



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-POSAGRO

JEYSSE KELLY CARVALHO DE ANDRADE

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA COM O USO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE
CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) EM CÂMARA DE
SUBIRRIGAÇÃO**

BOA VISTA
RORAIMA - BRASIL
2014

JEYSSE KELLY CARVALHO DE ANDRADE

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA COM O USO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE
CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) EM CÂMARA DE
SUBIRRIGAÇÃO**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Agronomia, área
de concentração em Produção Vegetal, da
Universidade Federal de Roraima em parceria
com a Embrapa Roraima.

Orientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas

BOA VISTA /RR

2014

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

A553p Andrade, Jeysse Kelly Carvalho de.

Propagação vegetativa com o uso de estacas herbáceas de Camu-camu (*Myrciaria dúbia* (Kunth) Mc Vaugh) em Câmara de subirrigação

/ Jeysse Kelly Carvalho de Andrade. -- Boa Vista, 2014.

63 p. : il.

Orientador: Pesquisador. Dr. Edvan Alves Chagas.

JEYSSE KELLY CARVALHO DE ANDRADE

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA COM O USO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE
CAMU-CAMU (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) EM CÂMARA DE
SUBIRRIGAÇÃO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima em parceria com a Embrapa Roraima, como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal.

Orientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas

Aprovada em: 25/02/2014

Pesquisador Dr. Edvan Alves Chagas
Orientador-Embrapa Roraima

Profa. Dra. Pollyana Cardoso Chagas
EAgro/UFRR

Pesquisador Dr. Kaoru Yuyama
INPA-AM

Pesquisadora Dra. Aline das Graças Souza
Embrapa/CAPES/PNPD

À Deus, pelo dom da vida e o privilégio de vivê-la para Ele, por me amar incondicionalmente e estar sempre ao meu lado.

OFEREÇO

À minha mãe, Jarilene Carvalho de Araújo, pelo exemplo de perseverança, cuidado e amor. E a todas as pessoas que amo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu Deus Criador e Redentor, por ter me concedido o dom da vida e a Salvação por meio de Cristo Jesus, e por ter me dado forças e motivação para seguir adiante e ultrapassar todas as barreiras da vida.

Ao pesquisador Dr. Edvan Alves Chagas pela orientação, apoio, amizade e conhecimentos transmitidos durante o trabalho, contribuindo de maneira expressiva para a realização do meu mestrado.

À Universidade Federal de Roraima (UFRR) e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (POSAGRO) pela oportunidade de realização do meu mestrado, contribuindo grandemente para minha formação profissional e pessoal.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Roraima), pela oportunidade de estágio e pela disponibilidade da infraestrutura para a realização dos experimentos da dissertação.

À Dra. Christinny Giselly Bacelar Lima, Dra. Verônica Andrade dos Santos e Dra. Aline das Graças Sousa, pela amizade e pelo apoio nas coletas e instalação dos experimentos e na transmissão de conhecimentos necessários ao trabalho realizado.

Aos meus amigos peruanos e parceiros de pesquisa Carlos Abanto Rodriguez e Ricardo Bardales Lozano pela grande ajuda na realização dos meus experimentos e pela transmissão de conhecimentos e tecnologias vindas do Peru.

À todos os demais amigos da equipe de Fruticultura da Embrapa Roraima: Nilma, Marcela, Ariel, Maria Luiza, Olisson, Jaqueline, Isabel, Bruna, Eumilene, Joanice, Adamor, Willian, Mac, Max, e os funcionários de campo da Embrapa, pelo apoio no meu trabalho e pela convivência amigável.

Aos amigos da turma do mestrado Deyse, Cássia, Ataíza, Patrícia, Cátia, Dianaia, Alex, Carlos Henrique, Carlos Abanto, Rafael Prado, Davair, Fernando, Raimundo e Josimar, pela amizade e união nas horas de estudo que me ajudaram muito nas disciplinas. Foi muito bom ter vocês como colegas de turma e amigos.

À minha família que sempre está comigo, pela compreensão e incentivo. Minha mãe Jarilene Carvalho de Araújo, meu pai Francisco Jackson Catunda

de Andrade, meus irmãos Jennifer Karen Carvalho de Andrade, Isac Nícolas Carvalho de Andrade e Abner Douglas Carvalho de Andrade. Sem eles eu não seria quem sou.

À minha avó Edilene e meus tios Hilda, Ely, Jabson e a todos os demais familiares que, mesmo distante, me apoiaram e incentivaram a seguir adiante.

Ao meu namorado Renato Soares de Freitas, pelo amor, paciência, companheirismo e incentivo durante todo esse tempo. E à sua família Joelma, José Ivaldo, Rosane, Jainy e Renan, pela atenção e amizade sincera.

À minha melhor amiga Helen Caroline, e a todos os meus amigos pelo companheirismo, apoio, incentivo e amizade sincera. Todos contribuíram para que eu chegasse onde estou hoje.

À TODOS MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!!!

BIOGRAFIA

JEYSSE KELLY CARVALHO DE ANDRADE, filha de Francisco Jackson Catunda de Andrade e Jarilene Carvalho de Araújo, nasceu na cidade de Fortaleza, no Estado do Ceará no dia 06 de agosto de 1988.

Concluiu o Ensino Médio na Escola Estadual Argentina Castelo Branco, no ano de 2005, no município de Bonfim, Roraima.

Ingressou no curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Roraima (UFRR) em março de 2006, concluindo o curso em julho de 2011.

Entre os anos de 2007 à 2011 da graduação, foi bolsista do Programa de Educação Tutorial do curso de Agronomia (PET-AGRO), onde desenvolveu atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Entre 2010 e 2011 estagiou na Biofábrica no Centro de Ciências Agrária da UFRR com pesquisas na área de micropropagação de plantas. Em 2010 foi monitora da disciplina de Olericultura.

Em março de 2012 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal, do Programa de Pós-graduação em Agronomia (POSAGRO) da UFRR em parceria com a Embrapa Roraima, concluindo em fevereiro de 2014.

"Em todas estas coisas, porém, somos mais que vencedores, por meio daquele que nos amou". Rm 8:37

ANDRADE, Jeyse Kelly Carvalho de. **Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) em câmara de subirrigação**. 2014. 63 p. Dissertação de Mestrado / Dissertação de Mestrado em Agronomia-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

RESUMO

O camu-camu contém um elevado teor de ácido ascórbico e atualmente tem despertado o interesse de diversos setores industriais como fármaco, cosmético e alimentício. Torna-se necessário o avanço nas técnicas de propagação dessa espécie para que a mesma possa ser domesticada e se converta numa atividade agrícola de importância econômica. A propagação vegetativa por estaquia proporciona a formação de mudas de qualidade, fixando características agrônomicas desejáveis de forma eficiente. O sucesso na propagação vegetativa por estaquia depende de fatores ambientais e endógenos. Neste contexto, objetivou-se no presente trabalho avaliar a produção de mudas de camu-camu através da propagação por estacas herbáceas em câmara de subirrigação. Para tal, foram conduzidos três experimentos, sendo o primeiro testando o efeito de diferentes concentrações (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mgL⁻¹) de AIB e tempos de imersão (5 segundos, 10, 20 e 30 minutos). No segundo, utilizaram-se os mesmos fatores e níveis do primeiro experimento, porém com o uso de ANA. No terceiro, avaliou-se o enraizamento de diferentes populações nativas de camu-camu. O delineamento experimental dos dois primeiros experimentos foram inteiramente casualizados, em esquema fatorial 6x4, com três repetições e dez estacas por repetição. O terceiro experimento foi inteiramente casualizado com 12 tratamentos e quatro repetições, e dez estacas por repetição, sendo os tratamentos constituídos pelas populações BRB MU, BRB EV, RB BQ, RB LM, RJA, IAB, RQ, RJI, BRB ON, BRB AT, IPI, BRB AB. A câmara de subirrigação mostrou-se um ambiente adequado para a propagação vegetativa via enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu como forma de multiplicação clonal de genótipos superiores. Maior sucesso na propagação vegetativa de camu-camu via enraizamento de estacas herbáceas é obtida com o uso de 324,2 mg.L⁻¹ de AIB e 10 minutos de imersão. Maior sucesso na propagação vegetativa de camu-camu via enraizamento de estacas herbáceas é obtida na ausência de ANA. Existe variabilidade populacional na capacidade rizogênica de estacas herbáceas de camu-camu. As populações IAB (100%), RJI (95%), IPI e RB BQ (92%), seguidas das populações RB LM (87,50%) e RJA (85%), são as que apresentam maior capacidade rizogênica.

Palavras chaves: Amazônia, Fruteira nativa, Estaquia, Fitorregulador.

ANDRADE, Jeyssse Kelly Carvalho de. **Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) em câmara de subirrigação**. 2014. 63 p. Dissertação de Mestrado / Dissertação de Mestrado em Agronomia-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

ABSTRACT

The camu-camu has a high content of ascorbic acid and currently is awakening interest of several industrial sectors such as drug, cosmetic and alimentary. It is necessary to advance in the techniques of propagation of this species so it can become domesticated and become an important agricultural activity. The vegetative propagation by cuttings provides the formation of quality seedlings, securing desirable agronomic characteristics efficiently. Success in vegetative propagation by cuttings depends on environmental and endogenous factors. In this context, the aim of this study was to evaluate the production of camu-camu seedlings by softwood cuttings in subirrigation chamber. For this, three experiments were conducted, the first testing the effect of different concentrations (0, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L⁻¹) and immersion times (5 seconds, 10, 20 e 30 minutes), using IBA. The second used the same factors and levels but with the use of NAA. In the third evaluated the rooting of different native populations of camu-camu. The experimental design of the first two experiments was completely randomized, factorial 6x4, with three replications and ten in each replication. The third experiment was completely randomized with 12 treatments and the treatments consisted of the populations BRB MU, BRB EV, RB BQ, RB LM, RJA, IAB, RQ, RJI, BRB ON, BRB AT, IPI, BRB AB. The subirrigation chamber proved be a suitable environment for vegetative propagation by rooting softwood cuttings of camu-camu as a form of clonal multiplication of superior genotypes. Greater success in vegetative propagation of camu-camu by rooting softwood cuttings obtained using 324,2 mg.L⁻¹ of IBA and 10 minutes of immersion. Greater success in vegetative propagation of camu-camu by rooting softwood cuttings obtained in the absence of NAA. Population variability exists in the capacity for rooting softwood cuttings of camu-camu. The populations IAB (100%), RJI (95%), IPI and RB BQ (92%), followed by populations RB LM (87,50%) and RJA (85%), were those with greater capacity for rooting.

Keywords: Amazon, Native fruit tree, Cuttings, Phytoregulator.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Câmara de subirrigação utilizada no experimento, vista frontal (a), lateral (b) e posterior (c).....	32
FIGURA 2	Preparo das camadas de substratos na câmara de subirrigação: a) 1ª e 2ª camadas (areia e brita); b) 3ª camada (seixo) e c) 4ª camada (areia).....	33
FIGURA 3	Disposição dos substratos na câmara de subirrigação.....	34
FIGURA 4	Estacas de camu-camu plantadas em câmara de subirrigação.....	35
FIGURA 5	Telado com sombrite de 50% de luminosidade.....	37
FIGURA 6	Porcentagem de estacas enraizadas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em AIB em câmara de subirrigação.....	42
FIGURA 7	Porcentagem de estacas vivas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em AIB em câmara de subirrigação.....	44
FIGURA 8	Número de raízes de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em AIB em câmara de subirrigação.....	45
FIGURA 9	Porcentagem de estacas enraizadas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em ANA em câmara de subirrigação.....	47
FIGURA 10	Porcentagem de estacas vivas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em ANA em câmara de subirrigação.....	49
FIGURA 11	Comprimento de raiz de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em ANA em câmara de subirrigação.....	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Diferentes populações de camu-camu oriundas do Estado de Roraima segundo a sua localidade de origem.....	39
TABELA 2	Quadrados médios e nível de significância das análises de variâncias individuais para porcentagem de estacas enraizadas (EE), vivas (EV), calejadas (EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) em estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de AIB e tempos de imersão em câmara de subirrigação.....	41
TABELA 3	Quadrados médios e nível de significância das análises de variâncias individuais para porcentagem de estacas enraizadas (EE), vivas (EV), calejadas (EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) em estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de ANA e tempos de imersão em câmara de subirrigação.....	47
TABELA 4	Quadrados médios e nível de significância das análises de variâncias individuais para porcentagem de estacas enraizadas (EE), vivas (EV), calejadas (EC), de número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) de estacas herbáceas de camu-camu de 12 populações do Estado de Roraima.....	52
TABELA 5	Médias de estacas herbáceas de camu-camu de 12 populações do Estado de Roraima para porcentagem de estacas enraizadas (EE), vivas (EV), calejadas (EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) em câmara de subirrigação.....	52

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 Aspectos gerais do camu-camu	19
3.2 Propagação do camu-camu	21
3.3 Propagação vegetativa por estaquia	21
3.4 Fatores que influenciam no enraizamento de estacas	23
3.4.1 Fatores fisiológicos	24
3.4.2 Fatores anatômicos	25
3.4.3 Tipo de estaca e idade da planta matriz	25
3.4.4 Fatores genéticos	26
3.4.5 Fatores hormonais	27
3.5 Auxinas	28
3.6 Fatores ambientais	30
3.6.1 Câmaras de subirrigação	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1 Construção da câmara de subirrigação	33
4.2 Preparo das camadas dos substratos	34
4.3 Coleta do material vegetativo	35
4.4 Plantio das estacas	38
4.5 Suprimento de água	35
4.6 Controle da temperatura e umidade	37
4.7 Controle da luminosidade	37
4.8 Controle fitossanitário	37
4.9 Delineamento experimental	38
4.10 Variáveis analisadas	40
4.11 Análises estatísticas	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de AIB e tempos de imersão em câmara de subirrigação	42

5.2 Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de ANA e tempos de imersão em câmara de subirrigação.....	47
5.3 Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu de diferentes populações em câmara de subirrigação	52
6. CONCLUSÕES	55
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1. INTRODUÇÃO

O camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh), também conhecido como caçari, araçá-d'água ou azedinho, é um arbusto de pequeno porte pertencente à família Myrtaceae, disperso desde a região central do Estado do Pará até a Amazônia peruana, sendo normalmente encontrado, em seu estado natural, à beira dos igarapés e rios ou em regiões permanentemente alagadas (ZANATTA, 2004).

