

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARTHA LUCÍA PEÑA PEÑA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L.) POR
ESTAQUIA E MINIESTAQUIA**

CURITIBA

2014

MARTHA LUCÍA PEÑA PEÑA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L.) POR
ESTAQUIA E MINIESTAQUIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de
Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi

Co-orientador: Prof. Dr. Flávio Zanette

**CURITIBA
2014**

P397 Peña Peña, Martha Lucía.

Propagação vegetativa de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) por estaquia e miniestaquia. / Martha Lucía Peña Peña. – Curitiba : 2014.

90 f. il.

Orientador: Luiz Antonio Biasi.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.

Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal.

1. Plantas – Propagação por estaquia. 2. Pitangueira - Crescimento. I. Biasi, Luiz Antonio. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. III. Título.

CDU 631.53



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL




PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pela candidata **MARTHA LUCIA PEÑA PEÑA**, sob o título "PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PITANGUEIRA (*Eugenia uniflora* L.) POR ESTAQUIA E MINIESTAQUIA", para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Tese.


Curitiba, 09 de Dezembro de 2014.



Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Dr. Elvar Wendling
Primeiro Examinador


Professor Dr. Ruy Inácio Neiva de Carvalho
Segundo Examinador


Professora Dra. Katia Christina Zuffellato Ribas
Terceira Examinadora


Professor Dr. Flávio Zanette
Quarto Examinador


Professor Dr. Luiz Antonio Biasi
Presidente da Banca e Orientador

Dedico

¶ Deus

O Senhor, *quão variadas são as vossas obras!*
Feitas, todas, com sabedoria,
a terra está cheia das coisas que criastes.
Salmo 103, 24.

¶ minha família

Em especial aos meus pais,
honestos e responsáveis,
pelo dom da vida, pelos ensinamentos
que tem recebido de Deus através do meu lar.
Marco Fidel, admirável pai, exemplo de vida,
e Blanca Inés (*in memoriam*) incomparável mãe,
são palavras do meu coração.

O Senhor é meu pastor, nada me faltará.

Em verdes prados ele me faz repousar.

Conduz-me junto às águas refrescantes,

restaura as forças de minha alma.

Pelos caminhos retos ele me leva, por amor do seu nome.

A vossa bondade e misericórdia

hão de seguir-me por todos os dias da minha vida.

E habitarei na casa do Senhor por longos dias.

Salmo 22

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Fé, pela perfeição de sua obra, a natureza, por estar presente em meu caminho e iluminar meus passos, por permitir a superação deste período com saúde, esforço, dedicação, e persistência, e por poder entregar este trabalho em suas mãos.

À Universidade Federal do Paraná, pela atualização e complementação da minha formação profissional, pela oportunidade de realizar o Doutorado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi, por ter me recebido como aluna, pela oportunidade de realizar este trabalho, por disponibilizar recursos à realização desta pesquisa, por me incentivar a crescer ao longo desta jornada, pelos ensinamentos transmitidos e indispensáveis conselhos sempre oportunos, pela compreensão, paciência, disposição em ajudar, e amizade constante.

Ao Prof. Dr. Flávio Zanette, pela co-orientação do trabalho, pelas idéias e sugestões para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos queridos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, por terem me aceitado como aluna em cada disciplina, pela oportunidade de aprendizado.

Ao Prof. Dr. Cícero Deschamps, Prof. Dr. Mauro Brasil Dias Tofanelli, Prof. Dr. Flávio Zanette e Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi, pela participação no Exame de Qualificação.

À Prof.^a Dr.^a Katia Christina Zuffellato Ribas, Prof.^a Dr.^a Francine Lorena Cuquel e à Prof.^a Dr.^a Giovana Bomfim de Alcantara, ao Prof. Dr. Flávio Zanette e Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi, pela participação na banca de Pré-Defesa e pelas valiosas sugestões.

Aos membros da banca de Defesa pelas valiosas contribuições.

À Lucimara Antunes, secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, e demais funcionários pela atenção e auxílio.

Aos valiosos colegas encontrados durante o Curso do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, pela convivência, companhia, e por todos os momentos juntos.

Aos estagiários pela participação e colaboração nas atividades de instalação e avaliação de experimentos.

Ao Dr. Roberto Jose Mello de Moura da Estação Experimental de Itambé – PE, do Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), pelo envio das sementes da pitangueira.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida.

À minha família, por estar presente com carinho e compreensão, pelo apoio e incentivo.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram tornando possível a realização deste trabalho.

Muito obrigada sempre!

RESUMO

A pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pertencente à família Myrtaceae é uma espécie arbórea nativa brasileira, do bioma Mata Atlântica. Ela apresenta potencial para restauração ecológica, exploração pelas indústrias alimentícias, cosméticas e medicinais, e pode melhorar as condições de vida das comunidades rurais. Considerando-se o elevado potencial de expansão do cultivo, a propagação vegetativa permite a formação de pomares homogêneos. Para superar a dificuldade de enraizamento de propágulos provenientes de plantas lenhosas adultas é necessário o resgate da planta matriz utilizando técnicas de indução de brotações juvenis. O experimento de estaquia teve como objetivo avaliar o potencial rizogênico de estacas herbáceas de pitangueira coletadas a partir de brotações do ano da copa e de brotações do ano provenientes de decepta, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Foram selecionadas plantas matrizes oriundas de sementes. As estacas foram provenientes de: brotações do ano da copa de oito plantas matrizes com idade de quatro anos e oito meses, e brotações do ano provenientes da decepta de oito plantas matrizes realizadas a 10 cm de altura do solo, e de oito a 30 cm. Os tratamentos com AIB variaram entre 0 e 8.000 mg L⁻¹. O enraizamento adventício não foi viável em estacas herbáceas provenientes de brotações do ano da copa, com ou sem utilização de AIB. Em estacas herbáceas oriundas de brotações do ano provenientes de decepta o maior percentual de enraizamento (38,3%) foi obtido sem utilização de AIB. Os experimentos de miniestaquia tiveram como objetivo avaliar a viabilidade da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de pitangueira, por meio da produtividade e sobrevivência das minicepas, e do enraizamento das miniestacas tratadas com diferentes concentrações do ácido indolbutírico (AIB) nas sucessivas coletas. As minicepas foram cultivadas em minijardim em tubetes. Os tratamentos com AIB para miniestacas variaram entre 0 e 4.000 mg L⁻¹. Para o experimento com minicepas via enxertia, obteve-se 100% de sobrevivência das minicepas após quatro coletas sucessivas de brotações. No período de temperatura mais elevada foi possível realizar duas coletas de brotações. A produtividade média foi de 384,4 miniestacas por m² por mês. Verificou-se enraizamento adventício inferior a 1,9%. O enraizamento de miniestacas oriundas de enxertia não foi favorecido com o uso de AIB. Para o experimento com minicepas via sementes, obteve-se 99,28% de sobrevivência das minicepas e produtividade média de 362 miniestacas por m² por mês, considerando 2,5 miniestacas por minicepa por coleta a cada 51 dias. A maior média de produção de miniestacas ocorreu na coleta da época 4 (verão) e a menor na coleta da época 8 (inverno). Verificou-se enraizamento adventício variando de 57,2 (coleta 6) até 97,2% (coleta 1). As miniestacas provenientes das primeiras cinco coletas realizadas até os 247 dias após instalação do minijardim apresentam índices de enraizamento significativamente superiores às provenientes das últimas três coletas, além de melhor qualidade do sistema radicial. O enraizamento de miniestacas de origem seminal é favorecido com o uso de AIB em concentrações próximas de 2.500 mg L⁻¹.

Palavras-chave: Myrtaceae, enraizamento, juvenilidade, decepta, minijardim, auxinas.

VEGETATIVE PROPAGATION OF SURINAM CHERRY (*Eugenia uniflora* L.) BY THE CUTTING AND MINICUTTING TECHNIQUE

ABSTRACT

Surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) of the Myrtaceae family is a native Brazilian tree species from the Atlantic Forest biome which shows potential for ecological restoration and utilization by food, cosmetics, and medicine industries, and may improve the living conditions of rural communities. Considering the high potential for expanding planted area, vegetative propagation would allow the establishment of homogeneous orchards. To overcome the difficulty of rooting propagules derived from woody adult plants, recovery of the mother plant is necessary using techniques for inducing young shoots. The aim of the cutting experiment was to evaluate the rooting potential of Surinam cherry softwood cuttings collected from treetop sprouts of the year and stump sprouts of the year submitted to treatment with different concentrations of indole-3-butyric acid (IBA). Stock plants originating from seeds were selected. Cuttings came from treetop sprouts of the year of eight stock plants aged four years and eight months, and stump sprouts of the year. Stump sprouts were cut from eight trunks at 10 and eight trunks at 30 cm above ground level. The treatments with IBA for cuttings ranged from 0 to 8,000 mg L⁻¹. The rooting of Surinam cherry was not viable in softwood cuttings from treetop sprouts of the year, with or without the use of IBA. In softwood cuttings from stump sprouts of the year the greatest rooting percentage (38.3%) was obtained without the use of IBA. The aim of the minicutting experiments was to evaluate the viability of the minicutting technique in the vegetative propagation of Surinam cherry, through productivity and survival of ministumps, and rooting of minicuttings treated with different concentrations of indolebutyric acid (IBA) in the successive collections. The ministumps were grown in the minigarden in root plugs. The treatments with IBA for minicuttings ranged from 0 to 4,000 mg L⁻¹. For the experiment with ministumps via grafting, the survival rate of the ministumps was 100% after four successive collections of sprouts. In the higher temperature period was possible to carry out two collections of shoots. Mean yield was 384.4 minicuttings/m²/month. It was adventitious rooting of less than 1.9%. The rooting of minicuttings from grafting of the Surinam cherry is not favored with the use of IBA. For the experiment with ministumps of seed origin, 99.28% survival rate of the ministumps and mean yield of 362 minicuttings per m² per month was obtained, considering 2.5 minicuttings per ministump per collection every 51 days. The greatest mean production of minicuttings occurred in the collection 4 (summer), and the least in the collection 8 (winter). Adventitious rooting was observed ranging from 57.2 (collection 6) to 97.2% (collection 1). The minicuttings derived from the first five collections made up to 247 days after installation of minigarden exhibit significantly greater rooting indices than those derived from the last three collections, in addition to the better quality of the root system. The rooting of minicuttings from seminal origin is enhanced with the use of IBA at concentrations of around 2500 mg L⁻¹.

Keywords: Myrtaceae, rooting, juvenility, coppicing, minigarden, auxins.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE PITANGUEIRA COLETADAS A PARTIR DE BROTAÇÕES DO ANO DA COPA E DE BROTAÇÕES DO ANO PROVENIENTES DE DECEPA.....	17
2.1. INTRODUÇÃO.....	19
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
2.3.1. Estaquia herbácea de brotações do ano da copa de pitangueira	23
2.3.2. Estaquia herbácea de brotações do ano provenientes da decepa de pitangueira ...	24
2.4. CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31
3. ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE PITANGUEIRA ORIUNDAS DE ENXERTIA: ÉPOCAS DE COLETA E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO.....	34
3.1. INTRODUÇÃO.....	36
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.3.1. Minicepas.....	41
3.3.2. Miniestaquia	45
3.4. CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS	49
4. ÉPOCA DE COLETA E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE MUDAS DE PITANGUEIRA DE ORIGEM SEMINAL.....	53
4.1. INTRODUÇÃO.....	55
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4.3.1. Minicepas.....	59
4.3.2. Miniestaquia	63
4.4. CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS	70
5. CONCLUSÕES GERAIS	75
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
REFERÊNCIAS	78
ANEXOS	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Produtividade média de brotações do ano coletadas em 15/12/2011 provenientes da decepa de pitangueira realizada em 30/08/2011.....	24
Tabela 2.2 - Porcentagem de estacas herbáceas enraizadas, com calos, sobreviventes e mortas, coletadas a partir de brotações do ano provenientes da decepa de pitangueira, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico.....	26
Tabela 2.3 - Número de raízes, comprimento médio de raízes e massa seca de raízes por estaca e porcentagem de retenção foliar em estacas coletadas a partir de brotações do ano provenientes da decepa de pitangueira, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico.....	28
Tabela 3.1 – Produtividade média de brotações de pitangueira em quatro coletas sucessivas realizadas no minijardim durante o período do experimento (janeiro de 2012 a setembro de 2012).....	42
Tabela 3.2 - Porcentagem de miniestacas de pitangueira enraizadas, sobreviventes, retenção foliar e miniestacas mortas, ao longo de quatro coletas sucessivas de miniestacas, tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico	45
Tabela 4.1 - Produtividade média de brotações de pitangueira em oito coletas sucessivas realizadas no minijardim durante o período do experimento (agosto de 2011 a julho de 2012).....	60
Tabela 4.2 - Porcentagem de miniestacas de pitangueira enraizadas, número de raízes formadas por miniestaca, comprimento médio das três maiores raízes e massa de matéria seca de raízes por miniestaca, ao longo de oito coletas sucessivas de miniestacas, tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB).....	64

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1 - Porcentagem de miniestacas de pitangueira enraizadas, número de raízes formadas por miniestaca, comprimento médio das três maiores raízes e massa de matéria seca de raízes por miniestaca, ao longo de oito coletas sucessivas de miniestacas, tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. 66

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil detém a maior biodiversidade do mundo, contém em seu território a maior riqueza de espécies da flora, e vem realizando um enorme esforço voltado ao conhecimento, conservação e utilização sustentável dos recursos fitogenéticos nativos, os quais possuem valor ecológico, genético, econômico, social, científico, educacional, cultural, recreativo e estético (Coradin, Siminski e Reis, 2011).

Muito já foi dito sobre a necessidade de guardar para as gerações futuras recursos genéticos dos diferentes biomas do planeta, mas o que dizer das espécies vegetais vítimas da derrubada das florestas, abertura de estradas, ampliação de fronteiras agrícolas, urbanização e progresso em geral? (Lorenzi et al., 2006). O bioma Mata Atlântica é constituído por um conjunto de formações florestais como Floresta Ombrófila Densa e Ombrófila Mista entre outras e ecossistemas associados como as restingas. Hoje os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original e encontram-se em diferentes estádios de regeneração. Apenas cerca de 7% estão bem conservados. Mesmo reduzida e muito fragmentada, estima-se que na Mata Atlântica existam cerca de 35% das espécies encontradas no Brasil, além disso, tem importância vital para aproximadamente 120 milhões de brasileiros que vivem em seu domínio (MMA, 2014).

A Floresta Ombrófila Mista tem como representante mais emblemático a Araucária e hoje, após séculos de exploração descontrolada, detém 3% de sua área original. O esforço para salvar a Floresta com Araucária do completo desaparecimento requer ações urgentes advindas dos vários setores da sociedade, concentrando esforços na conservação e o enriquecimento dos remanescentes florestais, bem com a recuperação dos ecossistemas florestais já degradados (TNC, 2014a; IAF, 2014).

Muitas são as espécies nativas que, além de desempenharem um importante papel na restauração ecológica de florestas, apresentam interesse econômico, podem gerar renda e melhorar as condições de vida do proprietário rural, das famílias agricultoras e das comunidades que ali residem e produzem, por meio do desenvolvimento da agricultura baseada na agroecologia. Além do desenvolvimento local, ainda ocorre a preservação ambiental e, ao mesmo tempo, é possível ganhar o apoio das comunidades na implementação de atividades de restauração e conservação da Floresta (TNC, 2014b; IAF, 2014).

