ, J.; SILVA, J. A. T.; MA, G. Vegetative propagation of *Primulina tabucum* Hance by petiole cuttings. **Scientia Horticulturae**, v. 134, p. 163–166, 2012.

LUZ, P. B. PAIVA, P. D. O.; LANDGRAF, P. R. C. Influência de diferentes tipos de estacas e substratos na propagação assexuada de hortências [*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 699-703, 2007.

MAIA, J. G. S. et al. Constituents of the essential oil of *Piper aduncum* L. growing wild in the Amazon region. **Flavour and Fragrance Journal**, v.13: 269-272, 1998.

MARQUES, A. M. et al. Caracterização de derivado arilbutanoídico em folhas e raízes de *Ottonia anisum* Sprengel. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 709-712, 2008.

MARTINS, A. S. et al. Avaliação de minerais em plantas medicinais amazônicas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2B, p. 621-625, 2009.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, p. 889, 1995.

MATTANA, R. S. et al. Propagação vegetativa de plantas de pariparoba [*Pothomorphe umbellata* (L.) Miq.] em diferentes substratos e número de nós das estacas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.3, p.325-329, 2009.

MEDEIROS, E. von S. S. **Flora do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil – Família Piperaceae**. 2006, 128 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2006.

MENDONÇA, M. B. et al. Produção de mudas de óleo elétrico (*Piper callosum* Ruiz & Pav.) em função de tipos de estacas e substratos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 7, 2010, Goiânia. **Demandas e ofertas em substratos para plantas e cultivo protegido. Anais ...** Goiânia: UFG, 2010.

MICHEL, J. et al. Medical potential of plants used by the Q'eqchi Maya of Livingston, Guatemala for the treatment of women's health complaints. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 114, p. 92–101, 2007.

MICHEL, J. L. et al. Estrogenic and serotonergic butenolides from the leaves of *Piper hispidum* Swingle (Piperaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 129, p. 220-226, 2010.

MOURA, E. F.; MENEZES, I. C.; LEMOS, O. F. Concentrações de citocinina e carvão ativado na micropropagação de pimenta-do-reino. **Ciência Rural**, v.38, n.1, p. 72-76, 2008.

NAVICKIENE, H. M. D. et al. Antifungal amides from *Piper hispidum* and *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 55, p. 621-626, 2000.

NEVES, T. S. et al. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.12, p.1699-1705, 2006.

NICOLOSO, F. T.; FORTUNATO, R. P.; FOGAÇA, M. A. F. Influencia da posição da estaca no ramo sobre o enraizamento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em dois substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p. 277-283, 1999.

OLIVEIRA, G. L. et al. Enraizamento de estacas de *Lippia sidoides* Cham. utilizando diferentes tipos de estacas, substratos e concentrações do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.10, n.4, p.12-17, 2008.

OLIVEIRA, L. M. et al. Propagação vegetativa de *Hyptis leucocephala* Mart. ex Benth. e *Hyptis platanifolia* Mart. ex Benth. (Lamiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.1, p. 73-78, 2011.

OLIVEIRA, Y. et al. Substratos, concentrações de ácido indolbutírico e tipos de miniestacas no enraizamento de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.4, p. 611-616, 2012.

PARMAR, V. S. et al. Phytochemistry of the genus *Piper*. **Phytochemistry**, v. 46, n. 4, p. 591-673, 1997.

PEREIRA, A. B. et al. Enraizamento de estacas de três cultivares de *Coffea arabica* L. em diferentes substratos. **Agroclimatologia**, Simpósio de Pesquisas dos Cafés no Brasil, p. 18-21, 2003.

PESCADOR, R. et al. Estaquia de pariparoba do Rio Grande do Sul sob efeito de ácido indol-butírico em dois substratos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 391-398, 2007.

PESSINI, G. L. et al. Antifungal activity of the extracts and neolignans from *Piper regnellii* (Miq.) C. DC. var. *pallescens* (C. DC.) Yunck. **Journal Brazilian Chemical Society**, v. 16, n. 6a, p. 1130-1133, 2005.

PINTO, A. C. S. et al. Adulticidal activity of dillapiol and semi-synthetic derivatives of dillapiol against *Aedes aegypti* (L.) (Culicidae). **Journal of Mosquito Research**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2012.

PIO, R. et al. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de oliveira (*Olea europaea* L.) utilizando ácido indolbutírico. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 562-567, mai-jun, 2005.

PIO, R. et al. Propagação de estacas apicais de figueira: diferentes ambientes, ácido indolbutírico e tipo de estaca. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 1021-1026, set-out, 2006.

QUIJANO-ABRIL, M. A.; CALLEJAS-POSADA, R.; MIRANDA-ESQUIVEL, D. R. Areas of endemism and distribution patterns for Neotropical *Piper* species (Piperaceae). **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 1266–1278, 2006.