É a espécie que contém o maior teor de ácido ascórbico já encontrada ($6112 \pm 137,5$ mg/100g), sendo superior até mesmo à acerola (YUYAMA et al., 2002). Nesse sentido, o camu-camu tem despertado o interesse de diversos setores industriais como fármaco, cosmético, conservante natural e alimentício (OLIVA; LÓPEZ, 2005; METZKER, 2001).

Contudo, para que essa espécie possa ser domesticada e se converta numa atividade agrícola de importância econômica é necessário avançar no processo de domesticação da espécie, principalmente no que diz respeito às técnicas de propagação (CHAGAS et al., 2012). Dentre as várias técnicas de propagação vegetativa, destaca-se a estaquia, que é um método de propagação em que segmentos destacados de uma planta, sob condições adequadas, emitem raízes e originam uma nova planta, com características idênticas àquela que lhe deu origem (PASQUAL et al., 2001). Esse método de propagação tem inúmeras vantagens, como: é um procedimento de propagação rápido e fácil, onde de uma única planta se obtém um grande número de novas plantas; requer pouco espaço para realizar a propagação, baixo custo na propagação e facilidade em seu manejo; homogeneidade das novas plantas. (ROJAS et al., 2004).

A capacidade de uma estaca emitir raízes está em função de fatores endógenos e das condições ambientais proporcionadas ao enraizamento. Portanto, para que haja o sucesso na propagação vegetativa por estaquia, é necessário o conhecimento sobre os fatores externos e agentes internos que agem sobre o enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

A concentração de hormônios reguladores de crescimento, é um fator de extrema importância para o sucesso do enraizamento e quando se trata de espécies de difícil enraizamento, como é o caso do camu-camu, faz-se necessária a aplicação exógena. Segundo Ramos et al. (2008), para acelerar e promover o enraizamento de estacas, são empregados reguladores de crescimento do grupo das auxinas, os

quais levam à maior porcentagem de formação de raízes, melhor qualidade das mesmas e uniformidade no enraizamento. O enraizamento de estacas depende também de condições adequadas de temperatura, umidade, luminosidade e substrato.

O uso de câmaras de subirrigação na propagação por estaquia permite um melhor controle dos fatores ambientais e, segundo Longman (1993), são efetivas para a propagação de grande quantidade de espécies tropicais. O ambiente dentro da câmara de subirrigação exerce uma influência crítica no enraizamento de estacas juvenis, e deve manter níveis ótimos de irradiação, temperaturas adequadas no ar, no substrato e nas folhas e bom balanço de água nas estacas (GANZ, 2008).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a produção de mudas de camu-camu através da propagação por estacas herbáceas em ambiente de câmara de subirrigação com a finalidade de otimizar os métodos de propagação dessa espécie.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e tempos de imersão em câmara de subirrigação;
- Avaliar o enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de ácido naftalenoacético (ANA) e tempos de imersão em câmara de subirrigação;
- Avaliar a capacidade de enraizamento de estacas herbáceas de diferentes populações de camu-camu em câmara de subirrigação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais do camu-camu

O camu-camu, conhecido também como caçari, araçá-d'água ou azedinho (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh) é um arbusto de pequeno porte pertencente à família Myrtaceae. (ZANATTA, 2004).

Segundo Yuyama e Valente (2011), o camu-camu pertence a Divisão Fanerógama; Subdivisão Magnoliophyta (Angiosperma); Classe Magnoliophysida (Dicotiledôneas); Ordem Myrtales; Família Myrtaceae; Gênero *Myrciaria*; Espécie *Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh.

É normalmente encontrado, em seu estado natural, à beira dos igarapés e rios ou em regiões permanentemente alagadas (ZANATTA, 2004).

Encontra-se distribuído em toda Bacia Amazônica, desde a parte leste do Pará, passando pelo médio e alto rio Amazonas até a parte oriental da Cordilheira dos Andes no Peru. Ao norte, é encontrado na Colômbia, Venezuela, e Guiana Inglesa, bem como no Estado de Roraima, e ao sul, nas margens de todos os rios que deságuam no rio Amazonas, desde o sul do Peru, norte da Bolívia, passando pelos Estados de Rondônia, Mato Grosso e Tocantins (YUYAMA et al., 2010).

Em Roraima, o camu-camu é encontrado nos municípios de Amajari, Boa Vista, Bonfim, Cantá, Caracaraí, Caroebe, Normandia e Rorainópolis (CARVALHO, 2012).

O camucamuzeiro alcança uma altura de 3 a 8 metros. Pode apresentar caule do tipo coposo ou do tipo taça, com um caule principal e muitos ramos secundários, sendo esta a forma mais apropriada para a produção de frutos. A consistência do caule é dura, porém flexível, sendo necessário o tutoramento quando a planta estiver carregada de frutos para evitar a quebra do caule por excesso de massa dos frutos (YUYAMA; VALENTE, 2011).

As folhas são simples ou compostas, de forma ovalada, elíptica ou lanceolada, como o comprimento variando de 4 a 11 cm e largura de 2 a 4 cm. As flores são encontradas nas axilas das folhas, em toda extensão dos ramos superiores, e se apresentam individualmente ou em forma de inflorescência, que por sua vez é formada por flores hermafroditas com pétalas brancas (YUYAMA et al., 2010).

O fruto bacáceo, globoso, de superfície lisa e brilhante com mesocarpo carnoso (gelatinoso) e esbranquiçado, de sabor cítrico, de cor verde-pálida quando imaturo e vermelho escuro a negro púrpura quando maduro, podendo ter diâmetro de 1,2 a 3,8 cm. O fruto pode ter um peso variando de 2 a 18 g e conter de uma a quatro sementes reniformes, achatadas, com 8 a 11 mm de comprimento e 5,5 a 11 mm de largura (YUYAMA et al., 2010; YUYAMA, 2011).

Segundo Calzada (1980), a planta tem frutificação anual, no seu ambiente natural durante as cheias dos rios, podendo permanecer submersa, entre quatro e cinco meses. Cresce em solos aluviais de boa fertilidade, com pH de ácido à neutro e temperatura entre 35 °C a 17 °C, com precipitação ao redor de 2.800 mm anuais e umidade relativa entre 78 a 82%. Em solos de terra firme, onde os nutrientes e a água podem ser controlados, esta planta pode produzir mais de duas safras anuais (YUYAMA, 2011).

O camu-camu possui elevado potencial como alimento funcional devido ao seu alto teor de vitamina C e por apresentar concentrações consideráveis de potássio e antioxidantes como carotenoides, antocianinas e outros compostos fenólicos que são fornecidos por sua ingestão (ZAMUDIO, 2007; SILVA, 2012).

É o fruto com o maior teor de ácido ascórbico encontrado atualmente. Segundo Metzker (2001) a concentração de ácido ascórbico do camu-camu é superior ao da acerola (1,79 g em 100 g de polpa) até pouco considerada como a fruta mais rica em vitamina C. Seu teor de ácido ascórbico pode chegar à $6112 \pm 137,5$ mg/100g de polpa (YUYAMA et al., 2002). Por esse motivo a espécie tem despertado o interesse de diversos setores industriais como fármaco, cosmético, conservante natural e alimentício.

Barreto (2008) comenta que houve um grande aumento na demanda por frutos de camu-camu e nos últimos anos e novas plantações vêm sendo introduzidas com sucesso no Peru e na Amazônia. No entanto, segundo Yuyama (2011), no Brasil a comercialização do camu-camu ainda é feita em pequena escala.

3.2 Propagação do camu-camu

A propagação do camu-camu é realizada basicamente por via sexuada, através de sementes (FERREIRA; GENTIL, 1997). No entanto, devido à variabilidade genética, este método resulta na desuniformidade entre as mudas obtidas, o que não é interessante do ponto de vista comercial, além de ser um processo lento e de haver necessidade da eliminação da mucilagem que envolve as sementes para facilitar a germinação (SUGUINO et al., 2001).

A embebição em água é importante para o armazenamento de sementes de camu-camu, contribuindo para elevar o grau de umidade e melhorar o desempenho fisiológico (ENCISO NARAZAS; VILLACHICA, 1993). Yuyama et al. (2011) constataram que as sementes armazenadas em água ao ar livre podem ser conservadas até seis meses.

Embora a alta variabilidade em uma espécie seja desejável em programas de melhoramento, a uniformidade de plantas dentro de uma população clonal é vantajosa na produção comercial. Quando se projeta sua produção em maior escala, é necessário aproveitar certas características úteis, como o alto rendimento, os níveis maiores de ácido ascórbico e o maior tamanho do fruto, dentre outras características (CRUZ et al., 2005).

Neste sentido, a propagação vegetativa torna-se a técnica mais viável para o processo de formação de mudas de camu-camu, pois proporciona a manutenção das características genéticas das plantas matrizes, uniformidade, porte reduzido e precocidade de produção (HARTMANN et al., 2002; CHAGAS et al., 2012). Franzon (2010) reforça que a propagação clonal proporciona a formação de pomares uniformes, com populações de plantas homogêneas.

Por outro lado a propagação vegetativa possui desvantagens como a transmissão de doenças bacterianas, viróticas e vasculares entre o material vegetal utilizado, além de limitações pela falta de genótipos superiores com características agrônomicas e econômicas desejáveis (RIBEIRO et al., 2002).

A propagação vegetativa do camu-camu pode ser conduzida com utilização de métodos como estaquia, enxertia ou alporquia (FERREIRA; GENTIL, 1997). A alporquia, porém, não é muito utilizada para esta espécie devido a limitação dos ramos da planta, aos cuidados com a muda e pela exigência de um maior número de mão de obra para a realização do trabalho. (YUYAMA et al., 2010).

A enxertia possibilita um aumento na produção de frutos, diminui o porte da planta, antecipa a floração e frutificação, bem como garante a manutenção das características de um “material de elite” (FACHINELLO et al., 2005). Segundo Suguino et al. (2001), os métodos de enxertia mais utilizados em camu-camu são garfagem de topo com fenda cheia, garfagem no colo, garfagem com fenda lateral e garfagem em inglês simples, devendo os garfos conter cerca de três gemas.

Moreira Filho e Ferreira (2009) verificaram que os melhores resultados na clonagem camu-camu arbustivo e arbóreo foram obtidos pelos métodos de garfagem, com remoção da parte aérea após 30 dias da enxertia, havendo 89,3% de pegamento pelo método de fenda lateral e 79,3% lateral com lingueta.

3.3 Propagação vegetativa por estaquia

O método da estaquia é utilizado na propagação da maioria das plantas frutíferas, e além de proporcionar muda de qualidade, fixa características agronômicas desejáveis de forma eficiente. No entanto, os resultados são variáveis de acordo com a espécie e com fatores internos e externos à planta (VERNIER; CARDOSO, 2013; BASTOS et al., 2005).

Dentro das vantagens da propagação por estacas, se tem: procedimento de propagação rápido e fácil; de uma só planta se obtém um grande número de novas plantas; é requerido pouco espaço para realizar a propagação, baixo custo na propagação e seu manejo; homogeneidade das novas plantas (ROJAS et al., 2004).

Roncatto et al. (2008) comenta que a propagação por estaquia possibilita a perpetuação e multiplicação de plantas de características agronomicamente desejáveis, em áreas novas, como processo normal de propagação. Também, possibilita a obtenção de clones dos melhores porta-enxertos para a execução da enxertia, além de reduzir o tempo para obtenção das mudas.

Na cultura do camu-camu, a propagação vegetativa por estaquia ainda é considerada um entrave, pois é de difícil enraizamento (SILVA et al., 2009; PICÓN BAOS et al., 1987), porém há um crescente avanço nas pesquisas relacionadas a esta problemática. Segundo Chagas et al. (2012) para favorecer e aumentar o enraizamento de estacas são necessárias técnicas como a aplicação de fitorreguladores vegetais e nebulização.

Segundo Hartman; Kester (1998), citado por Rodriguez et al. (2013), as dificuldades para o enraizamento de estacas de camu-camu estão relacionadas à presença de tecidos lignificados típicos de uma espécie arbustiva. Por isso tornam-se necessário o avanço nas pesquisas que permitam estabelecer uma série de estratégias para selecionar o melhor substrato, época de coleta, tamanho e tipo de estacas, concentrações de fitorreguladores e diferentes ambientes de enraizamento.

Muitos autores concordam que as melhores estacas para o enraizamento são as semi-lenhosas (SANTANA, 1998) e que o tamanho das estacas também é um fator limitante para formação de raízes e brotos. Aspectos como a posição dos ramos na planta, região basal, para a retirada das estacas também são considerados importantes para o sucesso no enraizamento, com a utilização de fitorreguladores (CHAGAS et al., 2012).

3.4 Fatores que influenciam no enraizamento de estacas

Os fatores que afetam o enraizamento das estacas podem ser divididos em internos, intrínseco à planta matriz, e externos, relativos às condições do meio. Dentre os fatores internos destacam-se a condição fisiológica da planta matriz, constituição genética, idade da planta, tipo de estaca, época do ano e balanço hormonal. Em relação aos fatores externos, os principais são as condições ambientais e o substrato (SCALOPPI JUNIOR, 2007).

As condições fisiológicas da planta matriz (presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos e outras substâncias não identificadas), o período e posição de coleta das estacas, juvenilidade, estiolamento, presença de folhas e gemas, idade da planta-matriz e fatores do ambiente, como disponibilidade de água, luminosidade e substrato, são fatores determinantes no sucesso deste tipo de propagação (VERNIER; CARDOSO, 2013).