Quanto às espécies de frutíferas nativas, o Brasil também é privilegiado pela sua diversidade. Algumas poucas já foram coletadas e domesticadas, mas a maior parte ainda permanece praticamente desconhecida do grande público. Existe uma vasta gama de frutas

nativas que se convencionou chamar de “potenciais”, entre as quais pode-se citar a pitanga (Lorenzi et al., 2006).

Na flora brasileira, a Myrtaceae aparece entre as famílias mais comuns na maioria das formações vegetais, com destaque para a Floresta Atlântica e para a Restinga, onde espécies de *Eugenia* e outros gêneros nativos são muito comuns (Souza, 2008). Um bom exemplo é a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), espécie arbórea, nativa do Bioma Mata Atlântica que se encontra amplamente distribuída no território brasileiro, podendo prosperar em ampla variedade de habitats, incluindo as florestas, restingas e ambientes semiáridos (Almeida, Faria e Silva, 2012). Apesar de se adaptar ao cultivo em regiões de climas temperado e subtropical e em diferentes altitudes, o crescimento e desenvolvimento da pitangueira são ideais em regiões de clima tropical quente e úmido, tolera diferentes níveis de geada e ventos fortes, apresenta-se tolerante à seca, desenvolve-se bem em condições semiáridas e variados tipos de solo (Lira Júnior et al., 2007).

Em função de seus atributos, a pitangueira é uma árvore indicada para a recuperação de ecossistemas degradados (Brandão, Laca-Buendía e Macedo, 2002; Vieira Neto, 2002; Lorenzi, 2008). É uma das espécies apontadas para a recuperação das matas ciliares na região da Floresta com Araucárias (TNC, 2014b).

A espécie apresenta diferentes usos, como árvore ornamental, podendo ser utilizada no paisagismo, em praças, jardins e residências. É frutífera, cultivada em pomares domésticos para a produção de frutos que são consumidos ao natural ou utilizados na indústria. As folhas e frutos são empregados na medicina caseira, com base na tradição popular. Em sua composição química é encontrado óleo essencial, tanto nas folhas como nos frutos e vários sesquiterpenos, taninos, pigmentos flavonóides e antociânicos, saponinas, sais minerais e vitamina C. A madeira é usada para cabos de ferramentas e outros instrumentos agrícolas (Lorenzi, 2002; Lorenzi, 2008).

A exploração da pitangueira em diversas regiões brasileiras ainda se caracteriza como extrativista. Seu cultivo comercial restringe-se aos Estados de Pernambuco e da Bahia, detentores das maiores áreas cultivadas. A maioria dos pomares é formada a partir de mudas oriundas de sementes, as quais não são adequadas para formação de pomares comerciais, pois apresentam como inconvenientes grande variabilidade genética e período de juvenilidade, implicando na frutificação mais tardia do pomar. Recomenda-se a substituição destas mudas por mudas propagadas vegetativamente (Lira Junior et al., 2007). Na fruticultura comercial, onde há a necessidade de sempre se manter as características das cultivares, a propagação vegetativa se torna indispensável (Lorenzi et al., 2006).

A propagação vegetativa caracteriza-se por ter nos propágulos vegetativos o meio de multiplicação da planta. O propágulo vegetativo em geral, é qualquer estrutura que serve para propagação vegetativa de uma planta, que não envolve recombinação genética permitindo a reprodução fiel do genótipo da planta, dada a totipotência da célula vegetal. A constituição genética é portanto mantida inalterada nas plantas resultantes, formando o clone. O termo clone refere-se a um grupo de plantas geneticamente idênticas, obtidas a partir de propágulos vegetativos de uma planta (Xavier, Wendling e Silva, 2013).

A clonagem de árvores é uma técnica básica na produção de mudas, é apenas parte da silvicultura clonal (Libby e Ahuja, 1993). Um dos principais fatores que garantem o sucesso na implantação de culturas é a qualidade das mudas. Por isso, o interesse dos produtores em adquirir mudas de alta qualidade. Para atender às necessidades de cada produtor, o objetivo de todo viveirista é produzir mudas com elevado padrão de qualidade genética, morfológica, fisiológica e fitossanitária. Para que isto seja alcançado, é fundamental adotar um elevado nível tecnológico que inclua todas as etapas da produção. Avanços na tecnologia de propagação são cada vez mais visíveis e concretos (Hoffmann, Nachtigal e Fachinello, 2005) a partir dos conhecimentos técnicos gerados pela pesquisa baseada na totipotencialidade das células (Torres, Caldas e Ferreira, 1998).

A estaquia é o processo de propagação vegetativa que consiste em colocar um segmento caulinar, foliar ou radicular em meio adequado para enraizamento e desenvolvimento da parte aérea, visando à formação de uma muda. Constitui-se em uma das principais técnicas de propagação vegetativa de clones selecionados. Todo o processo de regeneração de uma planta pela propagação vegetativa somente é possível dada a totipotencialidade das células vegetais em manifestar, em momentos diferentes e sob estímulos apropriados, a potencialidade em iniciar um novo indivíduo multicelular, desde que possua informação genética para tal expressão gênica (Xavier, Wendling e Silva, 2013). Na produção de uma muda, a formação de raízes adventícias é um processo regenerativo necessário para a estaquia bem sucedida. Muitas plantas lenhosas de importância econômica tem baixa capacidade genética e fisiológica para a formação do enraizamento adventício, o que limita a produção comercial (Hartmann et al., 2011).

As plantas apresentam ao longo de sua vida consecutivos períodos de crescimento vegetativo e de desenvolvimento reprodutivo. As mudanças ocorridas durante esses ciclos apresentam grande importância no processo de propagação de plantas. A sequência de crescimento e desenvolvimento é dividida em fases: embrionária, juvenil vegetativa, adulta vegetativa, e adulta reprodutiva nas quais as características morfológicas e fisiológicas são

diferentes. A fase juvenil de algumas plantas é caracterizada pelo não florescimento, embora os sinais de floração indutivos estejam presentes no meio ambiente, grande vigor e presença de espinhos; e a fase adulta, pelo florescimento e frutificação, reduzido vigor e ausência de espinhos (Greenwood e Hutchison, 1993; Hartmann et al., 2011).

De acordo com Fortanier e Jonkers (1976), citado por Wendling, Trueman e Xavier (2014), podem-se descrever três tipos de idade de uma planta: idade cronológica, ontogenética e fisiológica. Idade cronológica refere-se ao tempo decorrido desde a germinação da semente até a data de observação da planta, ou seja, é a idade registrada do tempo de vida de uma planta ou propágulo. Idade ontogenética refere-se à passagem da planta por sucessivas fases de desenvolvimento, as quais incluem embriogênese, germinação, crescimento vegetativo e reprodutivo. Corresponde à maturação da planta, passando pela fase juvenil, de transição juvenil/adulta e adulta. Idade fisiológica refere-se ao aspecto de vigor fisiológico da planta, como sanidade e status nutricional e hídrico. Refere-se aos aspectos negativos da idade, como perda de vigor, aumento da suscetibilidade às condições adversas ou a deterioração em geral.

Em algumas espécies florestais, a maior juvenilidade da região basal das plantas deve-se ao fato de que os meristemas mais próximos da base foram formados em uma fase com maior grau de juvenilidade, dada a proximidade com a fase de germinação, que os das regiões terminais, que possuem maior grau de maturação. O conhecimento do gradiente de juvenilidade ontogenética em plantas lenhosas é de grande importância em um processo de propagação clonal, uma vez que os propágulos vegetativos de diferentes posições da planta retêm os níveis específicos de juvenilidade ou maturidade (Xavier, Wendling e Silva, 2013).

Na propagação clonal em plantas lenhosas, as principais consequências da mudança da fase juvenil para a fase adulta estão acompanhadas por mudanças nas diversas características como a capacidade de enraizamento adventício, morfologia foliar, arquitetura da copa, anatomia da madeira e desenvolvimento reprodutivo. Pouco se sabe sobre o controle fisiológico e ambiental de maturação em plantas lenhosas em comparação com plantas herbáceas. Compreender os mecanismos e formas de mudança de fase é um pré-requisito para a realização de maturação ou rejuvenescimento para aplicações tais como a produção de sementes ou a propagação clonal (Wendling, Trueman e Xavier, 2014).

O enraizamento de espécies lenhosas é geralmente difícil, e esse problema se agrava à medida que se utiliza material menos juvenil, uma vez que a capacidade de formar raízes adventícias diminui ao se aproximar da fase adulta (Grattapaglia e Machado, 1998). Uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas refere-se ao potencial de regeneração, em que a redução da capacidade do enraizamento de propágulos vegetativos,

com o envelhecimento ontogenético, tem sido considerada um dos principais efeitos na propagação clonal (Xavier, Wendling e Silva, 2013). Assim, estacas coletadas das partes mais juvenis (fase juvenil) da planta matriz, normalmente tem um potencial para enraizamento superior às estacas coletadas das partes mais adultas (fase adulta) da planta matriz (Hartmann et al., 2011).

Para a maioria das espécies lenhosas, estacas de mudas juvenis enraízam facilmente, enquanto outras provenientes de plantas mais velhas o fazem com maior dificuldade, ou definitivamente não enraízam. A juvenilidade muitas vezes se perde antes mesmo de a planta alcançar a maturação reprodutiva. De maneira geral, pode-se admitir que, quanto mais juvenil for o propágulo vegetativo a ser propagado, maior é a chance de sucesso de enraizamento. O processo seletivo dos clones ocorre normalmente na fase adulta da árvore (Xavier, Wendling e Silva, 2013). Dessa forma, o enraizamento de propágulos provenientes de plantas lenhosas adultas tem constituído um desafio ainda a ser vencido, e para superar esta dificuldade é necessário explorar a maior capacidade de enraizamento de material juvenil, seja pela utilização de propágulos provenientes de partes juvenis de planta, seja pela promoção do rejuvenescimento de partes da planta adulta (Assis e Teixeira, 1998).

Rejuvenescimento pode ser considerado uma forma de reverter a planta do estágio adulto para o juvenil, recuperando a competência da totipotência (Hackett e Murray, 1993).

Uma série de métodos para reverter ou manter a juvenilidade das plantas têm sido descritos: propagação vegetativa seriada; poda drástica ou poda de gemas apicais, entre outros. Os métodos de rejuvenescimento mais utilizados na área florestal relacionam-se à propagação vegetativa seriada pela enxertia, pela estaquia e pela micropropagação (Xavier, Wendling e Silva, 2013), incluem a utilização sucessiva de partes aéreas de minicepas, e pode-se considerar que as minicepas podem ser de origem seminal (*seedlings*), e a fase adulta naturalmente faz reversão à fase juvenil (rejuvenescimento) durante a reprodução por semente (Hartmann et al., 2011). Segundo Hackett (1987) a propagação sexuada natural é o método mais eficiente em promover o rejuvenescimento de partes adultas de uma planta, uma vez que origina a parte mais juvenil da planta (embrião) a partir da parte mais madura (órgão frutífero).

Revigoreamento consiste em adotar práticas culturais que propiciem maior vigor fisiológico à planta, de forma que origine propágulos vegetativos com melhor desempenho na propagação. Assim, a adoção de manejo nutricional e hídrico busca uma melhoria na condição fisiológica da planta, assim como o uso da poda drástica visa à indução de brotações de gemas

dormentes existentes na base da cepa (em regiões mais juvenis), constituindo um método de revigoração na propagação (Wendling e Xavier, 2001).

Vários são os fatores que influenciam o enraizamento de estacas, sua atuação pode ocorrer de maneira isolada ou por interação com os demais (Trevisan et al., 2008). Os hormônios vegetais são moléculas específicas endógenas que, em concentrações baixas, influenciam o crescimento e o desenvolvimento vegetal (Taiz e Zeiger, 2009). A aplicação dos reguladores vegetais, substâncias sintéticas, tem grande importância na propagação porque eles também podem induzir respostas específicas, tais como a iniciação de raízes em estacas. A auxina é o regulador mais amplamente utilizado na propagação por seu impacto sobre o enraizamento adventício (Hartmann et al., 2011). Além disso, fatores como a época do ano em que se obtêm as estacas, em alguns casos, exerce significativa influência no enraizamento (Zuffellato-Ribas e Rodrigues, 2001).

Este estudo traz uma contribuição para o avanço do conhecimento na propagação de espécies nativas do Brasil. Em relação à técnica de propagação, via estaquia e miniestaquia, abordada na presente Tese, apresentam-se fatores que influenciam o enraizamento de estacas e miniestacas de pitangueira, bem como, disponibilizam-se os resultados, revelando informações técnicas ainda desconhecidas para esta espécie.

O corpo do trabalho foi organizado em capítulos para facilitar a compreensão dos resultados obtidos. Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivos: avaliar o potencial rizogênico de estacas herbáceas de pitangueira coletadas a partir de brotações do ano da copa e de brotações do ano provenientes de decepa, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB); avaliar a viabilidade da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de pitangueira, por meio da produtividade e sobrevivência das minicepas, e do enraizamento das miniestacas oriundas de enxertia e tratadas com diferentes concentrações do ácido indolbutírico (AIB) nas sucessivas coletas; avaliar a viabilidade da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de pitangueira, por meio da produtividade e sobrevivência das minicepas, e do enraizamento das miniestacas de mudas de origem seminal tratadas com diferentes concentrações do ácido indolbutírico (AIB) nas sucessivas coletas.

2. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE PITANGUEIRA COLETADAS A PARTIR DE BROTAÇÕES DO ANO DA COPA E DE BROTAÇÕES DO ANO PROVENIENTES DE DECEPA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial rizogênico de estacas herbáceas de pitangueira coletadas a partir de brotações do ano da copa e de brotações do ano da cepa, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Foram selecionadas plantas matrizes oriundas de sementes. As estacas foram provenientes de: brotações do ano da copa de oito plantas matrizes com idade de quatro anos e oito meses, e brotações do ano provenientes da decepta de oito plantas matrizes realizada a 10 cm de altura do solo e brotações do ano provenientes da decepta de oito plantas matrizes realizada a 30 cm de altura do solo. Estacas tiveram suas bases imersas em soluções hidroalcoólicas (50% v/v) de AIB (0, 2.000, 4.000 e 8.000 mg L⁻¹) por dez segundos, e foram plantadas em tubetes de 53 cm³ com vermiculita expandida de granulometria média. Utilizou-se fatorial 4 x 3 (quatro concentrações de AIB e três origens de estacas), quatro repetições e 15 estacas por parcela. O enraizamento adventício da pitangueira não foi viável em estacas herbáceas provenientes de brotações do ano da copa, com ou sem utilização de AIB. Em estacas herbáceas oriundas de brotações do ano provenientes de decepta o maior percentual de enraizamento (38,3%) foi obtido sem utilização de AIB. A utilização de brotações do ano provenientes de decepta a 10 ou 30 cm de altura do solo mostrou-se mais viável tecnicamente, sem a utilização de AIB, em relação à utilização de brotações do ano da copa, pela sua capacidade de enraizamento das estacas. A decepta a 30 cm de altura do solo induziu a emissão de maior número de brotações em relação a decepta a 10 cm.