RATES, S. M. K.; POSER, G. V. Investigation of local anesthetic effect and toxicity of *Ottonia propinqua* (Piperaceae). **Acta Farm. Bonaerense**, v. 16, n. 2, p. 113 – 116, 1997.

RIBEIRO, M.N.G. Aspectos climáticos de Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 6, p. 229-33, 1976.

RIVA, D. et al. Estudo da adaptação da espécie *Piper hispidinervum* C. DC. (pimenta longa) à região do Vale do Itajaí – SC, através da composição química do óleo essencial obtido por hidrodestilação por micro-ondas e convencional. **Acta Amazônica**, v. 41, n. 2, p. 297 – 302, 2011.

SALOMÃO, L. C. C. et al. Propagação por estaquia dos maracujazeiros doce (*Passiflora alata* Dryand.) e amarelo (*P. edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 163-167, 2002.

SANTOS, I. R. I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 12, (Edição Especial), p. 70-84, 2000.

SANTOS, P. R. D. et al. Essential oil analysis of Piperaceae species from the Brazilian Atlantic Forest. **Phytochemistry**, v. 58, p. 547-551, 2001.

SANTOS, M. R. A. et al. Atividade inseticida do extrato das folhas de *Piper hispidum* (Piperaceae) sobre a broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 2, p.319-324, 2010.

SANTOS, T. G. et al. Composição química e avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial das folhas de *Piper malacophyllum* (C. PRESL.) C. DC. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 477-481, 2012.

SAUTER, I. P. et al. Chemical composition and amoebicidal activity of *Piper hispidinervum* (Piperaceae) essential oil. **Industrial Crops and Products**, v. 40, p. 292– 295, 2012.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, v.32, n.6, p.937-944, 2002.

SEVERINO, L. S. et al. Propagation by stem cuttings and root system structure of *Jatropha curcas*. **Biomass and bioenergy**, v. 35, p. 3160- 3166, 2011.

SILVA, R. V. et al. Antifungal amides from *Piper arboreum* and *Piper tuberculatum*. **Phytochemistry**, v. 59, p. 521–527, 2002.

SILVA G. S. et al. Efeito da incorporação de resíduos foliares de *Piper aduncum* L. ao solo sobre o parasitismo de *Meloidogyne incognita* em tomateiro. **Nematologia Brasileira**, v. 30, p. 219-222, 2007.

SILVA, D.B. et al. Propagação vegetativa de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. (mama-cadela) por estacas de raízes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, n.2, p.151-156, 2011.

SOUSA, C. M. et al. Effects of auxin and misting on the rooting of herbaceous and hardwood cuttings from the fig tree. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 334-338, 2013.

SOUZA, L. A. et al. Vegetative propagation in Piperaceae species. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 6, p.1357-1361, 2009.

STUMPF, E. R. T.; GROLLI, P. R.; SILVA, J. A. G.; Enraizamento de estacas de *Chamaecyparis lawsoniana* Parl. em cinco substratos com uso de ácido indolbutírico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 207-211, 1999.

SUGUINO, E. et al. Efeito da porosidade do substrato casca de pinus no desenvolvimento de mudas de grumixameira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Especial, p. 643-648, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 820, 2008.

TOFANELLI, M. B. D.; CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A. Capacidade de enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de pessegueiro. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 840-847, 2001.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. Okinawa em diferentes diâmetros de ramos, substratos e recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n.33, p. 437-442, mai-jun, 2003.

TOGNON, G. B.; PETRY, C. Estaquia de *Ipomoea cairica* (L.) Sweet. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.14, n.3, p.470-475, 2012.

TOOGOOD, A. R. **Plant propagation**. 1 st. American - American Horticultural Society, p. 321, 1999.

TRAZZI, P. A. et al. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 455-462, 2012.

VERDONCK, O., VLEESCHAUWER, D., DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Angers, v. 126, p. 251-258, 1981.

WADT, L. H. O.; EHRINGHAUS, C.; KAGEYAMA, P. Y. Genetic diversity of “Pimenta longa” genotypes (*Piper* spp., Piperaceae) of the Embrapa Acre germplasm collection. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 74-82, 2004.

WANKE, M.-S. et al. Phylogeny of the Genus *Peperomia* (Piperaceae) inferred from the trnK/matK region (cpDNA). **Plant Biology**, v. 8, n. 93–102, 2005.

YAMAMOTO, L. Y. et al. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de amora-preta Xavante. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.15-20, 2013.

YUNCKER, T. G. The Piperaceae of Brazil II: Piper: Group V; *Ottonia*; *Pothomorphe*; *Sarcorrhachis*. **Hoehnea**, v. 3, p. 29-284, 1973.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.)**. 2011, 96f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2011.