Segundo Martins (1998), dentre os complexos aspectos que agem sobre o enraizamento de estacas, destacam-se o manejo das plantas matrizes, relacionado com rejuvenescimento das plantas e as condições ambientais de água, temperatura, luz, carboidratos, relação Carbono/Nitrogênio, anelamentos de caule, tipo de estaca e período de coleta.

O sucesso do processo está relacionado também com muitos outros fatores e alguns destes, ambientais e químicos que têm sido implicados ao enraizamento são a luz, temperatura, oxigênio, dióxido de carbono, água, auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, minerais, nitrogênio orgânico, fenóis, carboidratos, aminoácidos, poliaminas, histonas, ácido/bases, nucleotídeos, ácidos nucléicos, simbiontes de raiz, vários inibidores e muitos outros (HAISSIG et al., 1992).

Os fatores que influenciam o enraizamento de estacas são bastante variáveis e sua atuação pode se dar de maneira isolada ou por interação com os demais (TREVISAN et al., 2008; BASTOS, 2006).

3.4.1 Fatores fisiológicos

A habilidade de uma estaca formar raízes varia com a espécie e também com a cultivar, porém a facilidade de enraizamento resulta da interação de diversos fatores como a presença de cofatores do enraizamento, compostos fenólicos, presença de barreiras anatômicas, e não apenas do potencial genético, conforme relatado por Hartmann et al. (2002) e Fachinello et al. (2005). O enraizamento também é influenciado pela condição nutricional (ROJAS, 2004) e estado fisiológico da planta matriz (ROCHA, 1998).

Hartmann e Kester (1995) também comentam que a nutrição da planta matriz exerce uma forte influencia na formação de raízes nas estacas. Os fatores internos, tal como a concentração de auxina, de cofatores de enraizamento e as reservas de carboidratos podem influenciar na formação das raízes das estacas.

O estado nutricional da planta matriz é extremamente importante, uma vez que a aplicação de nutrientes não é necessária durante a fase de indução radicular, pois as estacas utilizam os nutrientes endógenos transportados basipetamente a partir dos brotos (CUNHA et al., 2009).

Segundo Sadhu (2005), qualquer nutriente que esteja presente nos processos metabólicos associados à diferenciação e formação do sistema radicular é considerado essencial para a iniciação de raízes; por exemplo, um conteúdo moderado de nitrogênio nos tecidos é melhor para se conseguir um enraizamento ótimo; deve existir um equilíbrio de baixo conteúdo de nitrogênio e alto conteúdo de carboidratos na planta matriz. Para que se possa efetuar a iniciação de raízes, o

nitrogênio é importante para a síntese de ácidos nucléicos e de proteínas, abaixo desse nível mínimo de disponibilidade de nitrogênio a iniciação das raízes é prejudicada. (HARTMANN; KESTER, 1998).

Neste sentido, surge a necessidade de esclarecer a importância de cada nutriente na indução e formação do sistema radicular da estaca. Se requer ainda que a planta matriz, esteja em um estado nutricional adequado, que contenha auxinas, cofatores, relação Carbono/Nitrogênio apropriada e reservas de carboidratos que induzam o enraizamento (GANZ, 2008).

3.4.2 Fatores anatômicos

O conhecimento da estrutura interna do caule facilita a compreensão do processo de formação dos primórdios de raízes adventícias em estacas caulinares, uma vez que os mesmos podem ter diferentes origens histológicas (JESUS et al., 2010). Segundo Fahn (1995), raízes adventícias podem se desenvolver a partir de raízes já formadas, do hipocótilo de plantas jovens e do corpo primário de caules e de folhas.

Em condições de produção de estacas, pequeno grupo de células parenquimáticas torna-se meristemático e continua a se dividir formando meristemóides, as quais se desenvolvem em primórdios de raízes (HARTMANN et al., 2002). Segundo estes mesmos autores, o desenvolvimento de um anel contínuo de esclerênquima entre o floema e o córtex, externamente ao ponto de origem das raízes adventícias, possivelmente constitui barreira anatômica ao enraizamento.

3.4.3 Tipo de estaca e idade da planta matriz

As estacas podem ser classificadas em herbáceas, semilenhosas e lenhosas e esta classificação está relacionada com a consistência do lenho, que, por sua vez está relacionada com o grau de lignificação que, segundo Lima et al. (2011), afeta o potencial de formação de raízes. Fachinello et al. (2005) relataram que o alto grau de lignificação das estacas pode ser prejudicial à emissão das raízes, dificultando ainda mais o processo de enraizamento.

A idade da planta matriz é determinante na obtenção de uma grande porcentagem de enraizamento de estacas (HARTMANN; KESTER, 1998). Em geral depois do quinto ano de idade a capacidade de enraizamento diminui (WRIGHT, 1984). Mesén (1998) comenta que as estacas de árvores jovens enraízam melhor que estacas de árvores adultas. Queupumil (2004) também concorda que as estacas obtidas de ramos jovens enraízam mais facilmente do que as obtidas de ramos mais velhos. Portanto, quanto mais herbácea, mais rápido é o enraizamento da estaca, devido a menor quantidade de tecido lignificado e, portanto, menos barreiras anatômicas.

É possível, entre outros fatores, que esta redução do potencial de enraizamento com a idade, seja resultado da diminuição do conteúdo de compostos fenólicos que atuam como cofatores das auxinas na iniciação das raízes (PINO, 2002).

3.4.4 Fatores genéticos

Alfenas et al. (2009), comentam que o processo de formação de raízes pode ser influenciado pela constituição genética da planta matriz. Neste sentido, algumas espécies apresentam grandes diferenças na capacidade rizogênica (RODRÍGUEZ et al., 2013).

Plantas matrizes com características desejáveis podem ser reproduzidas por meio da propagação vegetativa, permitindo o aumento da produtividade dos pomares e conferindo maior uniformidade às características das plantas e dos frutos (ALEXANDRE, 2013).

Através da propagação vegetativa, pode-se transferir todo o potencial genético da planta matriz à sua descendência, o que se poderia aproveitar para espécies frutíferas e florestais amazônicas quanto a produtividade, resistência e uniformidade das colheitas. Assim, a base para o êxito da propagação vegetativa com fins comerciais, está na seleção de plantas elite, que servirão como doadoras do material vegetativo a ser multiplicado (DÍAZ, 2010).

A aptidão para a emissão de raízes não é fácil de determinar visualmente e só a experiência permite selecionar as plantas matrizes que a possuem (GANZ, 2008). Em geral, dentro de um mesmo clone, as plantas que brotam em um mesmo local de

origem tem uma melhor aptidão para a propagação por estacas (ROJAS et al., 2004).

Na propagação por estacas, se produz por meio da réplica de DNA, toda a informação genética da planta mãe superior, em efeito, se considera o mais adequado e confiável para os trabalhos de melhoramento genético na propagação de plantas mães (VÁSQUEZ, 2000).

Segundo Ganz (2008), é comum que diversos clones de algumas espécies apresentem grandes diferenças na capacidade de enraizamento. À nível comercial, um enraizamento abaixo de 70%, não se considera adequado para nenhuma espécie.

3.4.5 Fatores hormonais

Os cinco grupos principais de reguladores de crescimento das plantas são as auxinas, as citocininas, as giberelinas, o ácido abscísico e o etileno (ROJAS et al., 2004).

Para que o enraizamento ocorra de maneira satisfatória é necessário que haja um equilíbrio adequado entre as auxinas, citocininas e giberelinas na estaca. (SASSO, 2009).

As auxinas estão associadas à iniciação de raízes (WIGHTMAN; SCHNEIDER; THIMANN, 1980) e é predominantemente produzida nos caules, ficando estocadas em cloroplastos e no citoplasma das células (DAVIES, 1995). As citocininas, por sua vez são produzidas principalmente nas raízes (ITAI; BIRNBAUM, 1996) estimulando a iniciação de gemas caulinares (PILLARY; RAILTON, 1983). As diferenças na capacidade de biossíntese hormonal entre os sistemas caulinar e radicular da espécie, associadas ao transporte basípeto das auxinas (GOLDSMITH, 1977) e ao acrópeto das citocininas (VAN STADEN; DAVEY, 1979), podem interferir no processo de enraizamento de estacas.

A aplicação exógena de auxina visa reduzir o balanço citocinina/auxina, para promover a maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento (WENDLING et al., 2000).

As giberelinas, em concentrações relativamente altas, inibem a formação de raiz, especialmente se as auxinas forem aplicadas simultaneamente e também em concentrações relativamente altas (KOCHBA et al., 1974; RIBEIRO et al., 2006).

3.5 Auxinas

Segundo Ramos et al. (2008), para acelerar e promover o enraizamento de estacas são empregados reguladores de crescimento do grupo das auxinas, os quais levam à maior porcentagem de formação de raízes, melhor qualidade das mesmas e uniformidade no enraizamento.

As auxinas são substâncias essenciais no cultivo de plantas. Promovem modificações plásticas na parede celular vegetal durante o processo de divisão celular, permitindo a extensibilidade da célula. Podem estimular várias respostas fisiológicas quando utilizadas na indução de raízes, folhas, gemas axilares ou apicais, embriões e calos (RODRIGUES; LEITE, 2004; CID; TEIXEIRA, 2010; MERCIER, 2012).

Queupumil (2004) também afirma que os hormônios do grupo das auxinas aceleram a formação de calos e posterior formação de raízes, sendo os mais importantes no enraizamento de estacas de quase todas as espécies.

O ácido indolacético (AIA) é a auxina de ocorrência mais comum nas plantas, e, segundo Fanego (2006), é sintetizada fundamentalmente nas gemas apicais e nas folhas jovens, se movendo através de da planta do ápice para a base. O ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA) são auxinas de origem exógena e agem de maneira mais eficientes do que o AIA na promoção do enraizamento de estacas. (FACHINELLO et al., 2005).

Segundo Kramm (1987), as auxinas influenciam na extensão da parede celular e na entrada de água na célula, induzindo assim o alongamento celular. Por isso interfere tanto na iniciação radicular como no controle de seu crescimento e na formação de raízes adventícias.

Segundo Pasqual et al. (2001), é necessário que haja um balanço endógeno adequado, especialmente entre auxinas, giberelinas e citocininas, ou seja, equilíbrio entre promotores e inibidores do processo de iniciação radicular. A maneira mais comum de promover esse equilíbrio é pela aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos, que podem elevar o teor de auxina no tecido, essencial no processo de enraizamento das estacas.

3.5.1 Ácido indolbutírico (AIB)

O ácido indolbutírico (AIB) é a auxina mais comumente utilizada na indução do enraizamento adventício (VILLA et al., 2003) e tem proporcionado excelentes resultados em espécies frutíferas e ornamentais. (VERNIER; CARDOSO, 2013).

O AIB é bastante efetivo para um grande número de espécies e relativamente estável, sendo pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas, além de não ser tóxico à maioria das plantas (PIRES; BIASI, 2003). De acordo com Bastos (2009), o AIB é uma auxina altamente efetiva no estímulo ao enraizamento, devido à sua menor mobilidade, menor fotossensibilidade e maior estabilidade química na planta.

Em estudo realizado por Delgado e Yuyama (2010), o AIB proporcionou efeito positivo no enraizamento de estacas lenhosas de camu-camu, sendo o melhor resultado obtido com 200 mg L⁻¹ de AIB em estacas de 20 cm de comprimento.

Cruz (2005), comparando o efeito de 200 mg L⁻¹ de AIB e ANA em diferentes tempos de exposição das estacas (24 e 48 h), constatou que o melhor tratamento para o enraizamento de estacas de camu-camu foi a utilização de 200 mg L⁻¹ de AIB com 48 horas de imersão, seguido por 200 mg L⁻¹ de ANA por 24 horas de imersão com 80 e 60% de enraizamento e 5,13 e 2,33 raízes, respectivamente.

3.5.2 Ácido naftalenoacético (ANA)

O ácido naftalenoacético é obtido por síntese e tem uma grande atividade auxínica e rizogênica. É bastante estável e é ligeiramente mais tóxico para a planta do que o AIB (Díaz, 2010). Segundo Leví (1987), o seu emprego é mais delicado, porque a margem entre o pico de sua atividade e o pico de sua toxicidade é menor.

Silva (2009) comenta que na propagação vegetativa do camu-camu, o ANA exerce um efeito tóxico nas estacas, prejudicando o enraizamento, se usado em concentrações elevadas. Por outro lado o uso de concentrações adequadas de ANA pode propiciar aumentos significativos nas porcentagens de enraizamento de estacas de camu-camu. Galucio (2002), utilizando estacas semilenhosas, obteve 90% de enraizamento com 200 mg L⁻¹. E Cruz (2005), que obteve 60% de enraizamento com 200 mg.L⁻¹ de ANA e 24 horas de imersão.

Santana (1998) avaliou diferentes métodos de propagação vegetativa de camu-camu, por meio da estaquia, utilizando diferentes doses de ácido naftaleno acético (ANA) e constatou que a concentração de 200 e de 2000 mg L⁻¹ de ANA, proporcionam a formação de maior número de mudas por estaqueamento (56 e 48%).

Oliva e López (2005), utilizando 100, 200 e 300 mg L⁻¹ de ANA e dois tempos de imersão (30 e 60 minutos), obtiveram o maior percentual de enraizamento de estacas de camu-camu (24,47%) com a imersão da base das estacas na concentração de 100 mg L⁻¹, por trinta minutos.

3.6 Fatores ambientais

Fachinello et al. (2005), relata que a capacidade de uma estaca emitir raízes está em função de fatores endógenos e das condições ambientais proporcionadas ao enraizamento.

Os principais fatores ambientais que influenciam no enraizamento de estacas são: temperatura, umidade e luminosidade. Segundo Hartmann et al. (1997), temperaturas muito elevadas tendem a estimular o desenvolvimento de brotações antes das raízes e aumentar a perda de água através das folhas.