Palavras-chave. Auxinas, *Eugenia uniflora* L., poda, revigoramento, propagação vegetativa

ROOTING OF SOFTWOOD CUTTINGS OF SURINAM CHERRY COLLECTED FROM TREETOP SPROUTS OF THE YEAR AND STUMP SPROUTS

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the rooting potential of Surinam cherry softwood cuttings collected from treetop sprouts of the year and stump sprouts of the year submitted to treatment with different concentrations of indole-3-butyric acid (IBA). Stock plants originating from seeds were selected. Cuttings came from treetop sprouts of the year of eight stock plants aged four years and eight months, and stump sprouts of the year. Stump sprouts were cut from eight trunks at 10 and eight trunks at 30 cm above ground level. Cuttings treated with hydroalcoholic solutions (50% v/v) of 0, 2,000, 4,000 and 8,000 mg L⁻¹ of IBA, through dipping the base of the cutting for 10 seconds, were planted in 53 cm³ root plugs with vermiculite. A completely randomized experimental design was used in a 4 x 3 factorial arrangement (four concentrations of IBA and three sources of cuttings), four replications and 15 cuttings per plot. The rooting of Surinam cherry was not viable in softwood cuttings from treetop sprouts of the year, with or without the use of IBA. In softwood cuttings from stump sprouts of the year the greatest rooting percentage (38.3%) was obtained without the use of IBA. The use of stump sprouts at 10 or 30 cm height from the ground proved to be more viable than the use of treetop sprouts, without the use of IBA, due to the rooting ability of the cuttings. Coppicing at 30 cm height from the ground leads to a greater number of new shoots compared to coppicing at 10 cm.

Key words: Auxins, *Eugenia uniflora* L., coppicing, reinvigoration, vegetative propagation

2.1. INTRODUÇÃO

A pitangueira (*Eugenia uniflora* L., Myrtaceae), nativa do Brasil, apresenta múltiplos usos tais como recuperação de ecossistemas degradados, como planta ornamental (Lorenzi, 2008), alimentar, e folhas com óleos essenciais (Lorenzi, 2002). Devido à sua adaptabilidade foi disseminada e é encontrada nas mais variadas regiões do Brasil e do mundo (Silva, 2006). No Brasil, apresenta ampla distribuição geográfica, dos estados da Bahia ao Rio Grande do Sul (Lorenzi, 2008).

Apesar do elevado potencial de expansão do cultivo, os maiores plantios no Brasil estão localizados principalmente nos Estados de Pernambuco e Bahia (Lira Junior et al., 2007). A maioria dos pomares de pitangueira existentes é formada a partir de mudas de semente. Estas mudas não são adequadas para formação de pomares comerciais, pois apresentam grande variabilidade genética. Sendo assim, recomenda-se a substituição por mudas propagadas vegetativamente (Bezerra et al., 2004). A propagação vegetativa possibilita a produção de mudas com características da planta matriz, permitindo a formação de populações de plantas homogêneas (Lira Junior et al., 2007).

Em plantas que enraízam com dificuldade, a idade da planta matriz é um importante fator a ser considerado. Experiências com espécies lenhosas, como maçã, pera, eucalipto e carvalho mostraram que a capacidade das estacas de formar raízes adventícias diminuiu com o aumento da idade da planta matriz. Este fator gera dificuldades na seleção da planta matriz porque com frequência as características desejadas de uma planta matriz são expressas depois da maturidade (Hartmann et al., 2011).

Para superar essa dificuldade, é importante considerar o revigoramento. Com relação ao revigoramento, essa metodologia consiste em adotar práticas culturais que propiciem maior vigor fisiológico à planta, de forma que origine propágulos vegetativos com melhor desempenho na propagação clonal. Assim, o uso da poda drástica visa à indução de brotações dormentes em regiões mais juvenis, constituindo um método de revigoramento eficiente em um processo de propagação clonal (Xavier, Wendling e Silva, 2013).

Segundo Assis e Teixeira (1998) o conhecimento do fenômeno da retenção da juvenilidade nos tecidos da base do caule de plantas provenientes de sementes permitiu o estabelecimento do primeiro modelo básico, já amplamente aplicado à clonagem de plantas adultas de difícil enraizamento, como eucalipto e macieira. Assim, esses autores consideraram que o modelo consiste na obtenção de explantes de brotações surgidas na base da planta,

principalmente como resultado da utilização de artifícios, tais como injúria mecânica nas raízes, anelamento na base do caule, poda drástica a poucos centímetros do colo, e aplicação de substâncias reguladoras de crescimento. De acordo com Wendling et al. (2013) é possível desenvolver outro método para o resgate da planta matriz adulta por meio da indução de brotações epicórmicas em ramos destacados.

Para contornar as dificuldades de enraizamento, a estaquia vem sendo estudada a fim de aprimorar o processo de propagação clonal de algumas espécies da família das Mirtáceas, como pitangueira (Lattuada, Spier e Souza, 2011), jabuticabeira (*Plinia cauliflora*) (Sasso, Citadin e Danner, 2010) e goiabeira (*Psidium guajava* L.) (Santoro et al., 2010). A estaquia é uma técnica que apresenta potencial de utilização em espécies lenhosas, como pitangueira. Entretanto, são escassas as informações sobre a propagação vegetativa de pitangueira por estaquia, e uma das limitações desta técnica é a falta de métodos de obtenção de propágulos juvenis desta espécie.

Para que se possam entender melhor as respostas da espécie submetida a esta técnica de propagação é importante considerar os fatores que influenciam o enraizamento adventício (Fachinello, Hoffmann e Nachtigal, 2005), como por exemplo, a influência da decape e das auxinas. As auxinas são exigidas para a iniciação de raízes adventícias, e o ácido indolbutírico (AIB) é amplamente utilizado (Hartmann et al., 2011). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial rizogênico de estacas herbáceas de pitangueira coletadas a partir de brotações do ano da copa e de brotações do ano provenientes de decape, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB).

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná. As plantas matrizes de pitangueira foram selecionadas dentre as plantas existentes no pomar da Estação Experimental do Canguiri - UFPR, localizada em Pinhais - PR, Brasil. As plantas deste pomar foram oriundas de sementes de quatro plantas matrizes selecionadas na área urbana de Curitiba, PR, semeadas em 14/12/2006, e o plantio foi realizado no dia 15/03/2007.

As estacas foram provenientes de: brotações do ano da copa de oito plantas matrizes adultas, e brotações do ano provenientes da decepta de oito plantas matrizes realizadas a 10 cm de altura do solo e brotações do ano de oito cepas a 30 cm de altura do solo (Anexo 1 – C e D).

Utilizaram-se plantas matrizes que já tinham florescido, com idade de quatro anos e oito meses no momento da decepta, com aproximadamente 1,60 m de altura e diâmetro do caule (3-4 cm). A decepta das plantas foi realizada no inverno no dia 30 de agosto de 2011 e consistiu no corte do tronco com serra manual em duas alturas, 10 e 30 cm do solo (Anexo 1 - A e B).

A coleta de brotações do ano provenientes da decepta com três meses e 16 dias de idade foi realizada no final da primavera no dia 15 de dezembro de 2011, quando estas brotações apresentavam comprimento de aproximadamente 8 cm. Também na mesma data foram coletadas brotações do ano da porção mediana da copa das plantas. O material retirado das plantas matrizes foi coletado pela manhã e imediatamente acondicionado em baldes com água para posterior preparo das estacas.

Utilizando-se a porção apical das brotações do ano provenientes da decepta e das brotações do ano da copa de plantas de pitangueira, estacas herbáceas foram preparadas com aproximadamente 8 cm de comprimento e diâmetro de $2,5 \pm 0,5$ mm, mantendo-se um par de folhas inteiras no ápice. Durante o processo de preparo, as estacas foram mantidas em recipientes com água, e em seguida foram tratadas com o regulador vegetal. A base das estacas foi submetida a quatro concentrações de soluções hidroalcoólicas (50% v/v) de AIB (0, 2000, 4000 e 8000 mg L⁻¹), por dez segundos de imersão.

O plantio foi realizado em tubetes de 53 cm³, contendo substrato comercial vermiculita expandida de granulometria média, acondicionados em casa de vegetação não

climatizada, temperatura média 19,7°C (Estação do SIMEPAR em Curitiba), com irrigação intermitente, por microaspersão. O intervalo de irrigação das 8 às 17 h era de 15 segundos a cada 30 minutos; das 17 às 23 h de 15 segundos a cada hora; das 23 às 8 h de 15 segundos a cada três horas. O período de permanência das estacas no leito de enraizamento foi de 120 dias, de 15 de dezembro de 2011 a 16 de abril de 2012.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 3 (quatro concentrações de AIB e três origens de estacas), com quatro repetições de 15 estacas por parcela.

Considerando-se cada tipo de estaca separadamente foram analisadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas (estacas com indução de primórdios radiciais com, no mínimo, 1 mm de comprimento; número médio de raízes formadas por estaca; comprimento médio das três maiores raízes formadas por estaca (cm); massa de matéria seca de raízes por estaca (mg); porcentagem de estacas com calos; porcentagem de estacas sobreviventes (estacas que não formaram raízes nem calos, mas que permaneceram vivas); porcentagem de retenção foliar; e porcentagem de estacas mortas (estacas com necrose em toda ou na maior parte de sua extensão).

Para cada variável, inicialmente as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. Para as variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas, os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o Assistat, versão 7.6 beta.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Estaquia herbácea de brotações do ano da copa de pitangueira

Na estaquia herbácea da pitangueira proveniente da porção apical das brotações do ano da copa não houve enraizamento, com ou sem tratamento de AIB nas concentrações utilizadas. A média de mortalidade foi de 83,74%. Devido à ausência de enraizamento das estacas provenientes de brotações do ano da copa, as avaliações geraram valores iguais a zero, e não foram incluídos na análise estatística. Sendo assim, a análise foi em arranjo fatorial 4 x 2 (quatro concentrações de AIB e duas alturas de decepta).

A experiência com a pitangueira com idade de quatro anos e oito meses mostrou que a capacidade de formação de raízes nas estacas e a sobrevivência possivelmente foram prejudicadas pela influência da idade da planta matriz. Assim, uma das mais importantes consequências da idade para a clonagem é a redução, ou até mesmo a perda, da capacidade de enraizamento, verificada em plantas adultas (Assis e Teixeira, 1998).

Resultados semelhantes foram obtidos por Bastos, et al. (2009) que concluíram que as estacas de plantas juvenis (um ano de idade) de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.) se mostraram mais eficientes na formação de raízes adventícias, quando comparadas com as estacas de plantas adultas (15 anos de idade), os autores observaram 47% de enraizamento com estacas juvenis e nenhuma estaca adulta enraizada.

No estudo de Lattuada, Spier e Souza (2011) com estacas oriundas de pitangueiras adultas (dez anos de idade) em florescimento e cultivadas a céu aberto em Porto Alegre, não foi observado o enraizamento. Silva e Pereira (2004) coletaram ramos com brotações novas (do ano) de plantas matrizes de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl) em plena produção, destes ramos prepararam estacas herbáceas. As estacas com duas folhas cortadas ao meio apresentaram 13,5% de enraizamento.

2.3.2. Estaquia herbácea de brotações do ano provenientes da decepta de pitangueira

Após a decepta da pitangueira, a sobrevivência das cepas foi de 100% ao longo do período avaliado, sugerindo boa adaptação do material vegetal à prática utilizada. A produtividade média de brotações do ano de *Eugenia uniflora* L. provenientes da decepta a 10 cm e 30 cm foi 31,6 e 69,5 brotações por cepa, respectivamente (Tabela 2.1). A cepa podada a 30 cm apresentou a vantagem de ter maior área, o que permitiu o desenvolvimento de maior quantidade de brotações, porque a brotação ocorre ao longo do caule. Assim, estes resultados indicaram a viabilidade do sistema para obtenção de propágulos juvenis em função da produtividade média obtida.

As brotações foram coletadas na época em que ainda apresentavam-se herbáceas. Lira Junior et al. (2007) descreveram que as folhas jovens da pitangueira apresentam coloração verde-amarronzada e a consistência membranácea; entretanto, as folhas adultas apresentam coloração verde escura e consistência subcóriácea. Observaram-se nas cepas brotações com folhas jovens que apresentavam essas características (Anexo 1 - C e D). A poda drástica realizada em plantas adultas de pitangueira induziu o desenvolvimento de brotações.

Tabela 2.1 - Produtividade média de brotações do ano coletadas em 15/12/2011 provenientes da decepta de pitangueira realizada em 30/08/2011.

Altura da Decepta (cm)	Número de cepas	Intervalo entre decepta e coleta (dias)	Número de brotações/coleta (≥ 8cm)	Produtividade média (brotações/cepa)
10	8	107	253	31,6
30	8		556	69,5

O enraizamento da pitangueira foi observado na estaquia herbácea proveniente da porção apical das brotações do ano provenientes da decepta (Anexo 5 - A), possivelmente, a juvenildade das brotações do ano da cepa tenha contribuído para este resultado. De acordo com Hartmann et al. (2011) é possível a propagação a partir de brotações que são produzidas na cepa, quando a planta matriz é podada severamente.

Em experimento com estacas caulinares de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.), realizado por Bitencourt et al. (2009), as estacas provenientes de brotações da cepa, possuíam maior potencial para o enraizamento, quando comparadas àquelas provenientes de brotações

do ano da copa, concordando com Almeida, Xavier e Dias (2007) que evidenciaram que o resgate de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell por meio da decepta da árvore para a indução de brotações basais é uma técnica com potencial para a clonagem da espécie. Os autores afirmaram que esta técnica mostrou-se viável, tanto pelo número de brotações emitidas quanto pela capacidade de enraizamento das estacas extraídas das brotações obtidas.

Para a estaquia herbácea proveniente de brotações do ano provenientes da decepta de *Eugenia uniflora* L., verificou-se na análise de variância que houve interação significativa entre concentrações de AIB e alturas de decepta, somente para a variável porcentagem de estacas com calos (Tabela 2.2). Em geral, para as demais variáveis analisadas, não houve efeito significativo da altura de decepta; porém, para algumas variáveis houve efeito significativo da concentração de AIB (Tabela 2.2 e 2.3).

Com relação à influência da interação entre fatores (concentrações de AIB e alturas de decepta), pode-se observar que comparando as concentrações de AIB dentro de cada altura de decepta, na cepa de altura 10 cm a maior porcentagem de estacas com calos foi verificada para 0 e 2000 mg L⁻¹ de AIB (10,0 e 21,7% respectivamente) diferindo das concentrações de 4000 e 8000 mg L⁻¹ de AIB (3,3 e 5,0%, respectivamente). Das estacas provenientes das brotações do ano provenientes da decepta de altura 10 cm, na ausência de AIB, 10,0% formaram calos, e 43,3% formaram raízes, sendo que as estacas enraizadas não tinham calos (Tabela 2.2). Percebeu-se que a proporção de estacas com calo foi relativamente baixa em relação à proporção de estacas com raízes. Segundo Hartmann et al. (2011) o calo se desenvolve geralmente na base da estaca colocada sob condições ambientais favoráveis para enraizamento. Em espécies de fácil enraizamento, a formação de calo e a formação das raízes são independentes entre si, podendo a ocorrência ser simultânea. Em algumas espécies de difícil enraizamento, a formação de calo é precursora da formação de raízes adventícias, enquanto em outras espécies o excesso de calo pode dificultar o enraizamento.

Tabela 2.2 - Porcentagem de estacas herbáceas enraizadas, com calos, sobreviventes e mortas, coletadas a partir de brotações do ano provenientes da decepta de pitangueira, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico.