Para se conseguir êxito no enraizamento, é necessário diminuir a transpiração para limitar a perda de água pela estaca (GANZ, 2008), devendo para isso manter a umidade do ambiente alta. Ganz (2008) mencionam que um aumento da intensidade luminosa na planta matriz, aumenta a produção do número de estacas, porém tem a tendência a reduzir ligeiramente a capacidade de enraizamento. Segundo Mesén (1998), a intensidade luminosa no ambiente de enraizamento deve estar em torno de 4000-6000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

As estacas de muitas espécies de plantas enraízam com facilidade numa grande diversidade de meios, porém, em plantas cujas estacas apresentam dificuldade de formação de raízes, o substrato é um dos fatores que mais influenciam nesse processo, com reflexo direto na porcentagem de raízes formadas e na qualidade das mesmas (PAIVA; GOMES, 1995; HOFFMANN et al., 1996), devendo ter uma porosidade adequada para permitir uma boa aeração, ter boa

capacidade de retenção de água, possuir drenagem satisfatória e ser livre de patógenos.

Segundo Hartmann e Kester (1998) o substrato mais utilizado para enraizar estacas é a areia devido ao seu baixo custo e facilidade de obtenção. Sua capacidade de retenção de água não é muito boa o que se obriga a efetuar irrigações mais frequentes.

3.6.1 Câmaras de subirrigação

Os avanços nas pesquisas têm permitido o desenvolvimento de instalações usadas na propagação de plantas, que permitem o controle dos fatores ambientais. Um exemplo dessas instalações são as câmaras de subirrigação, que vem possibilitando o enraizamento de estacas de espécies consideradas de difícil enraizamento.

As câmaras de subirrigação foram desenvolvidas no Instituto de Ecologia Terrestre da Escócia (ITE) (LEAKEY et al., 1990). Consiste em uma estufa em miniatura, na qual tem a função de prover água por capilaridade aos diferentes substratos e evitar sua evaporação (MESÉN, 1998).

São efetivas para a propagação de grande quantidade de espécies tropicais, com as vantagens adicionais de que são baratos e fáceis de utilizar e não requerem eletricidade nem água encanada, o que os faz apropriados para condições rurais e programas com baixo capital (MESÉN, 1998), já que propõe o uso de materiais disponíveis localmente e pode-se usar a pequena ou grande escala (LONGMAN, 1993).

A câmara de subirrigação é basicamente uma estrutura de madeira rodeada por plástico transparente e impermeável (MESÉN, 1998) que tem o objetivo de fornecer um ambiente ideal para o enraizamento de estacas herbáceas. O sistema de subirrigação é tão efetivo como outros sistemas sofisticados e indicam seu potencial para várias espécies (GANZ, 2008).

Os primeiros 25 cm do interior da câmara se cobrem com camadas sucessivas de pedras grandes (6-10 cm de diâmetro), pedras pequenas (3-6 cm) e brita, e os últimos 5 cm se cobrem com o substrato de enraizamento elegido; os 20 cm basais se preenchem com água (70 a 80 litros aproximadamente), de maneira

que o substrato de enraizamento sempre se manterá úmido por capilaridade (GANZ, 2008).

Por capilaridade a água inicia a saturação, de baixo para cima, dos espaços porosos da amostra. A capilaridade está ligada à afinidade entre as partículas sólidas do solo e a água (SANTOS, 2005). Segundo Bertoni; Lombardi Neto (1993), o movimento de água através do solo é realizado pelas forças de gravidade e de capilaridade; esse movimento através dos grandes poros, em solo saturado, é fundamentalmente pela gravidade, enquanto em um solo não saturado é principalmente pela capilaridade.

No sistema de subirrigação, devido a capilaridade, o ar se satura nas horas da noite, o que resulta em condensação de água nas folhas e umedecimento da folhagem (GANZ, 2008).

O ambiente dentro da câmara de subirrigação exerce uma influência crítica no enraizamento de estacas juvenis, este deve manter níveis ótimos de luminosidade, temperaturas adequadas no ar, no substrato e nas folhas e bom balanço de água nas estacas (GANZ, 2008).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos propostos no presente trabalho, foram realizados os seguintes experimentos de propagação por estaquia de camu-camu:

- **Experimento 1:** Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de AIB e tempos de imersão em câmara de subirrigação;
- **Experimento 2:** Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de ANA e tempos de imersão em câmara de subirrigação;
- **Experimento 3:** Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu de diferentes populações em câmara de subirrigação.

4.1 Construção da câmara de subirrigação

As câmaras de subirrigação foram construídas segundo a metodologia proposta por Mesén (1998), adaptada por Rodríguez et al. (2012). O tamanho da câmara foi constituído de 2,0 m de comprimento e 1 m de largura. A altura foi de 1 m no lado posterior e de 0,5m no lado anterior, com a cobertura inclinada. A Figura 1 apresenta a câmara de subirrigação utilizada nos experimentos vista de diferentes ângulos.

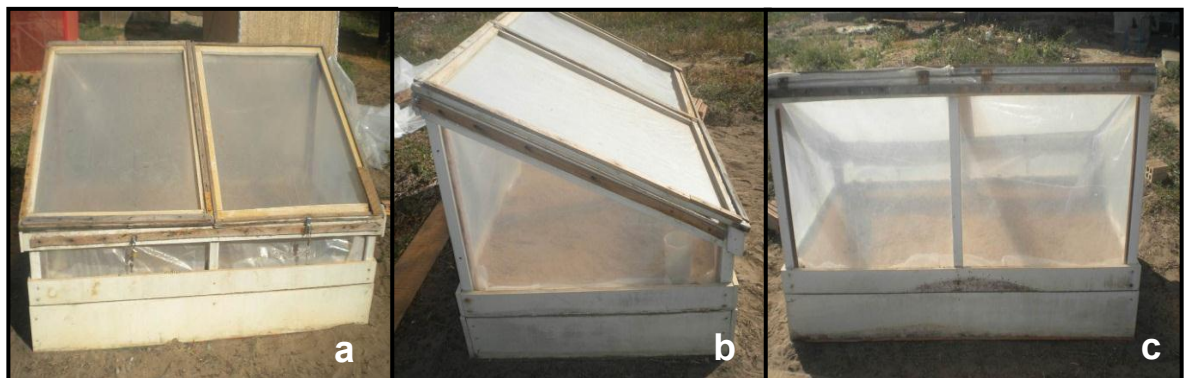


Figura 1. Câmara de subirrigação utilizada no experimento, vista frontal (a), lateral (b) e posterior (c).

Para a construção das câmaras de subirrigação, foram utilizados os seguintes materiais: madeira, plástico transparente, pregos e tachinhas. Primeiro foi construída a estrutura da câmara de madeira, posteriormente a mesma foi coberta com plástico transparente e impermeável e, em seguida, foram colocadas as camadas de substratos na base da câmara. Foi colocado um cano de PVC de 4 polegadas no lado inferior esquerdo da câmara por onde se realizou a irrigação.

4.2 Preparo das camadas dos substratos

Na base da câmara foi colocada uma camada (1 cm) de areia fina.; após esta, uma camada de 10 cm de brita nº 1 com diâmetro de 3 cm; logo acima, outra camada de 10 cm de seixo com diâmetro de 1 cm; e a última camada com 5 cm de areia fina, que constituiu o substrato para o enraizamento.

Foram selecionados materiais de boa qualidade e de tamanho uniforme nos diferentes substratos. Esses materiais foram lavados em água corrente para eliminar restos de materiais que pudessem prejudicar o enraizamento e foram esterilizados por meio do método de solarização, onde foram expostos ao sol durante 2 dias. A Figura 2 mostra a preparação das camadas de substratos e a Figura 3 mostra a disposição delas na câmara de subirrigação.



Figura 2. Preparo das camadas de substratos na câmara de subirrigação: a) 1ª e 2ª camadas (areia e brita); b) 3ª camada (seixo) e c) 4ª camada (areia).

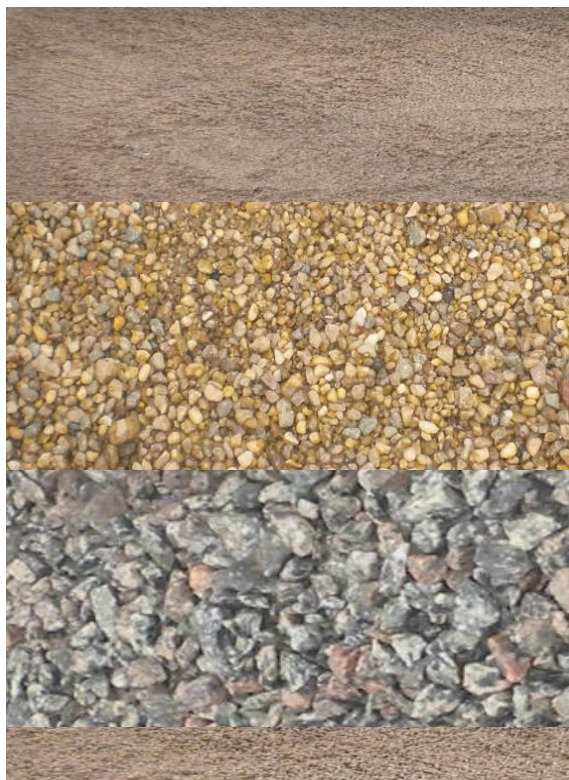


Figura 3. Disposição dos substratos na câmara de subirrigação.

4.3 Coleta do material vegetativo

O material vegetativo utilizado nos experimentos 1 e 2 foram coletados de plantas adultas de camu-camu de uma população natural localizada na região do Lago do Preto, nas coordenadas $N2^{\circ}38,646'$ $W^{\circ}60^{\circ}55,805'$, em Boa Vista-RR, em fevereiro de 2013. As plantas se encontravam em fase de crescimento vegetativo, antes do período da floração.

Os ramos foram coletados da parte apical das plantas, com o auxílio de tesouras de poda, durante as primeiras horas do dia. Após coletados, com o objetivo de evitar a desidratação, os ramos foram acondicionados em caixas de poliestireno expandido com cubos de gelo cobertos com papel jornal para evitar o contato direto com as ramas. Em seguida, foi realizado o transporte até o setor de fruticultura da Embrapa-RR para a seleção e preparo das estacas herbáceas.

Para o experimento 3, foram utilizados ramos herbáceos de mudas de doze populações oriundas de diferentes localidades do Estado de Roraima.

Em todos os experimentos foram utilizadas estacas herbáceas, padronizadas com 15 cm de comprimento, contendo um par de folhas cortadas pela metade, segundo recomendações de Díaz (2010), para conseguir um maior equilíbrio entre os efeitos positivos da fotossíntese e os efeitos negativos da transpiração.

4.4 Plantio das estacas

Antes do plantio, nos experimentos 1 e 2 as estacas foram imersas em soluções de AIB e ANA, respectivamente, de acordo com cada tratamento e no experimento 3 todas as estacas foram imersas por 10 minutos em 200 mg L⁻¹ de AIB. Para todos os experimentos as estacas foram colocadas para enraizar enterrando-se 3 cm de sua base na camada de areia fina, com um espaçamento de 5 cm entre as estacas. A Figura 5 mostra as estacas plantadas no interior da câmara de subirrigação.



Figura 4. Estacas herbáceas de camu-camu plantadas em câmara de subirrigação.

4.5 Suprimento de água

O suprimento de água foi realizado segundo a recomendação de Mesén (1998). Semanalmente, acrescentou-se de 30 litros de água durante o verão (fevereiro à abril), e 20 litros durante o inverno (maio à setembro). A água foi colocada através do cano de PVC, de forma que cobrisse até a terceira camada do substrato. Quando a água no interior da câmara estava suficiente e, conseqüentemente, a umidade relativa do ar elevada, podia se observar inúmeras gotículas resultantes da evaporação no plástico transparente.

4.6 Controle da temperatura e umidade

A temperatura e a umidade relativa do ar no interior da câmara de subirrigação foi verificada três vezes ao dia, nos horários de 8:00 horas, 12:00 horas e às 17:00 horas. O aparelho utilizado foi um hidro termômetro DIGILAB[®]. Durante o período experimental a temperatura no interior da câmara oscilou entre 27 e 40 °C, com uma média de 33 °C, e a umidade relativa foi mantida entre 80 a 95%.

4.7 Controle da luminosidade

Para controlar a irradiação, as câmaras de subirrigação, como mostra a Figura 4, foram construídas dentro de um viveiro telado com sombrite de cor preta, com 50% de luminosidade, segundo a recomendação de Mesén (1998) e Díaz (2010), com o objetivo de minimizar os efeitos negativos de temperaturas extremas no interior da câmara.



Figura 5. Telado com sombrite de 50% de luminosidade

4.8 Controle fitossanitário

Devido ao ambiente com alta temperatura e umidade relativa do ar, observou-se o aparecimento de fungos nas folhas das estacas e no substrato de enraizamento. Realizou-se o controle fitossanitário quinzenalmente utilizando-se 3 ml L⁻¹ de DEROSAL®.

4.9 Delineamento experimental

4.9.1 Experimento 1

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x4, sendo seis doses de AIB [0 (água destilada), 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L⁻¹] e quatro tempos de imersão (5 segundos, 10, 20 e 30 minutos), com três repetições de 10 estacas, totalizando 720 estacas.