[AIB] (mg L ⁻¹)	Decepta de plantas matrizes adultas		
	10 cm	30 cm	Médias
Porcentagem de estacas enraizadas			
0	43,3	33,3	38,3 a
2000	23,3	28,3	25,8 ab
4000	25,0	13,3	19,2 b
8000	18,3	15,0	16,7 b
Médias	27,5 A	22,5 A	
Coeficiente de variação (%) 48,99			
Porcentagem de estacas com calos			
0	10,0 Aa	6,7 Aa	8,3
2000	21,7 Aa	5,0 Ba	13,3
4000	3,3 Bb	18,3 Aa	10,8
8000	5,0 Ab	10,0 Aa	7,5
Médias	10,0	10,0	
Coeficiente de variação (%) 83,89			
Porcentagem de estacas sobreviventes			
0	28,3	30,0	29,2 ab
2000	35,0	38,3	36,7 a
4000	13,3	25,0	19,2 b
8000	8,3	16,7	12,5 b
Médias	21,3 A	27,5 A	
Coeficiente de variação (%) 49,86			
Porcentagem de estacas mortas			
0	18,3	30,0	24,2 b
2000	20,0	28,3	24,2 b
4000	58,3	43,3	50,8 a
8000	68,3	58,3	63,3 a
Médias	41,3 A	40,0 A	
Coeficiente de variação (%) 32,78			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à influência do fator altura de decepta, não foi observada diferença entre as duas alturas de cepa (10 e 30 cm) para as variáveis analisadas (Tabela 2.2 e 2.3). Nas estacas provenientes da cepa de 10 cm de altura, sem aplicação de AIB ocorreram as maiores porcentagens de enraizamento (43,3%) (Tabela 2.2) e de retenção foliar (75,8%) (Tabela 2.3) e a menor taxa de mortalidade (18,3%) (Tabela 2.2). Nas estacas provenientes de brotações do

ano de ambas as cepas (10 e 30 cm de altura) percebeu-se que, com a utilização de concentrações mais baixas de AIB houve uma tendência à diminuição de estacas mortas (Tabela 2.2). Nas estacas oriundas de brotações do ano provenientes da cepa a 10 cm de altura a mortalidade variou de 18,3 a 68,3 %, e nas estacas da cepa a 30 cm de altura, variou de 30,0 a 58,3 %, respectivamente.

Com relação à influência do fator concentração de AIB, observou-se que houve menor porcentagem de estacas herbáceas mortas e também aumento significativo das médias de estacas herbáceas enraizadas, número de raízes formadas por estaca, porcentagem de estacas sobreviventes, e retenção foliar com o tratamento testemunha (0 mg L⁻¹ de AIB) e com 2000 mg L⁻¹ de AIB (Tabela 2.2 e 2.3). O tratamento testemunha (0 mg L⁻¹ de AIB) reuniu dois efeitos favoráveis: apresentou a menor porcentagem de estacas mortas e a maior porcentagem de estacas com raiz.

Verificou-se na Tabela 2.2 que, sem adição de AIB, foi obtida a maior média de enraizamento (38,3%) em estacas herbáceas provenientes de brotações do ano provenientes da decepa. O tratamento com AIB nas concentrações utilizadas não promoveu o aumento da porcentagem de estacas que formaram raízes quando foram utilizadas estacas provenientes deste material juvenil. Lattuada, Spier e Souza (2011) relataram que não há necessidade da utilização de AIB, e o enraizamento foi de 36,09%, em estacas oriundas de pitangueiras de três anos de idade. Em estudos com estacas rejuvenescidas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) (Bitencourt et al., 2009), cacauero (*Theobroma cacao* L.) (Faria e Sacramento, 2003), caquizeiro (Bastos et al., 2005) e abieiro (*Pouteria caimito*) (Almeida et al., 2008) relataram que o enraizamento adventício foi viável sem a utilização de AIB.

Resultados diferentes foram obtidos por Silva et al. (2010) que destacaram que a aplicação de AIB (2800 mg L⁻¹) favoreceu o enraizamento de estacas de ramos de aceroleira (*Malpighia glabra*). Segundo Hartmann et al. (2011) em plantas difíceis de enraizar a partir de estacas, faltam substâncias endógenas que podem ser auxinas ou a combinação de determinadas moléculas com auxina que em conjunto promovem o enraizamento, e/ou falta sensibilidade das células para responder à substância promotora do enraizamento, mesmo que auxina natural possa ou não estar presente em abundância. Nesse caso, a aplicação de auxinas resulta em pouca ou nenhuma melhoria na resposta de enraizamento.

Tabela 2.3 - Número de raízes, comprimento médio de raízes e massa seca de raízes por estaca e porcentagem de retenção foliar em estacas coletadas a partir de brotações do ano provenientes da decepta de pitangueira, submetidas ao tratamento com diferentes concentrações de ácido indolbutírico.

[AIB] (mg L ⁻¹)	Decepta de plantas matrizes adultas		
	10 cm	30 cm	Médias
Número de raízes por estaca			
0	1,4	1,7	1,5 ab
2000	1,8	1,5	1,7 a
4000	1,1	1,3	1,2 ab
8000	0,8	1,0	0,9 b
Médias	1,3 A	1,4 A	
Coeficiente de variação (%) 33,89			
Comprimento médio três maiores raízes (cm)			
0	4,3	4,8	4,6 a
2000	3,8	5,2	4,5 a
4000	2,9	4,7	3,8 a
8000	2,8	3,7	3,2 a
Médias	3,4 A	4,6 A	
Coeficiente de variação (%) 49,38			
Massa seca de raízes por estaca (mg)			
0	29,3	56,7	43,0 a
2000	49,3	47,3	48,3 a
4000	16,1	29,9	23,0 a
8000	15,2	30,9	23,0 a
Médias	27,5 A	41,2 A	
Coeficiente de variação (%) 54,91			
Porcentagem de retenção foliar			
0	75,8	64,2	70,0 a
2000	68,3	62,5	65,4 a
4000	35,8	47,5	41,7 b
8000	25,0	31,7	28,3 b
Médias	51,3 A	51,5 A	
Coeficiente de variação (%) 21,39			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se na Tabela 2.3 que, sem uso de AIB e com AIB (2000 mg L⁻¹) foi obtida a maior média de porcentagem de retenção foliar (70,0 e 65,4%, respectivamente) e o menor índice de mortalidade (24,2%) (Tabela 2.2), enquanto que nos tratamentos contendo maiores concentrações (4000 e 8000 mg L⁻¹) do regulador vegetal foi observado que as porcentagens diminuíram, como a de retenção foliar de até 28,3% e aumentaram, como no caso da

mortalidade das estacas (até 63,3%). Essa tendência à fitotoxidez está caracterizada pela queda de folhas e posterior morte das estacas. Hartmann et al. (2011) afirmaram que auxinas utilizadas em concentrações excessivas podem inibir o desenvolvimento de gemas, causando amarelecimento e queda de folhas, escurecimento do caule (necroses basal), e eventual morte das estacas.

Santoro et al. (2010) obtiveram 68,7% de retenção foliar para estacas herbáceas de goiaba (*Psidium guajava* L.) com um par de folhas inteiras, submetidas à aplicação de AIB (2000 mg L⁻¹). Lattuada, Spier e Souza (2011) observaram que em estacas de pitangueiras a retenção foliar e a sobrevivência foram prejudicadas pelo incremento nas concentrações de AIB (0 a 6000 mg L⁻¹). Esses autores relataram que este fato possivelmente está relacionado com o efeito fitotóxico do AIB. Franzon, Antunes e Raseira (2004) não observaram enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira serrana (*Acca sellowiana* Berg), e obtiveram tendências semelhantes às observadas em pitangueira, fitotoxidez por AIB em concentrações a partir de 4000 mg L⁻¹.

Dentro da família Myrtaceae a importância da presença de folhas para o enraizamento foi observada por Santoro et al. (2010) para estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), Sasso, Citadin e Danner (2010), na estaquia de jabuticabeira (*Plinia cauliflora*) e por Nachtigal et al. (1994) em estacas de araçazeiro (*Psidium Cattleianum* Sabine).

Segundo Taiz e Zeiger (2009) embora quase todos os tecidos vegetais sejam capazes de produzir baixos níveis de AIA, os meristemas apicais, as folhas jovens, os frutos e as sementes em desenvolvimento são os principais locais de síntese desse hormônio. Xavier, Wendling e Silva (2013) relataram que a aplicação da auxina em órgãos isolados promove aumento da resposta, paralelamente ao aumento da concentração até certo nível, após o qual ocorre efeito inibitório. O teor adequado de auxina exógena, para o estímulo do enraizamento, depende da espécie e da concentração da substância presente no tecido (Fachinello, Hoffmann e Nachtigal, 2005).

2.4. CONCLUSÕES

O enraizamento adventício da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) não é viável em estacas herbáceas provenientes de brotações do ano da copa das plantas, com ou sem utilização de ácido indolbutírico (AIB).

A utilização de brotações do ano provenientes da decepta a 10 ou 30 cm de altura do solo mostrou-se mais viável tecnicamente, sem a utilização de AIB, em relação à utilização de brotações do ano da copa, pela sua capacidade de enraizamento das estacas.

A prática da decepta induz a emissão de brotações que apresentam características juvenis favoráveis à indução radicial em estacas, e a decepta a 30 cm de altura do solo induz a emissão de maior número de brotações.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E.J.de; JESUS, N. de; SCALOPPI, E.M.T.; MARTINS, A.B.G.; ARAÚJO, M.S. Propagação de três genótipos de abieiro (*Pouteria caimito*) por estaquia de ramos herbáceos. **Acta Amazônica**, v.38, n.1, p.1-4, 2008.
- ALMEIDA, F.D. de; XAVIER, A.; DIAS, J.M.M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.445-453, 2007.
- ASSIS, T.F.; TEIXEIRA, S.L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. 1 ed. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPq, 1998, v.1, p.261-296.
- BASTOS, D.C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J.A.; LIBARDI, M.N.; ALMEIDA, L.F.P de; ENTELMANN, F.A. Enraizamento de estacas lenhosas e herbáceas de cultivares de caquizeiro com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.182-184, 2005.
- BASTOS, D.C.; SCARPARE FILHO, J.A.; FATINANSI, J.C.; PIO, R. Influência da idade biológica da planta matriz e do tipo de estaca caulinar de caramboleira na formação de raízes adventícias. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, Edição Especial, p.1915-1918, 2009.
- BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA JUNIOR, J.F. da; ALVES, M.A. Comportamento da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob irrigação na região do vale do rio moxotó, Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.177-179, 2004.
- BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C; WENDLING, I.; KOEHLER, H.S. Enraizamento de estacas de erva-mate (*Illex paraguariensis* A. St.-Hill) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.3, p.277-281, 2009.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.
- FARIA, J.C.; SACRAMENTO, C.K. do Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacauzeiro (clones CEPEC 42, TSH 516 E TSH 1188) em função da aplicação do ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.192-194, 2003.

FRANZON, R.C.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M. do C.B. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg), **Revista Brasileira de Agrociencia**, v.10, n.4, p.515-518, 2004.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant Propagation: principles and practices**. 8. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2011. 915 p.

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

LIRA JÚNIOR, J.S.de; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA JUNIOR, J. F. da. **Pitangueira**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, 2007. 87 p.

LORENZI, H.. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 384 p.

LORENZI, H. **Plantas Medicinais no Brasil nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. 512p.

NACHTIGAL, J.C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R.A.; FACHINELLO, J.C.; MAZZINI, A.R. de A.. Enraizamento de estacas semilenhosas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.16, n.1, p.229-235, 1994.

SANTORO, P. H.; MIKAMI, A.Y.; SOUZA, S.G.H. de; ROBERTO, S.R. Influência de folhas e lesões na base de estacas herbáceas no enraizamento de goiabeira da seleção 8501-9. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p.289-294, 2010.

SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I.; DANNER, M.A. Propagação de Jaboticabeira por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.577-583, 2010.

SILVA, P.N. de L.; COSTA, E.; FERREIRA, A.F.A.; SILVA, A.C. da R.; GOMES, V. do A. Enraizamento de estacas de aceroleira: efeitos de recipientes e substratos. **Agrarian**, v.3, n.8, p.126-132, 2010.

SILVA, J.A.A. da; PEREIRA, F.M. Enraizamento de estacas herbáceas de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.369-371, 2004.

SILVA, S. de M. Pitanga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

WENDLING, I; BRONDANI, G.E.; BIASSIO, A. de; DUTRA, L.F. Vegetative propagation of adult *Ilex paraguariensis* trees through epicormic shoots. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, n.1, p.117-125, 2013.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa: EdUFV, 2013, 279p.

3. ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE PITANGUEIRA ORIUNDAS DE ENXERTIA: ÉPOCAS DE COLETA E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), por meio da produtividade e sobrevivência das minicepas, e do enraizamento das miniestacas oriundas de enxertia e tratadas com diferentes concentrações do ácido indolbutírico (AIB) nas sucessivas coletas. As minicepas foram obtidas usando a enxertia (garfagem em fenda cheia) de garfos coletados da árvore selecionada sobre porta-enxertos formados por sementes coletadas da mesma árvore. Para formação do minijardim, as mudas enxertadas foram cultivadas em tubetes, tiveram suas brotações podadas, mantendo-se um par de folhas em cada brotação. A partir destas minicepas foram realizadas coletas sucessivas de brotações (miniestacas). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 4 (quatro épocas de coleta de miniestacas x quatro concentrações de AIB), com quatro repetições de 20 miniestacas como unidade experimental. Obteve-se 100% de sobrevivência das minicepas após quatro coletas sucessivas de brotações. No período de temperatura mais elevada foi possível realizar duas coletas de brotações, a produtividade foi de 2,4 brotações/minicepa, 598,9 brotações/m² na coleta 1, e 2,7 brotações/minicepa, 681,1 brotações/m² na coleta 2. A produtividade média foi de 384,4 miniestacas/m²/mês. Verificou-se enraizamento adventício inferior a 1,9%. O enraizamento de miniestacas de pitangueira oriundas de enxertia não foi favorecido com o uso de AIB.

Palavras-chave: auxina, clonagem, coletas, *Eugenia uniflora* L., propagação vegetativa

ROOTING MINICUTTINGS OF SURINAM CHERRY ORIGINATING FROM GRAFTING: PERIOD OF COLLECTION AND INDOLEBUTYRIC ACID

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the viability of the minicutting technique in the vegetative propagation of Surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.), through productivity and survival of ministumps, and rooting of minicuttings originating from grafting and treated with different concentrations of indolebutyric acid (IBA) in the successive collections. The ministumps were obtained through grafting (cleft graft) of scions collected from the selected tree onto rootstock formed by seeds collected from the same tree. To create the minigarden, the grafted seedlings were grown in root plugs and their sprouts were pruned, maintaining one pair of leaves on each sprout. From these ministumps, successive collections of sprouts (minicuttings) were made. A completely randomized experimental design was used in a 4 x 4 factorial arrangement (four periods of collection of minicuttings x four concentrations of IBA), with four replications and 20 minicuttings as an experimental unit. The survival rate of the ministumps was 100% after four successive collections of sprouts. In the higher temperature period was possible to carry out two collections of shoots. Mean yield was 2.4 minicuttings/ministump, 598.9 minicuttings/m² in the first collection time, and 2.7 minicuttings/ministump, 681.1 minicuttings/m² in the second collection time. Mean yield was 384.4 minicuttings/m²/month. It was adventitious rooting of less than 1.9%. The rooting of minicuttings from grafting of the Surinam cherry is not favored with the use of IBA.

Keywords: auxin, cloning, collections, *Eugenia uniflora* L., vegetative propagation

3.1. INTRODUÇÃO

Originária do Brasil, a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), Myrtaceae, devido à sua adaptabilidade encontra-se nas mais variadas regiões do Brasil e do mundo (Silva, 2006), é recomendada para plantios em reflorestamentos; é considerada espécie ornamental e pode ser utilizada no paisagismo (Lorenzi, 2008); valorizada pelas suas folhas e frutos com óleos essenciais, sais minerais e vitaminas, apresenta potencial de exploração pelas indústrias alimentícias, cosméticas e medicinais (Lira Junior et al., 2007).

A maioria dos pomares de pitangueira existentes são formados a partir de mudas resultantes da propagação por sementes. Estas mudas não são adequadas para formação de pomares comerciais, pois apresentam como inconvenientes grande variabilidade genética e o período de juvenilidade, implicando na frutificação mais tardia do pomar. Sendo assim, recomenda-se a substituição destas mudas por mudas propagadas vegetativamente (Bezerra et al., 2004).

Um dos maiores obstáculos a serem vencidos na propagação vegetativa de uma espécie, de material adulto, é a recuperação da capacidade de enraizamento do material lenhoso (Murayama & Ferrari, 1993). Uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas refere-se ao potencial de regeneração, em que a redução da capacidade do enraizamento de propágulos vegetativos, com o envelhecimento ontogenético, tem sido considerada um dos principais efeitos na propagação clonal (Xavier et al., 2013). Várias espécies de plantas lenhosas mostraram que a capacidade das estacas de formar raízes adventícias diminuiu com o aumento da idade da planta matriz (Hartmann et al., 2011). Este fator gera dificuldades na propagação porque com frequência as características desejadas de uma planta matriz são expressas e avaliadas no estágio adulto (Assis & Teixeira, 1998), o genótipo a ser reproduzido provém, via de regra, de indivíduos maduros (Ferrari et al., 2004). A propagação vegetativa de árvores adultas requer técnicas de rejuvenescimento de material vegetal para recuperar as condições favoráveis ao enraizamento (Siniscalco & Pavolettoni, 1988).

De acordo com Hartmann et al. (2011) a fase adulta naturalmente faz reversão à fase juvenil (rejuvenescimento) durante a reprodução por semente. No entanto, reversões (rejuvenescimento) também têm sido induzidas em material vegetativo, por exemplo, por meio da enxertia em série (Wendling et al., 2014).

Na fruticultura, a utilização de sementes basicamente está restrita à obtenção de porta-enxertos e ao melhoramento genético (Fachinello et al., 2008). Na miniestaquia é importante considerar que as miniestacas podem ser provenientes de minicepas obtidas pela enxertia, utilizando porta-enxerto de origem seminal e enxerto proveniente da planta adulta selecionada. A principal vantagem do uso da enxertia é a regeneração clonal de árvore adulta com características superiores. A enxertia pode ser utilizada com a finalidade de manter clones desejados pelas suas características de frutificação, florescimento ou crescimento (Hartmann et al., 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), por meio da produtividade e sobrevivência das minicepas, e do enraizamento das miniestacas oriundas de enxertia e tratadas com diferentes concentrações do ácido indolbutírico (AIB) nas sucessivas coletas.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. O trabalho envolveu as seguintes etapas: obtenção do porta-enxerto; preparação do enxerto (garfo); realização da enxertia; seleção dos enxertos; instalação do minijardim; e retirada das brotações para a instalação da miniestaquia.

Foram utilizados como porta-enxertos, plantas provenientes de sementes retiradas de frutos maduros colhidos de uma única planta adulta (15 anos de idade), selecionada no campus do Setor de Ciências Agrárias da UFPR (Anexo 2 - A, B, C). A semeadura foi realizada no dia 12/11/2009 em tubetes de 240 cm³, colocados em bandejas plásticas de 62 x 42 cm com capacidade para 54 tubetes, contendo mistura de substrato comercial vermiculita expandida de granulometria média, Plantmax HT[®], e terra na proporção de 1:1:1, sendo molhadas com auxílio de mangueira na casa de vegetação. Os porta-enxertos de origem seminal (*seedlings*) (Anexo 2 - D), a partir de seis meses de idade, receberam adubação mensal, com 3 mL no substrato por muda. Foi usada a formulação contendo 4 g L⁻¹ de uréia, 10 g L⁻¹ de superfosfato simples, 4 g L⁻¹ de cloreto de potássio e 10 mL L⁻¹ de complexo de micronutrientes (Micros Q-Green Top[®]).

Foi realizada a enxertia por garfagem no topo em fenda cheia, método recomendado para vários genótipos de pitangueira no nordeste brasileiro, e no sul do Brasil por Bezerra et al. (2002), Franzon et al. (2008; 2010) e Lattuada et al. (2010).

Os porta-enxertos foram utilizados para enxertia quando tinham aproximadamente 30 cm de altura e 21 meses de idade, no dia 16/08/2011. No ponto da enxertia, aproximadamente a 10 cm de altura do colo, os porta-enxertos apresentavam diâmetro médio de 3 mm. Procedeu-se à retirada do meristema apical do porta-enxerto (Anexo 2 - F), a uma altura de 10 cm, a partir do colo da planta. Em seguida, realizou-se um corte longitudinal em fenda cheia com 1 cm de comprimento (Anexo 2 - G). Foram mantidas as folhas existentes no porta-enxerto, abaixo do ponto de enxertia.

Os enxertos foram preparados a partir de estacas semilenhosas (com folhas) de ramos coletados pela manhã da mesma planta adulta (Anexo 2 - E) que forneceu as sementes para os porta-enxertos de pitangueira para evitar incompatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto. A base dos ramos foi imersa em água, a fim de evitar desidratação, e em seguida, foram preparados os enxertos provenientes da porção do ramo com diâmetro o mais próximo possível ao diâmetro (3 mm) do ponto de enxertia no porta-enxerto. Os enxertos utilizados para enxertia possuíam 5 cm de comprimento, contendo pelo menos duas gemas. Foi realizado corte em bisel duplo, em forma de cunha, com 1 cm de comprimento na extremidade inferior.

Para o procedimento da enxertia, tanto a excisão do porta-enxerto quanto o corte do enxerto foram feitos com o auxílio de bisturi de forma rápida e procurando a uniformidade dos cortes para facilitar a aderência e evitar o ressecamento dos tecidos. Após a inserção do enxerto sobre a fenda no porta-enxerto (Anexo 2 - H), utilizou-se fitilho para a amarração (Anexo 2 - I). Para impedir a desidratação no ponto de enxertia os enxertos foram envoltos parcialmente com o fitilho, com exceção da gema que ficou exposta. Após a realização da enxertia, o porta-enxerto e o garfo não foram cobertos com saco plástico ou celofane. Os enxertos ficaram na casa de vegetação não climatizada sendo irrigados manualmente com auxílio de mangueira (Anexo 2 - J). Durante a condução do experimento foram eliminadas as brotações emitidas no porta-enxerto.

Durante o acompanhamento do experimento observou-se o pegamento dos enxertos os quais apresentavam gemas vegetativas em crescimento, expansão do primeiro par de folhas e emissão de brotações. O pegamento final foi avaliado aos três meses após a enxertia, quando foi realizada a seleção dos enxertos com brotações.

Para a instalação do minijardim no dia 22/11/2011 estes enxertos tiveram suas brotações podadas (Anexo 2 - K), mantendo-se um par de folhas em cada brotação, constituindo as 149 minicepas para formação do minijardim. As minicepas foram cultivadas durante 313 dias, em casa de vegetação não climatizada sendo irrigadas manualmente com auxílio de mangueira.

As coletas dos propágulos (Anexo 3 – A) foram realizadas no minijardim selecionando as brotações que apresentavam um comprimento de aproximadamente 4 cm (Anexo 2 - L). As brotações menores que 4 cm foram mantidas na minicepa para as coletas subsequentes (Anexo 3 –B).

As coletas foram efetuadas cada vez que o minijardim tinha quantidade suficiente de brotações para a instalação do experimento de miniestaquia, deste modo foi possível efetuar quatro coletas durante o período do experimento, as datas de coleta foram 05/01, 08/02, 29/03 e 30/09/2012. A data de cada coleta permitiu ainda especificar a estação correspondente, ou seja, as coletas 1 e 2 ocorreram no verão, 3 no outono e, 4 na primavera. De acordo com a temperatura média mensal informada pela SIMEPAR em Curitiba, calculou-se a média para as estações ao longo do ano, obteve-se 20,55 °C no verão, 16,92 °C no outono, 15,2 °C no inverno e 17,35 °C na primavera 2012. As coletas foram efetuadas em diferentes intervalos de tempo, o intervalo entre cada coleta variou de 34 a 185 dias, mantendo-se a padronização estabelecida quanto à seleção de brotações.

Em cada coleta, todas as brotações com comprimento maior ou igual a 4 cm foram selecionadas e coletadas pela manhã e imediatamente acondicionadas em bandejas com água para posterior preparo das miniestacas. Em cada coleta foi realizada a contagem de brotações coletadas por minicepa, para a obtenção da produção média do minijardim (brotações por minicepa e brotações por m²). Após cada coleta de brotações, as minicepas receberam no substrato 3 mL da mesma solução aquosa de adubo utilizada para os porta-enxertos.

As miniestacas apicais foram preparadas utilizando-se as brotações, sem desprezar a porção apical e mantendo-se o comprimento aproximado de 4 cm, mantendo-se um par de folhas apicais inteiras, e um par de folhas basais com a área de seu limbo reduzida à metade (Anexo 3 - C) para a redução da perda de água pela transpiração foliar.

Para manter as condições de turgescência do material vegetal, as miniestacas foram acondicionadas em bandejas com água, e em seguida foram tratadas com o regulador vegetal. A base das miniestacas foi submetida a quatro concentrações de soluções hidroalcoólicas (50 % v/v) de ácido indolbutírico (AIB) (0; 1000; 2000 e 4000 mg L⁻¹), por imersão rápida por 5 s. Essas concentrações basearam-se em trabalhos com estacas herbáceas de pitangueira

(Lattuada et al., 2011) e jabuticabeira (Scarpere Filho et al., 1999) e também a partir de experimentos e observações preliminares. Não foi realizado nenhum tratamento de desinfestação previamente à introdução das miniestacas no substrato. O plantio foi realizado em tubetes de 53 cm³, contendo substrato comercial de vermiculita expandida de granulometria média, em casa de vegetação com irrigação intermitente, por microaspersão. O intervalo de irrigação das 8 às 17 h era de 15 s a cada 30 min; das 17 às 23 h de 15 s a cada 60 min; das 23 às 8 h de 15 s a cada três horas. O período de permanência no leito de enraizamento foi de 120 dias (Anexo 3 – D).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 4 (quatro épocas de coleta de miniestacas x quatro concentrações de AIB), com quatro repetições, e as unidades experimentais foram formadas por 20 miniestacas.

Foram analisadas as seguintes variáveis: porcentagem de miniestacas enraizadas (miniestacas com indução de primórdios radiciais, com no mínimo 1 mm de comprimento, podendo ou não apresentar calos); número médio de raízes formadas por miniestaca; comprimento (cm) médio das três maiores raízes formadas por miniestaca; massa de matéria seca de raízes (mg) por miniestaca; porcentagem de miniestacas sobreviventes (miniestacas que não formaram raízes, mas que permaneceram vivas, podendo ou não apresentar calos); porcentagem de retenção foliar; e porcentagem de miniestacas mortas (miniestacas com necrose em toda ou na maior parte de sua extensão).

Para cada variável, inicialmente as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. Para as variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas, os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5 % de probabilidade. Enquanto que as variáveis que apresentaram variâncias heterogêneas tiveram os valores originais transformados para posterior análise pelo mesmo teste. Os dados de porcentagem de retenção foliar foram transformados segundo a equação $\arcsen\sqrt{x/100}$. O programa estatístico utilizado foi o Assistat, versão 7.6 beta.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Minicepas

As minicepas produzidas via enxertia, cultivadas em tubete de 240 cm³, no minijardim de pitangueira apresentaram alta sobrevivência (100%) após quatro coletas sucessivas de brotações durante o período do experimento. Não houve incidência de doenças que comprometessem a sobrevivência das minicepas. Para pitangueira, não foram encontradas informações sobre a sobrevivência e produtividade de minicepas originadas de enxertia. Entre os estudos com minicepas produzidas via semente de espécies florestais nativas brasileiras, Cunha et al. (2008), para corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth.), após quatro coletas, não observaram mortalidade, em sistema de minijardim em tubete de 110 cm³. Em sistema semi-hidropônico em canaletão com areia Wendling et al. (2007), para erva-mate (*Ilex paraguariensis*), após onze coletas, obtiveram 95,6% de sobrevivência das minicepas, e Pires et al. (2013), para araucária (*Araucaria angustifolia*), não observaram mortalidade das minicepas.

Os resultados das avaliações das coletas sucessivas de brotações provenientes de minicepas oriundas dos enxertos de pitangueira estão apresentados na Tabela 3.1. No total, foram realizadas quatro coletas, iniciadas 44 dias após a instalação do minijardim no sistema de tubetes, num intervalo de 313 dias entre a primeira e a última coleta. Observou-se que as minicepas possuem capacidade de emissão de novas brotações após cada coleta de miniestacas.

De acordo com as avaliações, duas coletas, a primeira coleta (44 dias após poda de enxertos) e a segunda coleta (78 dias após poda de enxertos), foram realizadas no período de temperatura mais elevada (média da temperatura ambiente em torno de 20,55 °C) em relação às demais coletas. A temperatura possivelmente contribuiu para o desenvolvimento de gemas, e crescimento de brotações (2,4 brotações/minicepa, 598,9 brotações/m² na coleta 1, e 2,7 brotações/minicepa, 681,1 brotações/m² na coleta 2). Esses resultados encontram-se próximos aos relatados para *Sapium glandulatum* (Vell.)Pax., por Ferreira et al. (2010), que observaram, no verão, a maior produção de miniestacas (2,2 miniestacas/minicepa) em tubete de 205 cm³, 609 miniestacas/m².

Tabela 3.1 – Produtividade média de brotações de pitangueira em quatro coletas sucessivas realizadas no minijardim durante o período do experimento (janeiro de 2012 a setembro de 2012).

Coleta	Data de coleta	Intervalo entre as coletas (dias)	Dias após instalação do minijardim (poda enxertos)	Nº minicepas sobreviventes	Brotações/coleta (miniestacas)	Produtividade média		
						brotações /		
						minicepa / coleta	m ² / coleta	m ² / mês
1	05/01/12	–	44	149	357	2,4	598,9	408,3
2	08/02/12	34	78	149	406	2,7	681,1	600,9
3	29/03/12	50	128	149	348	2,3	583,8	350,3
4	30/09/12	185	313	149	655	4,4	1098,8	178,2
Média Geral		90	–	–	462	3,1	774,2	384,4

Após a terceira coleta foi possível realizar a última coleta de brotações com um intervalo bastante prolongado (185 dias) (Tabela 3.1). Verificou-se que este intervalo corresponde a um período de temperatura mais baixa (média de temperatura ambiente em torno de 15,2 °C) em relação às demais coletas, e não contribuiu para o desenvolvimento de gemas, e crescimento de brotações. Assim, os resultados obtidos para pitangueira indicaram a viabilidade do sistema adotado para obtenção de propágulos juvenis de pitangueira até a terceira coleta em função da produtividade média obtida, e do intervalo entre coletas.