Os tratamentos (T) foram distribuídos da seguinte maneira: [T1- 0 mg L⁻¹ x 5seg.; T2- 0 mg L⁻¹ x 10 min.; T3- 0 mg L⁻¹ x 20 min.; T4- 0 mg L⁻¹ x 30 min.; T5- 200 mg L⁻¹ x 5seg.; T6- 200 mg L⁻¹ x 10 min.; T7- 200 mg L⁻¹ x 20 min.; T8- 200 mg L⁻¹ x 30 min.; T9- 400 mg L⁻¹ x 5seg.; T10- 400 mg L⁻¹ x 10 min.; T11- 400 mg L⁻¹ x 20 min.; T12- 400 mg L⁻¹ x 30 min.; T13- 600 mg L⁻¹ x 5seg.; T14- 600 mg L⁻¹ x 10 min.; T15- 600 mg L⁻¹ x 20 min.; T16- 0 mg L⁻¹ x 30 min.; T17- 800 mg L⁻¹ x 5 seg.; T18- 800 mg L⁻¹ x 10 min.; T19- 800 mg L⁻¹ x 20 min.; T20- 800 mg L⁻¹ x 30 min.; T21- 1000 mg L⁻¹ x 5seg.; T22- 1000 mg L⁻¹ x 10 min.; T23- 1000 mg L⁻¹ x 20 min.; T24- 1000 mg L⁻¹ x 30 min.].

4.9.2 Experimento 2

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x4, sendo seis concentrações de ANA [0 (água destilada), 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L⁻¹] e quatro tempos de imersão (5 segundos, 10, 20 e 30 minutos), com três repetições de 10 estacas, totalizando 720 estacas. Foi utilizada a mesma distribuição de tratamentos descrita no experimento 1.

4.9.3 Experimento 3

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e quatro repetições de 10 estacas, totalizando 480 estacas.

Os tratamentos foram constituídos de 12 populações de camu-camu oriundas de diferentes localidades do Estado de Roraima, como são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Diferentes populações de camu-camu oriundas do Estado de Roraima segundo a sua localidade de origem

População	Localidade	Município	Coordenadas
BRB MU	Rio Branco-Lago Muçum	Caracaraí	N0°41,395' W61°33,918'
BRB EV	Rio Branco-Igarapé Estirão do Veadó	Caracaraí	N0°48,479' W61°26,331'
RB BQ	Rio Branco- Cachoeira Bem Querer	Caracaraí	N1°55,604' W61°00,221'
RB LM	Rio Branco-Lago Morena	Cantá	N2°27,550' W60°50,043'
RJA	Rio Jatapú	Caroebe-Entre Rios	N0°42,914' W59°17,647'
IAB	Rio Mucajaí-Igarapé Água Boa	Mucajaí	N2°39,875' W60°45,992'
RQ	Rio Quitauaú	Cantá	N2°25,551' W60°49,884'
RJI	Rio Jauaperí	Rorainópolis	N0°28,770' W60°29,953'
BRB ON	Rio Branco- Igarapé Onofre	Caracaraí	N0°56,969' W61°24,036'
BRB AT	Rio Branco-Igarapé Açaí Tuba	Caracaraí	N0°40,213' W61°32,906'
IPI	Rio Tacutú- Igarapé Pirara	Normandia	N3°39,804' W59°42,185'
BRB AB	Rio Branco-Igarapé Água Boa	Caracaraí	N1°09,876' W61°20,365'

4.10 Variáveis analisadas

Aos 90 dias após a instalação de cada experimento, foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de estacas enraizadas (% EE): foi quantificado o número de estacas enraizadas e transformados os dados em porcentagem. Foi considerada enraizada toda estaca que emitiu raiz, independente do seu número ou tamanho;
- Número de raízes (NR): foi quantificado o número de raízes por estaca;
- Comprimento de raiz (CR): com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, foi mensurado o comprimento da maior raiz, expresso em centímetros;
- Porcentagem de estacas calejadas (%EC): foi quantificado o número de estacas com presença de calo e os dados transformados em porcentagem.
- Porcentagem de estacas vivas (% EV): foi quantificado o número de estacas vivas e transformados os dados em porcentagem. Foi considerada estaca viva toda aquela que possuía calo, e (ou) raízes, folhas e brotos.

4.11 Análises estatísticas

Os dados obtidos em cada experimento foram submetidos à análise de variância utilizando-se, para os experimentos 1 e 2, o programa computacional estatístico Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2011) e para o experimento 3, o programa computacional GENES (CRUZ, 2006) .

Por se tratar de experimentos com fatores quantitativos, nos experimentos 1 e 2, as médias obtidas foram submetidas à análise de regressão, a 5% de probabilidade segundo as recomendações de GOMES (2000).

No experimento 3, foi aplicado o teste de médias Scott e Knott à 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de AIB e tempos de imersão em câmara de subirrigação

Na Tabela 2, estão apresentadas as estimativas dos quadrados médios referentes às análises de variância para as variáveis: porcentagem de estacas enraizadas (%EE), porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas calejadas (%EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR, cm). Observou-se o efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre concentrações e tempos de imersão para a porcentagem de estacas enraizadas, estacas vivas e número de raízes. Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos fatores estudados sobre a porcentagem de estacas calejadas e comprimento de raiz (Tabela 2).

Tabela 2. Quadrados médios e nível de significância das análises de variâncias individuais para porcentagem de estacas enraizadas (EE), vivas (EV), calejadas (EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) em estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de AIB e tempos de imersão em câmara de subirrigação.

FV	GL	Quadrado Médio					NR	CR (cm)
		EE (%)	EV (%)	EC (%)				
Concentrações AIB (C)	5	450,34 **	399,89 **	157,64 ^{ns}			0,35 *	0,33 ^{ns}
Tempo de Imersão (T)	3	359,32 *	369,88 *	24,78 ^{ns}			0,56 *	0,31 ^{ns}
C*T	15	332,31 **	304,79 *	82,91 ^{ns}			0,23 *	0,18 ^{ns}
Resíduo	48	96,49	99,02	61,55			0,10	0,39
Total	71							
CV		21,52	21,07	79,08			16,62	25,55

** significativo a 1% de probabilidade, segundo o teste F.

* significativo a 5% de probabilidade, segundo o teste F.

^{ns} não significativo.

Analisando-se a porcentagem de estacas enraizadas (%EE) (Figura 6), verificou-se que houve um comportamento quadrático das doses testadas em relação aos diferentes tempos de imersão para todas as curvas. Os melhores resultados foram obtidos quando as estacas foram submetidas à 10 minutos. Neste tempo, observou-se que houve um acréscimo na porcentagem de enraizamento até

a concentração máxima de 324,2 mg.L⁻¹, obtendo-se 61,32% de estacas enraizadas e, a partir desta, verificou-se um decréscimo nos valores desta variável.

Quando as estacas foram submetidas a 20 minutos de imersão em solução de AIB, verificou-se que a porcentagem de enraizamento decresceu até a concentração de 332,75 mg L⁻¹, e a partir desta, observou-se um incremento nesta variável na presença de concentrações mais elevadas. Quando as estacas foram submetidas aos tempos de 5 segundos ou 30 minutos, verificaram-se efeitos quadráticos, porém com porcentagens de enraizamentos inferiores aos mencionados acima.

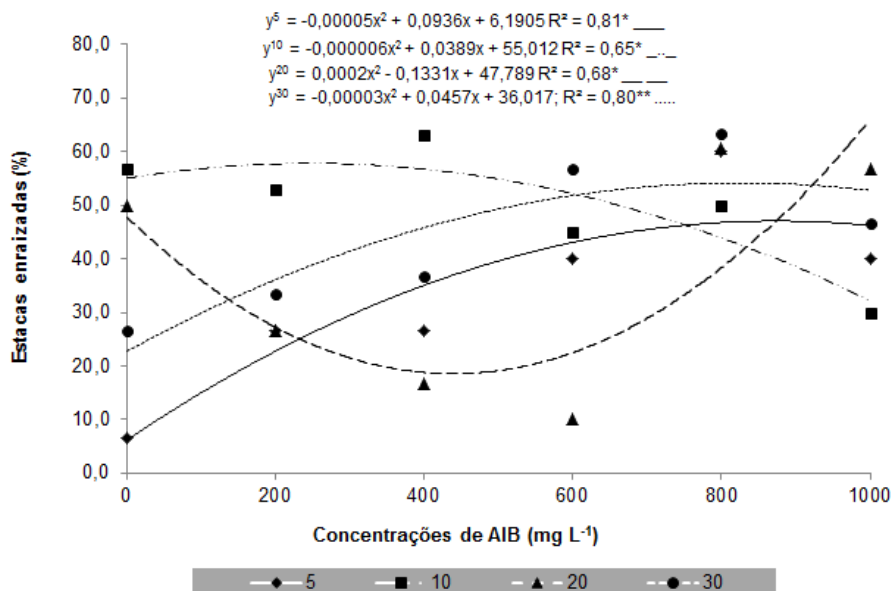


Figura 6. Porcentagem de estacas enraizadas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em AIB em câmara de subirrigação.

Os resultados obtidos acima estão de acordo com diversos autores na literatura (ALVARENGA; CARVALHO, 1983; ALCÂNTARA, et al., 2010), onde mencionam que o aumento na concentração de auxinas, aplicadas em estacas de diversas espécies, pode propiciar aumento na porcentagem de enraizamento até um ponto máximo, a partir do qual, qualquer acréscimo torna-se inibitório. No presente trabalho, quando as estacas foram submetidas a doses crescentes de AIB nos tempos de imersão de 5 segundos, 10 ou 30 minutos, apresentaram tendências semelhante ao já descritos pelos autores.

Em estudos realizados Cruz (2005), testando diferentes tempos de imersão em AIB e ANA em estacas lenhosas de camu-camu, em ambiente de câmara de subirrigação, obteve o melhor resultado para porcentagem de enraizamento, número de raízes e comprimento de raiz utilizando 200 mg L⁻¹ de AIB e 48 horas de imersão.

Por outro lado, também verificou-se que as câmaras de subirrigação propiciaram um ambiente adequado proporcionando a obtenção de bons resultados no enraizamento de estacas (56,7%) na ausência do fitorregulador (Figura 6) quando comparado com a maior porcentagem de enraizamento (61,32%). Hartmann et al. (2002), comentam que a concentração ótima para estimular o crescimento e diferenciação dos tecidos, causando aumento na porcentagem de enraizamento de estacas depende do nível endógeno do hormônio, combinado com outros promotores do enraizamento.

Provavelmente, a presença de auxinas endógenas nos tecidos das estacas, combinado com o adequado ambiente proporcionado pela câmara de subirrigação, influenciaram para a boa porcentagem de estacas enraizadas na ausência de AIB. Estes resultados evidenciam que dependendo das condições da estaca e do ambiente utilizado, o uso de fitorreguladores de enraizamento pode ser dispensado.

Efeito semelhante ao observado para a porcentagem de estacas enraizadas foi verificado para a porcentagem de estacas vivas (Figura 7), onde observou-se que houve uma tendência quadrática para a interação entre as concentrações de AIB e tempo de imersão para todas as curvas testadas. As maiores porcentagens de estacas vivas foram obtidas quando submetidas à 30 minutos de imersão. Neste, observou-se que houve um acréscimo na porcentagem de enraizamento até a concentração máxima de 699,2 mg.L⁻¹, obtendo-se 57,54% de estacas vivas e, a partir desta, verificou-se um decréscimo nos valores desta variável.

Quando as estacas foram submetidas a 20 minutos de imersão em solução de AIB, verificou-se que a porcentagem de estacas vivas decresceu até a concentração de 330,3 mg L⁻¹, e a partir desta, observou-se um incrementando nesta variável na presença de concentrações mais elevadas. Quando as estacas foram submetidas aos tempos de 5 segundos ou 10 minutos, verificaram-se efeitos quadráticos, porém com porcentagens de enraizamentos inferiores aos mencionados acima.

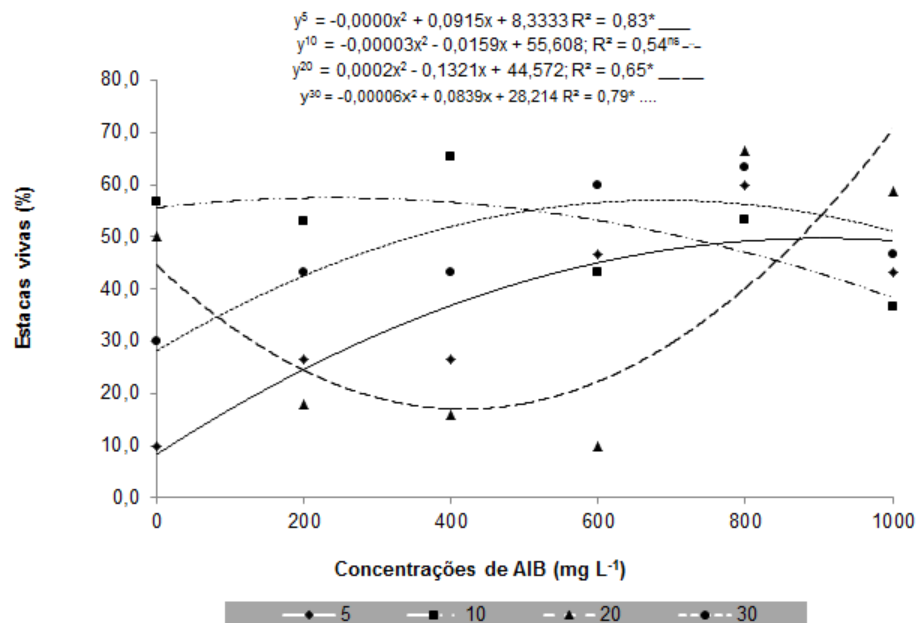


Figura 7. Porcentagem de estacas vivas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em AIB em câmara de subirrigação.

Os resultados observados para a porcentagem de estacas vivas no presente trabalho evidenciam que as estacas herbáceas não possuem reservas suficientes para sustentar as brotações por longo período de tempo sem a emissão de raízes, uma vez que o comportamento das diferentes curvas no diferentes tratamentos foram semelhantes aos encontrados para a porcentagem de estacas enraizadas (Figuras 6 e 7). Dessa forma, nas condições em que o trabalho foi realizado, verificou-se que apenas as estacas que emitiram raízes conseguiram manterem-se vivas.