Possivelmente a variação na produtividade de brotações das minicepas de pitangueira também esteja associada ao volume dos tubetes utilizados (240 cm³). Lemos et al. (2010) observaram na pinheira (*Annona squamosa* L.) que as mudas dos tubetes de 230 cm³ proporcionaram maior capacidade de absorção de nutrientes pelas raízes e, conseqüentemente, maior desenvolvimento da planta quando comparado às mudas dos tubetes de 150 cm³. Segundo Oliveira et al. (2008) o maior volume de substrato nos tubetes maiores e, conseqüentemente, a maior disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo e o maior espaço para o crescimento das raízes possivelmente tenham favorecido os resultados de crescimento observados nas plantas de bananeira (*Musa* sp.).

Reis et al. (1989), relataram que a restrição do crescimento de raízes provocada pelo volume do recipiente pode promover o desequilíbrio da razão raízes: parte aérea, alterando as respostas fisiológicas das plantas cultivadas. Estes autores afirmaram que o pequeno volume dos recipientes, exige, também, a aplicação de concentrações elevadas de nutrientes, devido

às perdas por lixiviação, resultantes da necessidade de regas frequentes. De acordo com Hartmann et al. (2011) o ápice da raiz é uma fonte primária de citocininas, as quais desempenham um papel na iniciação e desenvolvimento de brotações.

Souza et al. (2014) trabalhando com minicepas de cedro australiano (*Toona ciliata*), realizaram três coletas de brotações em intervalos médios de 31 dias, e mostraram que não há exaustão das minicepas com o decorrer do tempo pela coleta sucessiva de miniestacas que resulta na remoção contínua de nutrientes, desde que o fornecimento de nutrientes seja mantido nos tubetes para evitar o esgotamento e queda na produtividade de minicepas. Em outras espécies nativas, como erva-mate (*Ilex paraguariensis*), a utilização da solução nutritiva menos concentrada para o sistema semi-hidropônico resulta em produções e sobrevivência de minicepas similares ou até superiores às obtidas com soluções mais concentradas (Wendling et al., 2007). Pires et al. (2013), trabalhando com minicepas provenientes de sementes de *Araucaria angustifolia*, perceberam a necessidade do desenvolvimento de mais estudos com a espécie, principalmente considerando a nutrição das minicepas e ambiente de propagação. Para pitangueira possivelmente a reposição de nutrientes de forma ainda mais frequente, e a utilização da solução nutritiva em diferentes concentrações poderia contribuir para uma produtividade das minicepas mais constante ao longo do tempo.

Nas minicepas de pitangueira provenientes de mudas originadas de enxertia em tubete, obteve-se uma produtividade média de 3,1 miniestacas por minicepa em cada coleta a cada 90 dias (Tabela 3.1), em torno de 1,0 miniestaca por minicepa no intervalo médio de 30 dias em quatro coletas. Este valor médio de produção encontra-se próximo ao relatado em estudos a partir de minicepas produzidas por via seminal para cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) por Xavier et al. (2003), para corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) por Cunha et al. (2008) que foi de 1,3 miniestaca por minicepa a cada 30 dias em quatro coletas, em minijardim cultivado em tubetes de 200 cm³, e para cedro australiano (*Toona ciliata*) por Souza et al. (2014), os quais obtiveram a produção de 1,0 miniestaca por minicepa no intervalo médio de 31 dias em três coletas no sistema de tubete.

Possivelmente, as características juvenis do porta-enxerto por ser originário de sementes de pitangueira, influenciaram positivamente na capacidade de emissão de brotações da copa. No caso específico das mudas enxertadas de caramboleira (*Averrhoa carambola*), Bastos et al. (2005) afirmaram que, embora as mudas enxertadas tenham tecidos maduros na constituição dos garfos retirados de ramos de plantas adultas, elas possuem tecidos com características juvenis do porta-enxerto por serem originários de sementes, e de acordo com

os resultados observados concluíram que as características juvenis do porta-enxerto, influenciaram no desenvolvimento da muda enxertada, fazendo com que a muda tivesse elevadas taxas de crescimento em altura, diâmetro do caule, massa fresca e seca da parte aérea e da raiz e, conseqüentemente, alto vigor.

A produtividade média de brotações de pitangueira por m² de minijardim a cada mês (384,4) variou entre 178 e 600,9 (Tabela 3.1), e foi superior ao observado no sistema semi-hidropônico para *Piptocarpha angustifolia* Dusen ex. Malme (variando entre 113,4 e 259,2 brotações/m²/mês) (Ferriani et al., 2011). Dentre os efeitos do porta-enxerto sobre o enxerto Hartmann et al. (2011) destacam que de acordo com as características do porta-enxerto o vigor do enxerto pode ser alterado, ou seja, o porta-enxerto pode conferir maior ou menor vigor à copa.

3.3.2. Miniestaquia

A partir de minicepas obtidas pela enxertia, de forma geral, na miniestaquia da pitangueira houve baixo índice de enraizamento das miniestacas (Anexo 5 – B), os percentuais de enraizamento foram inferiores a 1,9 % (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Porcentagem de miniestacas de pitangueira enraizadas, sobreviventes, retenção foliar e miniestacas mortas, ao longo de quatro coletas sucessivas de miniestacas, tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico⁽¹⁾.

Coleta	Miniestacas enraizadas (%)	Miniestacas sobreviventes (%)	Retenção foliar (%)	Miniestacas mortas (%)
1	0,9	24,7 b	21,2 b	73,1 b
2	0,6	19,1 b	16,9 b	80,3 b
3	1,9	79,7 a	75,3 a	18,4 c
4	0,0	3,8 c	2,9 c	96,3 a
AIB				
(mg L ⁻¹)				
0	0,9	41,3 a	37,1 a	57,8 b
1000	1,3	31,9 ab	28,7 ab	65,6 ab
2000	0,3	30,3 b	27,8 ab	69,4 a
4000	0,9	23,8 b	22,7 b	75,3 a
CV (%)	-	34,55	29,6	16,9

⁽¹⁾Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem, entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em virtude da existência de uma ou mais variâncias igual a zero, o programa de análise estatística indicou que não era possível aplicar o teste para as seguintes variáveis: porcentagem de miniestacas enraizadas, número médio de raízes por miniestaca, comprimento médio de raízes e massa seca de raízes por miniestaca.

As escassas miniestacas enraizadas apresentaram somente uma raiz, com comprimento variando de 0,1 a 7,5 cm, e massa seca de raízes por miniestaca variando de 1,0 a 30,9 mg.

De modo geral, a capacidade de enraizamento das miniestacas possivelmente foi prejudicada pela influência da idade da planta matriz adulta. Este fato provavelmente ocasionou uma condição fisiológica desfavorável das minicepas ao longo do período do experimento, inibindo a indução radicial das miniestacas. Bastos et al. (2009) verificaram que as estacas de caramboleira (*Averrhoa carambola*) retiradas de plantas juvenis se mostraram mais eficientes na formação de raízes adventícias, quando comparadas com aquelas retiradas de plantas adultas. Os autores afirmaram que tal fato provavelmente ocorreu devido às características fisiológicas das plantas matrizes, pois quando uma planta se encontra na fase adulta, ela apresenta um maior teor de inibidores e menor teor de co-fatores de enraizamento. Segundo Assis & Teixeira (1998) uma das mais importantes consequências do envelhecimento ontogenético para a clonagem é a redução, ou até mesmo a perda, da capacidade de enraizamento, verificada em plantas adultas.

Grattapaglia & Machado (1998) recomendam que a retirada de propágulos deva ser feita de preferência a partir de brotações novas que são formadas durante a fase ativa de crescimento da planta, durante os meses mais quentes do ano. Neste estudo, observou-se que foram realizadas duas coletas (coleta 1 e coleta 2) no período de temperatura mais elevada (média da temperatura ambiente em torno de 20,55 °C) em relação as demais coletas. A temperatura possivelmente contribuiu para o desenvolvimento de gemas, e crescimento de brotações, porém estas miniestacas não mostraram maior capacidade de enraizamento. Em outro estudo, maiores porcentagens de enraizamento obtidas no verão foram encontradas em outras espécies, como espiroleira (*Nerium oleander* L.) (Pivetta et al., 2012).

Não foram encontradas informações sobre o enraizamento de miniestacas de pitangueira provenientes de minicepas obtidas por enxertia. Foram encontradas informações sobre o enraizamento de miniestacas provenientes de minicepas de origem seminal (seedlings) de outras espécies frutíferas. Marinho et al. (2009) e Altoé et al. (2011), para goiabeira e outras espécies do gênero *Psidium* obtiveram elevado percentual de enraizamento de miniestacas.

Quanto ao enraizamento das miniestacas oriundas de enxertia, foram observados baixos índices nas três primeiras coletas (0,9, 0,6 e 1,9 % respectivamente), e ausência de enraizamento na última coleta (coleta 4). Muruyama & Ferrari (1993), obtiveram material juvenil satisfatório para o enraizamento de estacas de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea*, a partir da terceira enxertia. Siniscalco & Pavollettoni (1988) realizaram seis enxertias sucessivas, e concluíram que propágulos provenientes de plantas adultas de *Eucalyptus trabutii* foram revertidos a condições juvenis de forma gradual.

Verificou-se na análise de variância que não houve interação estatisticamente significativa entre os fatores (época de coleta e concentração de ácido indolbutírico) para a variável porcentagem de miniestacas sobreviventes, retenção foliar e miniestacas mortas.

As miniestacas provenientes da terceira coleta apresentaram índice de sobrevivência (79,7 %) e retenção foliar (75,3 %) significativamente superior aos obtidos nas miniestacas provenientes das demais coletas, e índice de mortalidade significativamente inferior (18,4 %). As condições fisiológicas da minicepa na terceira coleta provavelmente eram mais favoráveis para sobrevivência das miniestacas. Esta coleta foi realizada no período com média de temperatura ambiente em torno de 16,92 °C. A temperatura possivelmente contribuiu para a sobrevivência das miniestacas.

Na miniestaquia instalada na última coleta (coleta 4) verificou-se a maior taxa de mortalidade (96,3 %), e a menor taxa de sobrevivência e retenção foliar (Tabela 3.2).

A porcentagem de enraizamento de miniestacas de pitangueira provenientes de minicepas produzidas via enxertia foi muito baixa (0,9 %) sem a utilização de AIB. A utilização de AIB não promoveu o enraizamento adventício em miniestacas provenientes de minicepas (enxertos) de *Eugenia uniflora* L. Em plantas difíceis de enraizar a partir de estacas, faltam substâncias endógenas que podem ser auxinas ou a combinação de determinadas moléculas com auxina que em conjunto promovem enraizamento, e/ou falta sensibilidade das células para responder às substâncias promotoras do enraizamento, mesmo que auxina natural possa ou não estar presente em abundância. Nesse caso, a aplicação de auxinas resulta em pouca ou nenhuma melhoria na resposta de enraizamento (Hartmann et al., 2011).

No entanto, Lattuada et al. (2011), trabalhando com estacas herbáceas de pitangueira coletadas de plantas matrizes juvenis de três anos de idade, observaram 44,15 % de enraizamento com 2000 mg L⁻¹ de AIB. De forma semelhante, Pivetta et al. (2012) concluíram que o ácido indolbutírico nas concentrações de 1000 e 2000 mg kg⁻¹ foi efetivo para aumentar a porcentagem de enraizamento de estacas herbáceas de duas variedades de espirradeira (*Nerium oleander* L.). Embora, para estacas herbáceas geralmente não seja necessário o uso de auxinas, este regulador vegetal é usado frequentemente para aumentar a porcentagem de estacas que formam raízes, acelerar a iniciação da formação de raízes, aumentar a uniformidade do enraizamento, e desenvolver o sistema radicial de melhor qualidade (Hartmann et al., 2011).

Pode se constatar que houve uma diminuição da porcentagem de miniestacas sobreviventes e retenção foliar, e aumento da porcentagem de miniestacas mortas com a

elevação da concentração de AIB (Tabela 3.2), esta tendência à fitotoxidez está caracterizada pela queda de folhas e posterior morte das estacas de pitangueira. Auxinas utilizadas em concentrações excessivas estimulam a produção de etileno e, conseqüentemente a queda de folhas (Hopkins, 1995). As auxinas tem capacidade de promover a síntese de etileno pelo aumento da atividade da enzima ACC sintase (Taiz & Zeiger, 2009).

Em alguns estudos, como o realizado por Lattuada et al. (2011), em estacas de pitangueiras a retenção foliar e a sobrevivência foram prejudicadas pelo incremento nas concentrações de AIB (0 a 6000 mg L⁻¹). Esses autores relataram que este fato possivelmente está relacionado com o efeito fitotóxico do AIB. Pivetta et al. (2012) também afirmaram que a concentração de 4000 mg kg⁻¹ de AIB apresentou efeito inibitório ou fitotóxico quando trataram as estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.).

3.4. CONCLUSÕES

Minicepas provenientes de enxertos de pitangueira, cultivadas em tubetes, constituem uma opção para produção de propágulos vegetativos, e a maior produtividade ocorre no período de temperatura mais elevada.

O enraizamento de miniestacas provenientes de minicepas originadas por enxertia de pitangueira é muito baixo e não é favorecido com o uso de ácido indolbutírico.

REFERÊNCIAS

- Altoé, J.A., Marinho, C.S., Terra, M.I.da C., Barroso, D.G. 2011. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. *Bragantia* 70: 312-318.
- Assis, T.F., Teixeira, S.L. 1998. Enraizamento de plantas lenhosas. In: Torres, A.C., Caldas, L.S., Buso, J.A. (ed.) *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Embrapa-SPI / Embrapa-CNPq, Brasília, Brasil. p.261-296.
- Bastos, D.C., Scarpore Filho, J.A., Pio, R., Libardi, M.N., Almeida, L.F.P.de. 2005. Desenvolvimento inicial de mudas enxertadas e de estacas de caramboleira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27: 338-340.
- Bastos, D.C., Scarpore Filho, J.A., Fatinansi, J.C., Pio, R. 2009. Influência da idade biológica da planta matriz e do tipo de estaca caulinar de caramboleira na formação de raízes adventícias. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 1915-1918.
- Bezerra, J.E.F., Lederman, I.E., Freitas, E.V.de, Silva Júnior, J.F.da. 2002. Propagação de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pelo método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 160-162.
- Bezerra, J.E.F., Lederman, I.E., Silva Junior, J.F.da, Alves, M.A. 2004. Comportamento da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob irrigação na região do vale do rio moxotó, Pernambuco. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 177-179.
- Cunha, A.C.M.C.M., Wendling, I., Souza Júnior, L. 2008. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. *Ciência Florestal* 18: 85-92.
- Fachinello, J.C., Nachtigal, J.C., Kersten, E. 2008. *Fruticultura: fundamentos e práticas*. UFPEL, Pelotas, Brasil, 176 p.
- Ferrari, M. P.; Grossi, F.; Wendling, I. 2004. Propagação vegetativa de espécies florestais. Embrapa Florestas. Documentos 94. 22 p.
- Ferriani, A. P.; Zuffellato-Ribas, K. C.; Helm, C. V.; Boza, A.; Wendling, I.; Koehler, H. S. 2011. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. *Pesquisa Florestal Brasileira* 31: 257-264.

Ferreira, B.G.A., Zuffellato-Ribas, K.C., Wendling, I., Koehler, H.S., Nogueira, A.C. 2010. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. *Ciência Florestal* 20:19-31.

Franzon, R.C., Gonçalves, R. da S., Antunes, L.E.C., Raseira, M.do C.B., Trevisan, R. 2008. Propagação da pitangueira através da enxertia de garfagem. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30: 488-491.

Franzon, R.C., Gonçalves, R.da S., Antunes, L.E.C., Raseira, M.do C.B. 2010. Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) do sul do Brasil por enxertia de garfagem. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 262-267.

Grattapaglia, D., Machado M.A. 1998. Micropropagação. In: Torres, A.C., Caldas, L.S., Buso, J.A. (ed.) *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Embrapa-SPI / Embrapa-CNPq, Brasília, Brasil. p.183-260.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies Junior, F.T., Geneve, R.L. 2011. *Hartmann and Kester's Plant Propagation: principles and practices*. Prentice Hall, São Paulo, Brasil. 915 p.

Hopkins, W. 2000. *Introduction to Plant Physiology*. New York, John Wiley & Sons, Inc. 512 p.

Lattuada, D.S., Souza, P.V.D.de, Gonzatto, M.P. 2010. Enxertia herbácea em Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 1285-1288.

Lattuada, D.S., Spier, M., Souza, P.V.D. de. 2011. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. *Ciência Rural* 41: 2073-2079.

Lemos, E.E.P.de, Salvador, T.de L., Santos, M.Q.C. dos, Rezende, L. de P., Salvador, T. de L., Lima, H.M.A. 2010. Produção de porta-enxertos em tubetes e enxertia precoce da pinheira (*Annona squamosa* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura* 32: 865-873.

Lira Júnior, J.S.de, Bezerra, J.E.F., Lederman, I.E., Silva Junior, J.F. da. 2007 *Pitangueira*. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, Recife, Brasil. 87 p.

Lorenzi, H. 2008. *Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Instituto Plantarum, Nova Odessa, Brasil. 384 p.

Muruyama, M. Y. Ferrari, M.P. 1993. Propagação vegetativa de pinheiros tropicais. *Revista Silvicultura* 49: 12 -14.

Marinho, C.S., Milhem, L.M.A., Altoé, J.A., Barroso, D.G., Pommer, C.V. 2009. Propagação da goiabeira por miniestaquia. *Revista Brasileira de Fruticultura* 31: 607-611.

Oliveira, J.P.de, Costa, F.H. da S., Pereira, J.E.S. 2008. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira aclimatizadas nas condições da Amazônia Sul Ocidental sob a influência de diferentes substratos e recipientes. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30: 459-465.

Pires, P.P.; Wendling, I.; Brondani, G. 2013. Ácido indolbutírico e ortotropismo na miniestaquia de *Araucaria angustifolia*. *Revista Árvore* 37: 393-399.

Pivetta, K.F.L., Pedrinho, D.R., Fávero, S., Batista, G.S., Mazzini, R.B. 2012. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.). *Revista Árvore* 36: 17-23.

Reis, G.G., Reis, M.G.F., Maestri, M., Xavier, A., Oliveira, L.M. 1989. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. *Revista Árvore* 13: 1-18.

Scarpare Filho, J.A.; Tessarioli Neto, J.; Costa Junior, W. H. da.; Kluge, R.A. 1999. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de jaboticabeira 'Sabara' (*Myrciaria jaboticaba*) em condições de nebulização. *Revista Brasileira de Fruticultura* 21: 146-149.

Silva, S. de M. 2006. Pitanga. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28: 1.

Siniscalco, C.; Pavolettoni, L. 1988. Rejuvenation of *Eucalyptus x Trabutii* by successive grafting. *Acta Horticulturae* 227: 98-100.

Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), Curitiba, Paraná. Disponível em: <<http://www.simepar.br/site>> Acesso em: 29 outubro 2013.

Souza, J.S.de, Barroso, D.G., Silva, M.P.S. da, Ferreira, D.de A., Gravina, G.de A., Carneiro, J.G.de A. 2014. Produtividade de minicepas de cedro australiano e remoção de nutrientes pela coleta sucessiva de miniestacas. *Ciência Florestal* 24: 71-77.

Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

Wendling, I.; Dutra, L.F.; Grossi, F. 2007. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em Sistema semi-hifropônico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42:289-292.

Wendling, I.; Trueman, S.J.; Xavier, A. 2014. Maturation and related aspects in clonal forestry – Part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. *New Forest* 45: 473-486.

Xavier, A.; Santos, G. A. dos; Wendling, I.; Oliveira, M. L. de. 2003. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. *Revista Árvore* 27: 139-143.

Xavier, A.; Wendling, I.; Silva, R. L. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. Viçosa: EdUFV, 2013, 279p.

4. ÉPOCA DE COLETA E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE MUDAS DE PITANGUEIRA DE ORIGEM SEMINAL

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), por meio da produtividade e sobrevivência das minicepas, e do enraizamento das miniestacas tratadas com diferentes concentrações do ácido indolbutírico (AIB) nas sucessivas coletas. As minicepas foram obtidas a partir de mudas produzidas via sementes de pitangueira. Para formação do minijardim, as mudas foram cultivadas em tubetes, tiveram seus ápices podados, visando estimular a formação de brotações. Destas minicepas se promoveram coletas sucessivas de brotações (miniestacas). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 8 x 4 (oito épocas de coleta de miniestacas e quatro concentrações de AIB), com quatro repetições e 20 miniestacas como unidade experimental. Obteve-se 99,28% de sobrevivência das minicepas e produtividade média de 362 miniestacas por m² por mês, considerando 2,5 miniestacas por minicepa por coleta a cada 51 dias. A maior média de produção de miniestacas ocorreu na coleta da época 4 (verão) e a menor na coleta da época 8 (inverno). Verificou-se enraizamento adventício variando de 57,2 (coleta 6) até 97,2% (coleta 1). As miniestacas provenientes das primeiras cinco coletas realizadas até os 247 dias após instalação do minijardim apresentam índices de enraizamento significativamente superiores às provenientes das últimas três coletas, além de melhor qualidade do sistema radicial. O enraizamento de miniestacas de origem seminal de pitangueira é favorecido com o uso de AIB em concentrações próximas de 2.500 mg L⁻¹.

Palavras-chave: Auxina, época de coleta, *Eugenia uniflora* L., miniestaquia, minijardim, propagação vegetativa

PERIOD OF COLLECTION AND INDOLEBUTYRIC ACID IN THE ROOTING OF MINICUTTINGS FROM SEEDLINGS OF SURINAM CHERRY

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the viability of the minicutting technique in the vegetative propagation of Surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.), through productivity and survival of ministumps, and rooting of minicuttings treated with different concentrations of indolebutyric acid (IBA) in the successive collections. Ministumps were obtained from seedlings produced by Surinam cherry seeds. To create a minigarden, seedlings were grown in root plugs and their tips were trimmed so as to stimulate shoot growth. From these ministumps, successive collections of shoots (minicuttings) were made. A completely randomized experimental design was used in an 8 x 4 factorial arrangement (eight collection times of minicuttings and four concentrations of IBA), with four replications and 20 minicuttings as an experimental unit. A 99.28% survival rate of the ministumps and mean yield of 362 minicuttings per m² per month was obtained, considering 2.5 minicuttings per ministump per collection every 51 days. The greatest mean production of minicuttings occurred in the collection 4 (summer), and the least in the collection 8 (winter). Adventitious rooting was observed ranging from 57.2 (collection 6) to 97.2% (collection 1). The minicuttings derived from the first five collections made up to 247 days after installation of minigarden exhibit significantly greater rooting indices than those derived from the last three collections, in addition to the better quality of the root system. The rooting of minicuttings from seminal origin of Surinam cherry is enhanced with the use of IBA at concentrations of around 2500 mg L⁻¹.

Key words: Auxin, *Eugenia uniflora* L., minicutting technique, minigarden, collection time, vegetative propagation

4.1. INTRODUÇÃO

No Brasil existe uma grande biodiversidade de espécies frutíferas nativas, entre elas a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) (Myrtaceae) (LORENZI, 2008). Devido à sua adaptabilidade foi disseminada e é atualmente encontrada nas mais variadas regiões do Brasil e do mundo (SILVA, 2006), e seus frutos são apreciados pela fauna silvestre (RANGEL, 2002). No Brasil, apresenta ampla distribuição geográfica, da Bahia ao Rio Grande do Sul. A pitangueira é uma árvore indicada para a recuperação de ecossistemas degradados (BRANDÃO et al., 2002; VIEIRA NETO, 2002; LORENZI, 2008). Esta árvore proporciona diversos usos em reflorestamentos; como planta ornamental; fonte de frutos que são consumidos ao natural e na forma de sucos; em sua composição química é encontrado óleo essencial nas folhas como nos frutos, além de sais minerais e vitamina C (LORENZI, 2002, 2008).

Apesar das amplas possibilidades de expansão e do potencial econômico (RANGEL, 2002), o cultivo comercial no Brasil restringe-se aos Estados de Pernambuco e Bahia (LIRA JUNIOR et al., 2007). A maioria dos pomares de pitangueira existentes é formada a partir de mudas resultantes da propagação por sementes. Estas mudas não são adequadas para formação de pomares comerciais, pois apresentam como inconveniente grande variabilidade genética. Sendo assim, recomenda-se a substituição de pés-francos por mudas propagadas vegetativamente (BEZERRA et al., 2004). A propagação vegetativa possibilita a produção de mudas com características da planta matriz, permitindo a formação de populações de plantas homogêneas (LIRA JUNIOR et al., 2007). A estaquia constitui-se em uma das principais técnicas de propagação vegetativa, pode ser utilizada para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais (XAVIER et al., 2013).

Entretanto, a propagação de pitangueira por estaquia, com uso de material proveniente de plantas matrizes adultas, tem sido limitada pela dificuldade de enraizamento, aliada à escassez de informações sobre a propagação vegetativa da espécie. Várias espécies de plantas lenhosas mostraram que a capacidade das estacas de formar raízes adventícias diminuiu com o aumento da idade da planta matriz (HARTMANN et al., 2011), e nestes casos, há necessidade de reverter ou manter a juvenilidade das plantas.

Para contornar as dificuldades de enraizamento, a miniestaquia vem sendo estudada a fim de aprimorar o processo de propagação clonal de algumas frutíferas, como araçazeiro (*Psidium guineense* e *Psidium cattleyanum*) e goiabeira (*Psidium guajava*) (ALTOÉ et al.,

2011) e algumas espécies florestais nativas do Brasil e exóticas. A miniestaquia é uma técnica que apresenta potencial de utilização em espécies lenhosas, como pitangueira. Para várias espécies de *Eucalyptus*, os resultados obtidos com a miniestaquia têm apresentado diversas vantagens em relação à estaquia convencional na produção de mudas, como a redução da área necessária para a formação do minijardim, redução de custos de transporte e coleta de brotações, maior eficiência das atividades de manejo, além de maior percentual de enraizamento, melhor qualidade do sistema radicial e maior velocidade de emissão das raízes (XAVIER et al., 2003a, 2003b, 2013).

É importante considerar que as minicepas podem ser de origem seminal (*seedlings*), e a fase adulta naturalmente faz reversão à fase juvenil (rejuvenescimento) durante a reprodução por semente, para restabelecer alto potencial de enraizamento (HARTMANN et al., 2011). Segundo Hackett (1987) a propagação sexuada natural é o método mais eficiente em promover o rejuvenescimento de partes adultas de uma planta, uma vez que origina a parte mais juvenil da planta (embrião) a partir da parte mais madura (órgão frutífero).

No caso da coleta de brotações de mudas produzidas via sementes, segundo Wendling et al. (2005), torna-se imprescindível coletar as sementes de um maior número de árvores matrizes possível, de forma que esses propágulos sejam representativos da população, para que o trabalho de produção vegetativa de mudas de espécies nativas para fins ambientais seja tecnicamente viável. Quando as mudas de uma espécie plantadas numa área em restauração apresentam base genética estreita, ou seja, pouca variabilidade genética, as mesmas serão certamente mais sensíveis a pragas, doenças e estresses ambientais, tendo menores chances futuras de sobrevivência (ELLSTRAND; ELLAN, 1993). Com relação à base genética das mudas de uma espécie, valores acurados requeridos para a coleta do material de propagação dependem, entre outros fatores, do tamanho efetivo de população adotado, da biologia reprodutiva da espécie e de características das populações disponíveis (CARPANEZZI; CARPANEZZI, 2006).

Para que se possam entender melhor as respostas da espécie submetida a esta técnica de propagação é importante considerar os fatores que influenciam o enraizamento adventício (FACHINELLO et al., 2005). A época do ano pode exercer grande influência no enraizamento das estacas, pelo fato de as condições fisiológicas da planta matriz serem influenciadas pelas variações sazonais. Dessa forma, para cada planta e condição ambiental específica, deve-se determinar qual a melhor época de colheita de estacas, bem como a influência da época na produção e qualidade das brotações destinadas ao processo de estaquia (XAVIER et al., 2013).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), por meio da produtividade e sobrevivência das minicepas, e do enraizamento das miniestacas tratadas com diferentes concentrações do ácido indolbutírico (AIB) nas sucessivas coletas.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. O minijardim foi instalado a partir de sementes provenientes de frutos maduros de várias plantas da cultivar Tropicana, primeira cultivar de pitangueira comercial brasileira, lançada em 2000 (BEZERRA *et al.*, 2004). A semeadura foi realizada no dia 30/06/2010 em tubetes de 240 cm³, colocados em bandejas plásticas de 62x42 cm com capacidade para 54 tubetes (Anexo 4 – A), contendo mistura de substrato comercial vermiculita expandida de granulometria média, Plantmax HT®, e terra (1:1:1), sendo irrigadas manualmente com auxílio de mangueira, em casa de vegetação não climatizada. As mudas de origem seminal (*seedlings*), a partir de sete meses de idade, receberam adubação mensal, com 3 mL no substrato por muda. Foi usada a formulação contendo 4 g L⁻¹ de ureia, 10 g L⁻¹ de superfosfato simples, 4 g L⁻¹ de cloreto de potássio e 10 mL L⁻¹ de complexo de micronutrientes (Micros Q-Green Top®).

No dia 31/05/2011, quando as mudas (*seedlings*) (Anexo 4 - B) tinham 11 meses de idade e altura média de 23 cm tiveram seus ápices podados (Anexo 4 – C) à altura média de 5 cm da base, visando estimular a ocorrência de brotações laterais, e mantendo-se dois ou três pares de folhas, constituindo as 209 minicepas para formação do minijardim. As minicepas (Anexo 4 – D) foram manejadas durante 426 dias. As coletas dos propágulos (Anexo 4 - E) foram realizadas no minijardim selecionando as brotações que apresentavam um comprimento de aproximadamente 4 cm. As brotações menores que 4 cm foram mantidas na minicepa para as coletas subsequentes (Anexo 4 – F). As coletas foram efetuadas cada vez que o minijardim tinha quantidade suficiente de brotações para a instalação do experimento de miniestaquia, deste modo foi possível efetuar oito coletas durante o período de 12 meses (agosto de 2011 a julho de 2012). As coletas foram efetuadas em diferentes intervalos de tempo, o intervalo entre cada coleta variou de 42 a 73 dias, mantendo-se a padronização estabelecida quanto à

seleção de brotações. Em cada coleta, todas as brotações com comprimento maior ou igual a 4 cm (Anexo 4 – E) foram selecionadas e coletadas pela manhã e imediatamente acondicionadas em bandejas com água para posterior preparo das miniestacas. Em cada coleta foi realizada a contagem de brotações coletadas por minicepa para a obtenção da produção média do minijardim (brotações por minicepa e brotações por m²). Após cada coleta de brotações, as minicepas receberam no substrato 3 mL da mesma solução aquosa de adubo utilizada para as mudas.