Esse comportamento é esperado uma vez que as estacas de diferentes naturezas e espécies podem emitir brotações poucos dias após serem colocadas no leito de enraizamento devido suas reservas e manterem-se vivas por pouco tempo. Porém, a continuidade de suas atividades metabólicas e a manutenção e crescimento das brotações por um período maior de tempo dependerá da disponibilidade água e nutrientes que são absorvidos pelo sistema radicular. No presente trabalho, observou que todas as estacas vivas estavam enraizadas.

Para a variável número de raízes (NR), observou-se uma resposta às concentrações de AIB de tipo linear no tempo de imersão de 5 segundos e de ajuste quadrático nos tempos de 10, 20 e 30 minutos (Figura 8). Quando as estacas herbáceas foram submetidas à imersão por 30 minutos, verificou-se que houve um aumento no número de raízes até a concentração de 635 mg.L⁻¹, obtendo-se 5,95 raízes por estacas e, na presença de concentrações mais elevadas, houve um decréscimo nos valores desta variável.

Comportamento similar foi observado quando as estacas foram imersas por 20 minutos, porém com número de raízes bem inferiores, mesmo nas doses de máxima eficiência. Por outro lado, quando as estacas foram imersas por 10 minutos, verificou-se que o maior número de raízes (4,50) foi obtido na ausência de AIB e a medida que se elevou a dose deste fitorregulador houve um decréscimo nesta variável.

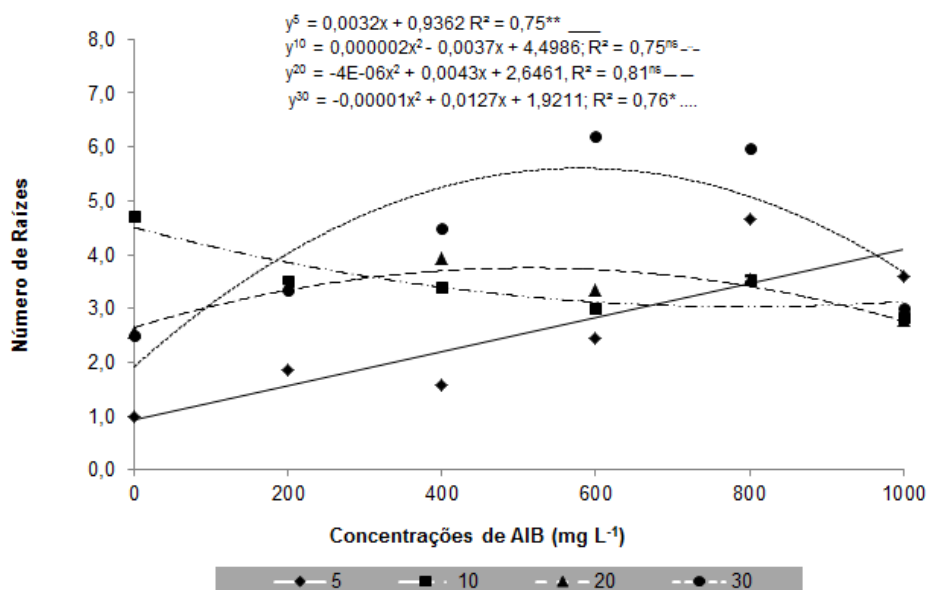


Figura 8. Número de raízes de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em AIB em câmara de subirrigação.

Silva et al. (2012), estudando o efeito dos fitorreguladores AIB e ANA no enraizamento de estacas semilenhosas de *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae), observaram o aumento no volume de raiz com o uso do AIB. Segundo os autores, o desenvolvimento adequado do sistema radicular é um fator que influenciará

diretamente no estabelecimento futuro da planta. No presente trabalho, verificou-se que o sistema radicular das estacas submetidas a 600mg.L^{-1} e 30 minutos de imersão eram abundantes e com raízes distribuídas em volta da estaca.

Para as variáveis porcentagens de estacas calejadas (%EC) e comprimento de raiz (CR) não se evidenciaram diferenças significativas nos fatores estudados. Resultados semelhantes são descritos na literatura com outras espécies tratadas com AIB, onde também não se observaram efeito significativo do uso do AIB na formação de calo e no comprimento de raiz, como por exemplo, em cajazeira e umbuzeiro (SOUZA, 2007) e cirigueleira (LIMA, et al., 2002), o que pode ser considerado um fator limitante ao enraizamento, pois, segundo Hartmann et al. (2002), a formação de calo pode ser precursora da formação de raízes adventícias.

Porém Martins (1998) afirma que as raízes podem se originar das células do câmbio e Mayer et al. (2006), verificou que a formação de calo não esteve diretamente relacionada com a formação de raízes adventícias em uva, que se originaram nos locais próximos aos calos da base das estacas, mas não diretamente deles. Segundo Fachinello et al., (2005), as estacas herbáceas não possuem câmbio desenvolvido, podendo seus primórdios radiculares surgirem entre os feixes vasculares.

5.2 Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de ANA e tempos de imersão em câmara de subirrigação

Na Tabela 3 estão apresentadas as estimativas dos quadrados médios referentes às análises de variância para as variáveis: porcentagem de estacas enraizadas (%EE), porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas calejadas (%EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR, cm). A análise de variância indica o efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre concentrações e tempos de imersão para a porcentagem de estacas enraizadas, vivas e comprimento de raiz. Para a porcentagem de estacas calejadas e número de raízes, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos fatores estudados.

Tabela 3. Quadrados médios e nível de significância das análises de variâncias individuais para porcentagem de estacas enraizadas (EE), vivas (EV), calejadas (EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) em estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações de ANA e tempos de imersão em câmara de subirrigação.

FV	GL	Quadrado Médio				
		EE (%)	EV (%)	EC (%)	NR	CR (cm)
Doses ANA (D)	5	1509,8 **	1581,4 **	21,06 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,26 *
Tempo de Imersão (T)	3	671,25 *	672,49 *	18,38 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,01 ^{ns}
D*T	15	317,08 *	310,87 *	10,36 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,43 *
Resíduo	48	119,26	118,15	15,04	0,19	0,49
Total	71					
CV		25,17	24,92	63,67	21,64	22,80

** significativo a 1% de probabilidade, segundo o teste F.

* significativo a 5% de probabilidade, segundo o teste F.

^{ns} não significativo.

De acordo com as análises de regressão realizadas observou-se, de maneira em geral, que para a porcentagem de estacas enraizadas (Figura 9) o maior valor foi observado na ausência de ANA.

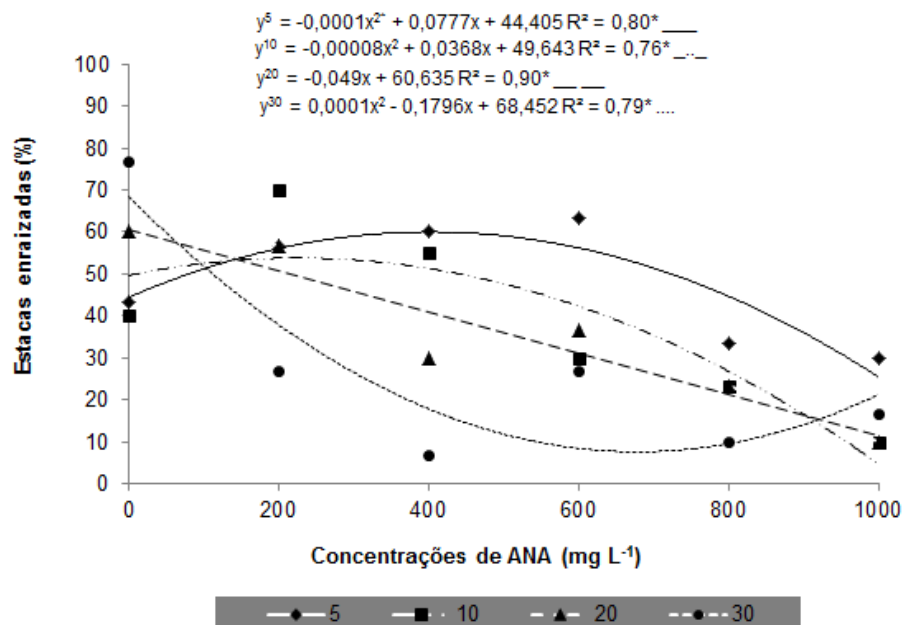


Figura 9: Porcentagem de estacas enraizadas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em ANA em câmara de subirrigação.

Observou-se um efeito polinomial quadrático para os tempos de imersão de 5 segundos, 10 e 30 minutos (Figura 9). Quando as estacas foram submetidas à imersão por 30 minutos, observou-se que a maior porcentagem de estacas enraizadas foi obtida na dose de 0 mg.L^{-1} com um percentual de 68,45% e a medida que se aumentou a concentração de ANA houve um efeito negativo nesta variável até a concentração de 895 mg.L^{-1} , a partir do qual observou novamente um pequeno aumento.

Efeito semelhante também foi observado quando as estacas foram submetidas a 20 minutos de imersão. Verificou-se um efeito linear com um decréscimo nas porcentagens de enraizamento à medida que se elevou a concentração de ANA, sendo que a maior porcentagem de estacas enraizadas foi de 60,63% na ausência de ANA.

Para o tempo de 5 segundos de imersão, obteve-se 59,50% de estacas enraizadas com a concentração de $388,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de ANA. E com imersão por 10 minutos, obteve-se 53,88% de enraizamento com 230 mg.L^{-1} , a partir das quais houveram um decréscimo à medida que se elevou as concentrações de ANA.

A maior porcentagem de estacas enraizadas obtida sem a adição de ANA pode ser explicada pelo fato de que, em estacas herbáceas de ramos terminais há a presença de auxinas que são produzidas no meristema apical do ramo e que são transportadas de forma basípeta para as células do parênquima até a base das estacas, onde é promovido o enraizamento, favorecendo uma maior formação de raízes (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Outro fato a ser considerado é que um maior tempo de imersão em água auxilia na lixiviação de compostos fenólicos, evitando oxidações e liberação de exsudados tóxicos ao tecido da estaca que muitas vezes prejudicam o enraizamento (LATTUADA et al., 2011; CAMPOS et al., 2005). Segundo Galeti (2010), para a estaquia de amoreira, é bastante difundida a técnica de imersão por 24hs em água, pois através dela pode-se lixiviar substâncias inibidoras do enraizamento.

Oliva e López (2005) estudaram o efeito de diferentes concentrações de ANA e tempos de imersão de 30 e 60 minutos, em estacas de camu-camu e obtiveram uma maior porcentagem de enraizamento com a menor concentração, 100 mg.L^{-1} , e menor tempo de imersão, 30 minutos. Com a maior concentração, 300 mg.L^{-1} e 60 minutos de imersão, não houve enraizamento das estacas. Os autores concluíram

que uma concentração de ANA elevada, combinada com um maior tempo de imersão, ocasiona uma menor probabilidade de enraizamento.

Resultados semelhantes aos obtidos para a porcentagem de enraizamento são observados para todas as interações testadas quanto à porcentagem de estacas vivas (Figura 10). Quando as estacas foram submetidas à imersão por 30 minutos, observou-se que a maior porcentagem de estacas vivas entre todas as interações estudadas foi obtida na concentração de 0 mg.L⁻¹, com um percentual de 67%. À medida que se aumentou a concentração de ANA, houve um efeito negativo nesta variável até a concentração de 719,5 mg.L⁻¹, a partir do qual observou novamente um pequeno aumento.

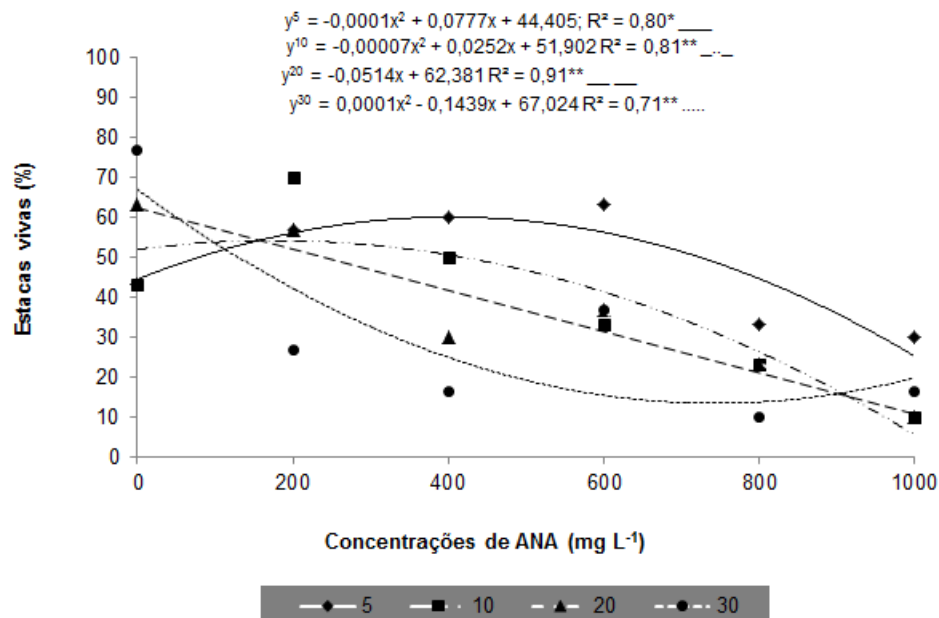


Figura 10. Porcentagem de estacas vivas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em ANA em câmara de subirrigação.

O comprimento de raiz também foi influenciado negativamente pelo uso de ANA para todas as interações testadas (Figura 11), onde o maior comprimento de raiz foi verificado na ausência de ANA com 13,1 cm em 30 minutos de imersão, excetuando-se do tratamento em que as estacas foram submetidas por 5 segundos de imersão. Porém neste, observou-se um aumento no comprimento da raiz até a concentração de 633,33 mg L⁻¹, a partir do qual observou um decréscimo nos

valores desta variável. Contudo, mesmo verificando-se efeito positivo na imersão de 5 segundos, o comprimento de raiz obtido ainda foi menor do que o verificado na ausência de ANA que foi de 13,1 cm. Delgado e Yuyama (2010) e Cruz (2005) observaram o efeito benéfico da aplicação de fitorreguladores, nesse caso com o uso do AIB, no comprimento de raízes de estacas lenhosas de camu-camu. Porém, no presente trabalho, mesmo verificando que em alguns tratamentos houve um efeito benéfico do uso de ANA no comprimento de raiz, os melhores resultados ainda são evidentes na ausência desse fitorregulador.

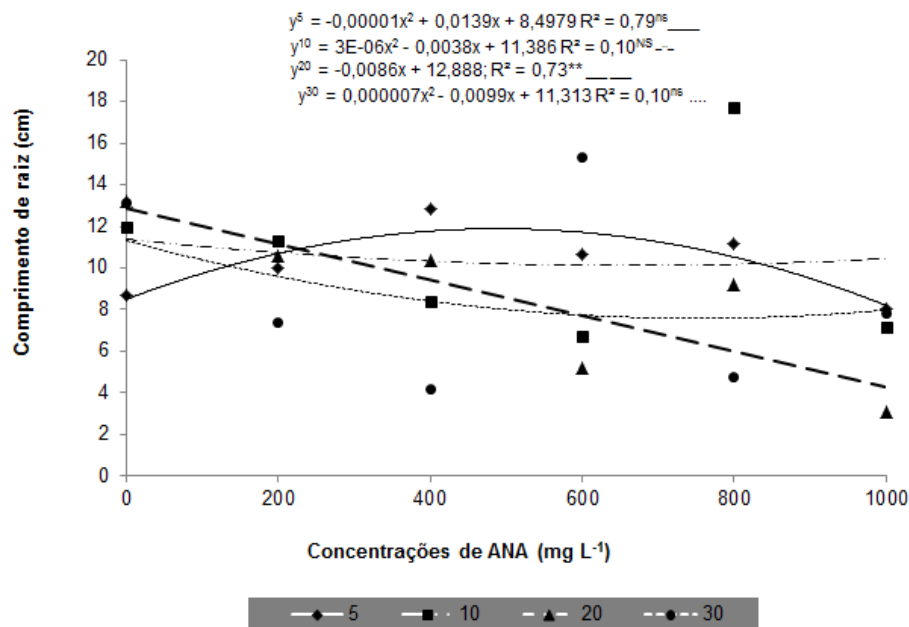


Figura 11. Comprimento de raiz de estacas herbáceas de camu-camu submetidas a diferentes concentrações e tempos de imersão em ANA em câmara de subirrigação.

Os resultados observados para a porcentagem de estacas enraizadas e vivas e comprimento de raiz indicam que pode haver toxicidade do fitorregulador ANA quando utilizado em concentrações mais elevadas. Silva et al. (2012) obteve resultados semelhantes em estudo feito com estacas semilenhosas de *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae), onde observaram uma maior porcentagem de estacas mortas e menor volume e comprimento de raiz com a maior concentração (4000 mg.L⁻¹) de ANA. Díaz (2010) relata que o ANA é bastante estável e é ligeiramente mais tóxico para a planta do que o AIB.

Leví (1987), citado por Díaz (2010), comenta que a utilização de ANA é mais delicada, porque a margem entre o pico de sua atividade máxima o pico de sua toxicidade é menor. No mesmo sentido, Gonzales e Schmidt (1992) afirmam que estacas menos lignificadas requerem menos estímulo de auxinas exógenas que as lenhosas, tanto para iniciar quanto para expressar inibição do enraizamento.

Por outro lado, se o ANA for utilizado em concentrações menores, suficientes para promover o enraizamento sem ocasionar toxidez, com um tempo melhor ajustado, pode-se obter aumentos significativos nas porcentagens de enraizamento e, principalmente favorecer o comprimento de raiz em estacas de camu-camu. Galucio (2002), utilizando estacas semilenhosas de camu-camu, obteve 90% de enraizamento com 200 mg L⁻¹ de ANA. Cruz (2005), obteve 60% de enraizamento com 200 mg.L⁻¹ de ANA e 24 horas de imersão em estacas semilenhosas de camu-camu. Assim, apesar de no presente trabalho a utilização de ANA não ter se mostrado benéfica, novos estudos podem ser realizados no sentido de aperfeiçoar a técnica e buscar uma maior porcentagem de estacas enraizadas, com maior qualidade do sistema radicular.

5.3 Enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu de diferentes populações em câmara de subirrigação.

Na Tabela 4 estão apresentadas as estimativas dos quadrados médios referentes às análises de variância para as variáveis porcentagem de estacas enraizadas (%EE), vivas (%EV), calejadas (%EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR, cm). As análises estatísticas evidenciam o efeito significativo das populações sobre a %EE ($p < 0,01$), %EC ($p < 0,05$), e NR ($p < 0,01$). Não houve diferenças significativas das populações sobre a porcentagem de estacas vivas e para o comprimento de raiz.

Tabela 4. Quadrados médios e nível de significância das análises de variâncias individuais para porcentagem de estacas enraizadas (EE), vivas (EV), calejadas (EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) de estacas herbáceas de camu-camu de 12 populações do Estado de Roraima.

FV	GL	Quadrado Médio				
		EE (%)	EV (%)	EC (%)	NR	CR (cm)
População	11	1032,39 **	2,08 ^{ns}	225,7 *	3,37 **	4,83 ^{ns}
Resíduo	36	242,36	2,08	86,53	0,73	4,24
Total	47					
CV		19,6	11,45	51,76	21,5	21,32

** significativo a 1% de probabilidade, segundo o teste F.

* significativo a 5% de probabilidade, segundo o teste F.

^{ns} não significativo.

De maneira em geral as populações de camu-camu apresentaram um bom índice de enraizamento, variando de 42,50 a 100% de EE, evidenciando que a espécie apresenta fácil enraizamento através da técnica de propagação com estacas herbáceas (Tabela 5).

Tabela 5. Médias de estacas herbáceas de camu-camu de 12 populações do Estado de Roraima para porcentagem de estacas enraizadas (EE), vivas (EV), calejadas (EC), número de raízes (NR) e comprimento de raiz (CR) em câmara de subirrigação.

POPULAÇÃO	EE (%)	EV (%)	EC (%)	NR	CR (cm)
	Média				
BRB AB	70,00 b	100,00 a	30,00 a	3,40 b	10,72 a
BRB AT	77,50 b	100,00 a	22,50 a	4,10 a	9,45 a
BRB EV	72,50 b	97,50 a	25,00 a	4,80 a	10,74 a
BRB ON	70,00 b	100,00 a	27,50 a	4,70 a	7,59 a
BRB MU	67,50 b	100,00 a	30,00 a	3,40 b	9,83 a
IAB	100,00 a	100,00 a	1,00 b	3,10 b	10,19 a
IPI	92,50 a	100,00 a	7,50 b	3,60 b	9,03 a
RB BQ	92,50 a	100,00 a	7,50 b	5,10 a	9,25 a
RB LM	87,50 a	100,00 a	12,50 b	4,30 a	9,61 a
RJA	85,00 a	100,00 a	15,00 b	4,10 a	7,94 a
RJI	95,00 a	100,00 a	5,00 b	5,10 a	10,47 a
RQ	42,50 c	100,00 a	22,50 a	2,00 b	11,14 a
Média Geral	79,38	99,79	17,17	3,96	9,66

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott & Knott ($p \geq 0,05$)

Estes resultados foram semelhantes aos verificados por Ganz (2008) e Cruz (2012), os quais observaram que estacas herbáceas de camu-camu, com incrementos de área foliar de 1 a 3 pares de folhas propagadas mediante o mesmo sistema e com diferentes plantas matrizes obtiveram enraizamentos que variaram entre 30,61 a 80,74% de enraizamento e com 70 a 100% de sobrevivência. Os mesmos autores também descreveram algumas quedas nos índices de enraizamentos em clones das mesmas populações o qual foi atribuída em todos os casos a fatores endógenos próprias da planta matriz ou material genético.

Nesse sentido, é comum que diversos materiais clonais de algumas espécies apresentem grandes diferenças na capacidade de enraizamento (CRUZ, 2012). Assim, Rojas, Arce e Arriaga (1997) em estudos clonais com *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, observaram que com alguns materiais clonais pode-se alcançar até 80% de enraizamento, porém, outras não conseguem a indução de raízes. Entretanto, Ganz (2008) considera que enraizamentos abaixo de 70%, não são adequados para espécie nenhuma em escala comercial.

Na Tabela 5, pode-se destacar a porcentagem de estacas enraizadas (EE) das populações IAB (100%), RJI (95%), IPI e RB BQ (92%), seguidas das populações RB LM (87,50%) e RJA (85%), diferindo significativamente das demais populações pelo teste de Skott e Knott ($p < 0,05$) aos 90 dias da instalação do experimento. As populações BRB MU e RQ foram as que obtiveram os menores valores para porcentagem de estacas enraizadas, as quais apresentaram abaixo de 70% com (67,5 e 42,50%), respectivamente.

De modo em geral, os dados confirmam, portanto, a boa performance de 10 das 12 populações estudadas em relação ao enraizamento por estacas herbáceas, indicando-os como potencialmente promissores para essa característica, o que permitirá identificar a curto prazo genótipos de acordo com o ideótipo de planta descritos nos programas de melhoramento da espécie (YUYAMA, 2011; PINEDO et al., 2004).

Rodríguez et al. (2013) estudaram a capacidade rizogênica de plantas matrizes promissoras de camu-camu com diferentes pares de folhas utilizando estacas herbáceas em câmara de subirrigação e observaram alta variabilidade e influência da planta matriz sobre o processo de rizogênese.

Com relação a porcentagem de estacas vivas, as estacas herbáceas das 12 populações de *M. dubia* apresentaram alto índice de sobrevivência até 100% de EV, porém, observou-se uma leve variação na população BRB EV com 97,50% de estacas vivas (Tabela 5).

Pelo exposto, a porcentagem de estacas calejadas (EC) foi de mediana a baixa incidência, sendo que a formação de calo constitui um tecido pouco diferenciado, desorganizado e em diferentes etapas de lignificação, representando o início do processo de regeneração, levando as células a se tornarem meristemáticas, diferenciando-se e originando primórdios radiculares (FACHINELLO et al., 1995).

Neste sentido, as populações que obtiveram valores menores de 70% de estacas enraizadas compensaram com a presença de calo, variando de 22,5 até 30%. As populações com maior incidência de formação de calo foram BRB AB e BRB MU (30%), BRB ON (27,5%), BRB EV (25%) e RQ (22,5%) aos 90 dias da instalação do experimento. Em estudo realizado por Rodríguez et al. (2013) foi observado que a formação de calo foi superior a taxa de enraizamento.

Para número de raiz, observou-se que praticamente houve a formação de dois grupos distintos entre si. As populações BRB AT, BRB EV, BRB ON, RB BQ, RB LM, RJA e RJI foram as que apresentaram os maiores números de raízes, seguidas das demais populações que compõem o segundo grupo com os menores número de raízes, sendo elas BRB AB, BRB MU, IAB, IPI, RQ.

6. CONCLUSÕES

A câmara de subirrigação mostrou-se um ambiente adequado para a propagação vegetativa via enraizamento de estacas herbáceas de camu-camu como forma de multiplicação clonal de genótipos superiores.

Maior sucesso na propagação vegetativa de camu-camu via enraizamento de estacas herbáceas é obtida com o uso de $324,2 \text{ mgL}^{-1}$ de AIB e 10 minutos de imersão.

Maior sucesso na propagação vegetativa de camu-camu via enraizamento de estacas herbáceas é obtida na ausência de ANA.

Existe variabilidade populacional na capacidade rizogênica de estacas herbáceas de camu-camu.

As populações IAB (100%), RJI (95%), IPI e RB BQ (92%), seguidas das populações RB LM (87,50%) e RJA (85%) de EE são as que apresentam maior capacidade rizogênica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, G. B. et al. Efeito dos ácidos naftaleno acético e indolbutírico no enraizamento de estacas de jambolão [*Syzygium cumini* (L.) Skeels]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.3, p. 317-321, Botucatú, 2010.

ALEXANDRE, R. S. et al. Enraizamento de diferentes genótipos de *Passiflora alata* Curtis em resposta a ausência e presença de ácido indol-3-butírico (AIB). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 56, n. 4, p. 287-291, 2013.

ALVARENGA, L. R. de; CARVALHO, V. D. de. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas de frutíferas. **Informe Agropecuário**, v.9, n.101, p.47-55, 1983.

BARRETO, A. G. **Clarificação e concentração do suco de camu-camu por processos de separação com membranas**. 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

BASTOS, D. C. et al. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso de AIB no enraizamento de estacas herbáceas de caramboleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 281-284, 2005.

BASTOS, D. C. et al. Tipo de estaca e concentração de ácido indol-butírico na propagação da lichieira. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 97-102, Janeiro/Fevereiro, 2006.

BASTOS, D. C.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; PIO, R. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso do ácido indolbutírico na propagação da caramboleira por estacas lenhosas. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 33, n.1, p. 313-318, 2009.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. 3ª edição, Ícone Editora, São Paulo, 1993.

CALZADA, J. 143 **Frutales nativos**. UNALM. Lima-Perú. 1980. 320 p.

CAMPOS, A.D. et al. **Enraizamento de estacas de mirtilo provenientes de ramos lenhosos**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2005. (Comunicado Técnico.133).

CARVALHO, A dos S. **Ocorrência, distribuição geográfica e estudo fenológico de camu-camuzeiro (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) no estado de Roraima**. 2012. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.

CID, L. P. B.; TEIXEIRA, J. B. Explante, meio nutritivo, luz e temperatura. In: CID, L. P. B. (Ed.). **Cultivo in vitro de Plantas**. Brasília: Embrapa, 2010. p. 15-49.

CHAGAS, E. A. et al. Propagação de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H. B. K.) Mcvaugh). **Revista Agroambiente On-line**, v.6, p.67-73, 2012.

CRUZ, C. A. O. **Enraizamento de estaquillas de camu camu arbustivo *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, mediante el incremento de área foliar, em câmaras de sub irrigación, em Ucayali.** **Anais...** Encuentro Científico Internacional de Verano, Lima-Peru, 2012.

CRUZ, C. D. **Programa Genes-Biometria**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006, v. 1. 382 p.

CRUZ, C. O. Efecto de fitoreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, camu camu arbustivo, en Ucayali- Peru. **Folia Amazónica**, v.14, n.2, p.19-25, 2005.

CRUZ, C. O.; VARGAS, V.; LINARES, C. Selección de Plantas Madre promisorias de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh), camu camu arbustivo, em Ucayali-Perú. **Folia Amazônica**, v. 14, n. 2, p. 85-89, 2005.

CUNHA, A. M. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 58, p. 35-47, 2009.

DAVIES, P. J. (Ed.) **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publication, 1995. p.1-12.

DELGADO, J. P. M.; YUYAMA, K. Comprimento de estaca de camu-camu com ácido indolbutírico para a formação de mudas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 32, n. 2, p. 522-526, 2010.

DÍAZ, M. H. G. **Técnicas de propagación por estacas**. Trabajo monográfico para optar el título profesional de: ingeniero agrónomo universidad nacional de ucayali facultad de ciencias agropecuarias escuela profesional de agronomía técnicas de propagación por estacas. Ucayali-Peru, 2010.

ENCISO NARAZAS, R. M.; VILLACHICA, H. Producción y manejo de plantas injertadas de camu-camu (*Myrciaria dubia*) en vivero. Instituto Nacional de Investigación Agrária, 20 p. **Informe técnico** 25. 1993.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília. Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FACHINELLO, J. C.; et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Pelotas**: UFPel. 1995. 179p.

FAHN A. **Plant anatomy**. 4a ed. Exeter, BPC Wheatons, 1995. 588p.

FANEGO, A. **Aportes a la metodología de propagación de *Bougainvillea glabra* Choisy**. Tesis presentada en opción del título académico de "Master en Ciencias Agrícolas", Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Pérez. 2006. 56

p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Propagação assexuada do camu-camu (*Myrciaria dubia*) através de enxertia do tipo garfagem. **Acta Amazônica**, v. 27. p. 163-168, 1997.

FRANZON, R. C.; et al. Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) do sul do Brasil por enxertia de garfagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 262-267. 2010.

GALETI, N.C.S. et al. Estaquia de amoreiras submetidas a pré-tratamento com água e diferentes substratos orgânicos. **Scientia Agraria**, v.11, n.6, p.451-457, 2010.

GALUCIO, P.B. **Producción de mudas de camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) por estacas utilizando ramas provenientes de diferentes tipos y posiciones de la planta**, 2002. Manaus: INPA-Brasil, 2002 (Nota Técnica)

GANZ, L.P. **Validación clonal de plantas madres promissoras de *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh “camu camu arbustivo” en cámaras de sub irrigación em Ucayali-Perú**. Tesis para optar el título de ingeniero em recursos naturales renovables mención forestales. Universidad Nacional Agrária de la Selva. Tingo Maria- Perú. 2008.

GOLDSMITH, M.H.M. The polar transport of auxin. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, p.439-478, 1977

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14 ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 477p, 2000.

GONZÁLEZ, M.G.N.; SCHIMIDT, C.A.P. Estudo do efeito de duas concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA) no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Kumagai. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.3, p.229-232, 1992.

HAISSIG, B.E.; DAVIS, T.D.; RIEMENSCHNEIDER, D. E. Reseaching the controls of adventitious rooting. **Physiologia Plantarum**, Copenhagem, v.84, p. 310-317, 1992

HARTMANN, H.; KESTER, D. **Propagación de plantas. Principios y prácticas**. VI impresión. Compañía editorial continental. México. 760 p, 1998.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HOFFMANN, A. et al. **Propagação de plantas frutíferas**. UFLA, FAEPE. Lavras, p.89-90, 1996.

ITAI, C.; BIRNBAUM, H. Synthesis of plant growth regulators by roots. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, V. (Eds.) **Plant roots: the hidden half**. New York: Marcel Dekker, 1996. p.273-284

JESUS, A. M. S.et al. Observações anatômicas em plantas de *Coffea arabica* L. **Revista Ceres**. v. 57, 2010, p.175-180.

KOCHBA, J.et al. Stimulation of rooting of citrus embryoids by gibberellic acids and adenine sulphate. **Annals of Botany**, Oxford, v.38, p.795-802, 1974.

KRAMM, C. **Propagación vegetativa de cuatro especies arbustivas nativas con posibilidades ornamentales**. Tesis optar al grado de licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. 1987. 50 p.

LATTUADA, D. S.; SPIER, M.; SOUZA, P. V. D. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pintangueiras. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, p. 2073-2079, 2011.

LEAKEY, R.B et al. Low technology techniques for vegetative propagation of tropical trees. **Commonwealth Forestry Review**, 66:61-75, 1990.

LEVÍ, Y. **Propagación de estacas de tornillo (*Cedrelinga cateniformis Ducke*) con aplicación de estimulantes del enraizamiento bajo condiciones de Tingo María**. Tesis Ing. Recursos naturales renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. 1987 113 p.

LIMA, A. K. C. et al. Propagação de cajarana (*Spondias sp.*) e cirigüela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró- RN. **Caatinga**, Mossoró- RN,v. 15, n. 1/2, p. 33- 38, 2002.

LIMA, D. M.; et al. Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schuacke com a aplicação de ácido indolbutírico relacionada a aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 13, p. 422-438, 2011.

LONGMAN, K. Rooting cutting of tropical trees. Commonwealth. **Science Council**. London. 1993.

MARTINS, A.B.G. **Enraizamento de estacas enfolhadas de três variedades de lichia *Litchi chinensis* Sonn.** 1998. 100f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 1998.

MAYER, J.L.S.; BIASI, L.A.; BONA, C. Capacidade de enraizamento de estacas de quatro cultivares de *Vitis* L. (Vitaceae) relacionadas com os aspectos anatômicos. **Acta Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 563-568, 2006.

MERCIER, H. Auxinas. In: KERBAUY, G. B. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431p.

MESÉN, F. **Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de Propagadores de sub-irrigación.** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica 33 p. 1998.

METZKER, M. Pela soberania científica da Amazônia. **Revista SEBRAE**, n.2, dez/jan. 2001. p. 47-51.

MOREIRA FILHO, M.; FERREIRA, S. A.N. Clonagem do camu-camu arbustivo em porta-enxertos de camu-camu arbustivo e arbóreo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1202-1205, 2009.

OLIVA, C.; LÓPEZ, A. Efecto del ácido naftalenacético en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia*, camu-camu. **Folia Amazónica**, v. 14 n. 2, 2005.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 1993.

PASQUAL, M. et al. **Fruticultura Comercial: Propagação de plantas frutíferas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137 p.

PICÓN BAOS, C.; DELGADO DE LA FLOR, F.; PADILHA TRUEBA, C. **Descriptor de camu camu.** Lima: INIA, Programa Nacional de Cultivos Tropicales. (INIA. Informe Técnico, 8). p. 55, 1987.

PILLARY, I; RAILTON, I.D. Complete release of axillary buds from apical dominance in intact, light-grown seedlings of *Pisum sativum* L. following a single application of cytokinin. **Plant Physiology**, v.71, p.972-974, 1983.

PINEDO, M. et al. **Plan de mejoramiento genético de camu camu.** 1.ed. Iquitos-Perú, IIAP, 2004. 54 p.

PINO, P. 2002. **Propagación vegetativa de Drimys Winteris, una especie con características medicinales, sometidas a dos sistemas de riego: microjet y cinta de goteo, en el sector de Huichahue IX región.** Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela de Ciencias forestales, 52 p.

PIRES, E.J.P.; BIASI, L.A. Propagação da videira. In: POMMER, C.V. **Uva: tecnologia da produção, pós colheita e mercado.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. Cap.5, p.295-350.

QUEUPUMIL, H. **Evaluación de dos sistemas de riego microjet y goteo, con la utilización de dos sustratos (turba y tierra – arena), en la propagación vegetativa por estacas de Drimys winteri Forst, (canelo) bajo condiciones de invernadero en la comunidad indígena millapan romero.** 53p. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 2004.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Avaliação da época de estaquia e uso de bioregulador no enraizamento de estacas de figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p.748-753, 2008.

- RIBEIRO, M.N.O. et al. Efeitos do AIB e GA₃ na micropropagação de *Zantedeschia aethiopica*. **Ceres**, Viçosa, v.53, n.309, p.568-573, 2006.
- RIBEIRO, S. I.; MOTA, M. G. C.; CORRÊA, M. L. P. Recomendações para o cultivo do camucamuzeiro no Estado do Pará. **Circular Técnica**, Embrapa, Belém (PA), 2002.
- ROCHA, G. **Manual de propagación de plantas**. 2. ed. Editorial Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 1998. 209 p.
- RODRIGUES, T. D. J. D.; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal - Hormônios das plantas**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 8 5 9. Jaboticabal: Funep, 2004, 78p.
- RODRÍGUEZ, et al. Capacidad de enraizamiento de plantas matrices promisorias de *Myrciaria dubia* en cámaras de subirrigación. **Revista Ceres**, v.60, n.6, p. 447-450, 2013.
- RODRIGUÉZ, et al. **Propagación de estacas herbáceas de camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) en cámaras de subirrigación en Ucayali-Perú. Anais... XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura** p. 5716 – 5720. Bento Gonçalves, 2012.
- ROJAS, P., ARCE, P., ARRIAGADA, M. Propagación vegetativa por estacas en *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. **Ciencia e Investigación Forestal**. v.1, n. 2, p. 1-8, 1997.
- ROJAS, S. GARCIA, J. ALARCON, M. **Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies amazónicas**. CORPOICA / PRONATA / MADR. Colombia. 2004. 55p.
- RONCATTO, G., et al. Enraizamento de estacas herbáceas de diferentes espécies de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 1094-1099, 2008.
- SADHU, M.K. 2005. **Plant propagation**. New Age International Limited Publishers. India. 281 p.
- SANTANA, S.C. Propagação de camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] por meio de estaquia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Manaus, n. 29, p. 166-171, 1998.
- SANTOS, R. A. **Propriedades de retenção de água por espaços não homogêneos: Experimentos de laboratório e simulação computacional**. Dissertação (Mestrado em Ciências-Física). Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2005.
- SASSO, S. A. Z. **Propagação vegetativa de jaboticabeira**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campos Dois Vizinhos. 64 p. Pato Branco, 2009.

SCALOPPI JUNIOR, E. J. **Propagação de espécies de Annonaceae com estacas caulinares**. 2007. 104 p. Tese (Doutorado em Agronomia-Produção Vegetal). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal- SP, 2007.

SILVA, F. V. C. et al. Propagação vegetativa de camu-camu por estaquia: efeito de fitorreguladores e substratos. **Revista Agroambiente On-line**, v.3. p.92-98. 2009.

SILVA, V. X. **Determinação do ponto de colheita do camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) por meio de atributos de qualidade e funcionais**. 2012. 109 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2012.

SILVA, R. C. et al. Enraizamento de estacas de *Melaleuca alternifolia* submetidas a diferentes reguladores vegetais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1643-1652, 2012.

SOUZA, E. P. **Propagação vegetativa da cajazeira e do umbuzeiro por meio de estaquia, alporquia e enxertia**. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2007. 105 p.

SUGUINO, E; ARAÚJO, P. S. R; SIMÃO, S. **Cultivo do camu-camu (*Myrciaria dubia*)**. Piracicaba: série Produtor Rural – nº 16, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TREVISAN, R. et al. Enraizamento de estacas herbáceas de mirtilo: influência da lesão na base e do ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 402-406, 2008.

VAN STADEN, J.; DAVEY, E. The synthesis, transport and metabolism of endogenous cytokinins. **Plant, Cell and Environment**, v.2, p.93-106, 1979.

VÁSQUEZ M. A. **El Camu camu, Cultivo, Manejo e Investigaciones**. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana- Facultad de Agronomía- Iquitos-Perú, 2000.

VERNIER, R. M.; CARDOSO, S. B. Influência do ácido indol-butírico no enraizamento de espécies frutíferas e ornamentais. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, v.2 n.2, p. 11-16, 2013.

VILLA, F. et al. Propagação de amoreira-preta utilizando estacas lenhosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p. 829-834, 2003.

WENDLING, I. et al. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, (Coleção Jardinagem e Paisagismo. Série Produção de Mudas Ornamentais), 165 p, 2002.

WIGHTMAN, F.; SCHNEIDER, E. A.; THIMANN, K. V. Hormonal factors controlling the initiation and development of lateral roots II. Effects of exogenous growth factors

on lateral root formation in pea roots. **Physiologia Plantarum**, v.49, p.304-314, 1980.

WRIGHT, J. 1984. Mejoramiento genético de los árboles forestales. **Estudios de selvicultura y productos forestales**, n. 16, FAO. Roma, Italia. 436 p.

YUYAMA, K. et al. **Camu-camu**. Jaboticabal: Funep, 50p. (Série Frutas Nativas, 4). 2010.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J.P.L.; YUYAMA, L.K.O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amazônica**, v. 32, n. 1, p. 169-174, 2002.

YUYAMA, K.; VALENTE, J.P.; (Org.). **Camu-camu *Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh.** 1. ed. CVR, Curitiba-Brasil. Financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) do INPA, 2011. 216 p.

YUYAMA, K. A cultura do camu-camu no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.2, junho, 2011.

ZAMUDIO, L. H. B.; **Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa.** 2007. 121p. Monografia (Especialização em Nutrição Humana) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

ZANATTA, C.F. **Determinação da composição de carotenoides e antocianinas de camu-camu (*Myrciaria dubia*).** 2004. [s.n.]. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 2004.