As miniestacas apicais foram preparadas utilizando-se as brotações, sem desprezar a porção apical e mantendo-se o comprimento aproximado de 4 cm e diâmetro de 0,05 cm, mantendo-se um par de folhas apicais inteiras, e um par de folhas basais com a área de seu limbo reduzida à metade (Anexo 4 – G) para a redução da perda de água pela transpiração foliar. Para manter as condições de turgescência do material vegetal, as miniestacas foram acondicionadas em bandejas com água, e em seguida foram tratadas com o regulador vegetal. A base das miniestacas foi submetida a quatro concentrações de soluções hidroalcoólicas (50% v/v) de ácido indolbutírico (AIB) (0; 1.000; 2.000 e 4.000 mg L⁻¹), por imersão rápida por 5 s. Não foi realizado nenhum tratamento de desinfestação previamente a introdução das miniestacas no substrato. O plantio foi realizado em tubetes de 53 cm³, contendo substrato comercial vermiculita expandida de granulometria média, em casa de vegetação não climatizada com irrigação intermitente, por microaspersão. O intervalo de irrigação das 08h00 às 17h00 era de 15 s a cada 30 min; das 17h00 às 23h00 de 15 s a cada 60 min; das 23h00 às 8h00 de 15 s a cada três horas. O período de permanência no leito de enraizamento foi de 120 dias (Anexo 4 – H).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (8x4), sendo os fatores constituídos por oito coletas sucessivas de brotações e quatro concentrações de AIB, com quatro repetições, e as unidades experimentais foram formadas por 20 miniestacas. Foram analisadas as seguintes variáveis: porcentagem de miniestacas enraizadas (miniestacas com indução de primórdios radiciais, com no mínimo 1 mm de comprimento, podendo ou não apresentar calos); número médio de raízes formadas por miniestaca; comprimento (cm) médio das três maiores raízes formadas por miniestaca; massa de matéria seca de raízes (mg) por miniestaca; porcentagem de miniestacas sobreviventes (miniestacas que não formaram raízes, mas que permaneceram vivas, podendo ou não apresentar calos); e porcentagem de miniestacas mortas (miniestacas com necrose em toda ou na maior parte de sua extensão).

Para cada variável, inicialmente as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. Para as variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas, os dados foram submetidos à análise de variância, e para comparação entre épocas de coleta as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Enquanto que as variáveis que apresentaram variâncias heterogêneas tiveram os valores originais transformados para posterior análise pelo mesmo teste. Os dados de porcentagem de miniestacas enraizadas foram transformados segundo a equação $\arcsen\sqrt{x}/100$, os dados referentes a comprimento médio das três maiores raízes por miniestaca foram transformados segundo a equação $\sqrt[3]{x}$, e os dados obtidos para a massa de matéria seca das raízes por miniestaca foram transformados segundo a equação $\log(x)$, $c=1$. Os dados obtidos para o número médio de raízes por miniestaca foram analisados, sem necessidade de transformação. Para a comparação entre concentrações de AIB foi aplicada a análise de regressão. O programa estatístico utilizado foi o Assistat, versão 7.6 beta.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1. Minicepas

As minicepas de origem seminal, cultivadas em tubetes de 240 cm³, no minijardim de pitangueira apresentaram alta sobrevivência (99,28%) após oito coletas sucessivas de brotações durante o período do experimento. Não houve incidência de doenças que comprometessem a sobrevivência das minicepas. Entre os estudos com espécies florestais nativas brasileiras, Cunha et al. (2008), para corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth.), e Xavier et al. (2003a), para cedro rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) após quatro coletas, não observaram mortalidade das minicepas produzidas via semente, em sistema de minijardim em tubete contendo 110 e 200 cm³ de substrato respectivamente. Resultados diferentes foram encontrados por Ferriani et al. (2011), trabalhando com *Piptocarpha angustifolia* Dusén ex. Malme relataram redução do número de minicepas, atribuída ao período de aclimação do material durante a implantação do minijardim em sistema semi-hidropônico.

Os resultados da produção de brotações (miniestacas) provenientes de minicepas de pitangueira estão apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Produtividade média de brotações de pitangueira em oito coletas sucessivas realizadas no minijardim durante o período do experimento (agosto de 2011 a julho de 2012).

Coleta	Data de coleta	Intervalo entre as coletas (dias)	Dias após instalação do minijardim (poda <i>seedlings</i>)	N° minicepas sobreviventes	Brotações/ coleta (miniestacas)	Produtividade média		
						brotações / minicepa /coleta	m ² /coleta	m ² /mês
1	10/08/2011		71	209	469	2,2	560,9	237
Média	(Inverno)			209		2,2	560,9	
Total					469	2,2	560,9	
2	22/09/2011	43	114	209	453	2,2	541,8	378
3	03/11/2011	42	156	209	566	2,7	677,0	483
Média	(Primavera)	43		209		2,4	609,4	
Total					1019	4,9	1218,8	
4	20/12/2011	47	203	209	720	3,4	861,1	550
5	02/02/2012	44	247	209	532	2,5	636,3	434
Média	(Verão)	46		209		3,0	748,7	
Total					1252	6,0	1497,4	
6	26/03/2012	53	300	206	586	2,8	700,9	397
7	18/05/2012	53	353	206	464	2,3	555,0	314
Média	(Outono)	53		206		2,5	627,9	
Total					1050	5,1	1255,8	
8	30/07/2012	73	426	206	331	1,6	395,9	163
Média	(Inverno)			206		1,6	395,9	
Total					331	1,6	395,9	
Média Geral		51			515	2,5	616,1	362

No total, foram realizadas oito coletas sucessivas durante o período do experimento. A data de cada coleta permitiu ainda especificar a estação correspondente, ou seja, as coletas 1 e 8 ocorreram no inverno, 2 e 3 na primavera, 4 e 5 no verão e, 6 e 7 no outono. De acordo com a temperatura média mensal informada pela SIMEPAR em Curitiba, calculou-se a média para as estações ao longo do ano, obteve-se 14,15°C no inverno 2011, 17,35 °C na primavera, 20,55 °C no verão, 16,92 °C no outono e 15,2 °C no inverno 2012. Observou-se que as

minicepas possuem capacidade de emissão de novas brotações após cada coleta de miniestacas. A poda realizada em plantas juvenis induziu o desenvolvimento de brotações juvenis, que vem a ser uma das alternativas para a obtenção de propágulos com maior potencial rizogênico. A poda é um aspecto importante do manejo de plantas matrizes em relação à manutenção (preservação ou retenção) da juvenilidade da planta matriz (HARTMANN et al., 2011). Castro et al. (2010) trabalhando no sistema de produção de material propagativo de pessegueiro (*Prunus pérsica* L. Batsch), relataram que a poda favorece o desenvolvimento de gemas laterais, estimulando bifurcações que poderão ampliar a área de coleta de material propagativo.

Em termos gerais, observou-se o aumento da produtividade das minicepas de pitangueira da segunda até a quarta coleta realizada aos 203 dias após instalação do minijardim (poda de *seedlings*) (Tabela 4.1). Estes resultados corroboram aos constatados por Altoé et al. (2011), em minicepas de origem seminal de três espécies frutíferas da família Myrtaceae, gênero *Psidium*, goiabeira (*P.guajava* L.) da cultivar Paluma, e araçazeiro de plantas nativas de restinga (*P.cattleyanum* Sabine e *P.guineense* Swartz), nas quais verificaram que até os 166 dias (coleta da época 4) após o desponete foi observado aumento do número de brotações emitidas pelas minicepas. Esses autores relataram que este comportamento poderia estar relacionado a uma adaptação das minicepas à perda da dominância apical na medida em que se realizavam as sucessivas coletas das brotações nas minicepas.

Os resultados também confirmam aos verificados por Dias et al. (2012), trabalhando com angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan), espécie florestal nativa brasileira, na qual observaram aumento gradativo da produção de miniestacas da primeira até a terceira coleta. Afirmaram que o número de miniestacas obtidas varia em função da espécie/clone, sistema e manejo do minijardim, condições ambientais, e vigor fisiológico das minicepas.

De acordo com as avaliações, a maior produtividade das minicepas ocorreu na quarta coleta (Tabela 4.1). Esta coleta de brotações foi realizada no período de temperatura mais elevada (média da temperatura ambiente em torno de 20,55°C) em relação às demais coletas. A temperatura possivelmente contribuiu para o desenvolvimento de gemas, e crescimento de brotações. Esses resultados confirmam os encontrados em *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax., por Ferreira et al. (2010), que observaram, no verão, a maior produção de miniestacas (2,2 miniestacas/ minicepa em tubete contendo 205 cm³ de substrato e 609 miniestacas/m²), onde as temperaturas mais elevadas favoreceram o desenvolvimento das brotações.

Observou-se posterior queda nas coletas 5 a 8 (Tabela 4.1). Na coleta 8 foi detectada diminuição mais acentuada na emissão de brotações de pitangueira. As minicepas apresentaram tendência de exaustão com o decorrer destas coletas. Este comportamento, observado em relação às diferentes coletas, está de acordo com resultados obtidos para erva-mate (*Ilex paraguariensis*) por Wendling et al. (2007), os autores observaram o aumento da produtividade de minicepas da primeira até a quarta coleta, com posterior queda nas coletas 5, 6 e 7. Em outro estudo, Brondani et al. (2012), ao trabalharem com *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*, relataram que a queda ou aumento da produção de miniestacas ocorridos dentro do período experimental estariam ligados, possivelmente, a fatores ambientais como a variação da temperatura e luminosidade, condicionadas pela sazonalidade, e ao manejo adotado para as minicepas. A partir da adequação de manejo da espécie em estudo, principalmente em termos de nutrição, será possível aumentar o número de brotações por minicepa (FERRIANI, et al., 2011).

A produção de miniestacas/minicepa/coleta variou de 1,6 (na coleta da época 8) a 3,4 (na coleta da época 4). Obteve-se uma produtividade média de 2,5 miniestacas por minicepa em cada coleta a cada 51 dias (Tabela 4.1), em torno de 1,47 miniestaca por minicepa a cada 30 dias. Este resultado encontra-se próximo ao relatado para cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) por Xavier et al. (2003a), e para corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) por Cunha et al. (2008) que foi de 1,3 miniestaca por minicepa a cada 30 dias, em minijardim cultivado em tubetes de 200 cm³. A produtividade média de brotações de pitangueira por m² de minijardim a cada mês (362) variou entre 163 e 550 (Tabela 4.1), e foi superior ao observado no sistema semi-hidropônico para *Piptocarpha angustifolia* Dusen ex. Malme (variando entre 113,4 e 259,2 brotações/m²/mês) (FERRIANI et al., 2011). Assim, estes resultados indicaram a viabilidade do sistema adotado para produção de propágulos vegetativos de pitangueira em função da produtividade média obtida.

4.3.2. Miniestaquia

Verificou-se na análise de variância que não houve interação estatisticamente significativa entre os fatores (época de coleta e concentração de ácido indolbutírico) para a variável porcentagem de miniestacas enraizadas, comprimento médio de raízes, número e massa seca de raízes formadas por miniestaca. O fator época de coleta apresentou efeito significativo de forma independente para a variável porcentagem de enraizamento, as miniestacas provenientes das primeiras cinco coletas apresentaram índices significativamente superiores aos obtidos nas miniestacas provenientes das últimas três coletas (Tabela 4.2).

O enraizamento da pitangueira foi observado na miniestaquia proveniente de brotações de minicepas de origem seminal (Anexo 5 – C) (Tabela 4.2). De modo geral, os índices de enraizamento observados podem ser atribuídos a vários fatores, dentre eles, à idade da planta matriz, o que demonstra o efeito positivo da juvenilidade no desenvolvimento do sistema radicial adventício. Altoé et al. (2011), afirmaram que o elevado percentual de enraizamento em miniestacas do gênero *Psidium* pode estar associado ao material propagativo utilizado, que foi de origem juvenil. Altoé e Marinho (2012), trabalhando com miniestacas de goiabeira ‘Paluma’, relataram que para uma mesma cultivar, o percentual de enraizamento pode variar com a idade do material propagativo e com fatores ambientais. Uma das mais consistentes expressões da maturação em plantas lenhosas tem sido a transição da alta para a baixa capacidade de enraizamento das estacas (HACKETT, 1987).

Os resultados de enraizamento adventício especialmente das miniestacas provenientes das primeiras cinco coletas de pitangueira (Tabela 4.2) aproximaram-se àqueles obtidos com miniestacas provenientes de minicepas de origem seminal (*seedlings*) de outras espécies frutíferas, como goiabeira, para a qual Marinho et al. (2009) verificaram que 100% das miniestacas enraizaram, e maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*) tendo Carvalho et al. (2007) obtido enraizamento próximo a 100%, e de outras espécies, como *Pinus taeda* L., para a qual Alcântara et al. (2007) relataram que 85% das miniestacas provenientes da primeira coleta enraizaram.

Para pitangueira, a maior capacidade para formar raízes nas primeiras coletas pode estar relacionada com a condição fisiológica e balanço hormonal endógeno favorável da planta matriz nesse período do ano, promovendo a indução radicial. Xavier et al. (2013) relataram que entre os principais fatores que afetam a propagação pelo enraizamento de estacas estão aqueles relacionados com o genótipo, as condições fisiológicas e de nutrição

mineral da planta fornecedora de estacas e os fatores relacionados com a manipulação das condições ambientais, entre outros.

Tabela 4.2 - Porcentagem de miniestacas de pitangueira enraizadas, número de raízes formadas por miniestaca, comprimento médio das três maiores raízes e massa de matéria seca de raízes por miniestaca, ao longo de oito coletas sucessivas de miniestacas, tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB)⁽¹⁾.

[AIB] (mg L ⁻¹)	Coletas								Médias
	1 inverno	2 primavera	3 primavera	4 Verão	5 verão	6 outono	7 outono	8 inverno	
Porcentagem de miniestacas enraizadas									
0	94,6	86,5	93,7	90,0	87,5	53,8	57,5	62,5	78,3
1000	100,0	85,6	88,7	88,8	95,0	62,5	76,3	70,0	83,3
2000	97,2	88,7	92,5	96,2	92,5	57,5	70,0	82,5	84,6
4000	97,2	84,6	96,2	90,0	81,3	55,0	80,0	60,0	80,5
Médias	97,2 a	86,4 b	92,8 ab	91,2 ab	89,1 b	57,2 c	70,9 c	68,8 c	
C. V. (%)	13,56								
Número de raízes/miniestaca									
0	1,4	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,2	1,2
1000	1,4	1,4	1,3	1,4	1,4	1,2	1,3	1,3	1,3
2000	1,6	1,6	1,4	1,5	1,3	1,1	1,4	1,5	1,4
4000	1,7	1,5	1,4	1,6	1,5	1,2	1,4	1,3	1,5
Médias	1,5 a	1,4 ab	1,4 b	1,4 ab	1,4 ab	1,2 c	1,3 bc	1,3 bc	
C. V. (%)	12,08								
Comprimento médio de raízes (cm)									
0	5,6	4,1	4,2	1,5	1,8	0,4	1,2	1,4	2,5
1000	6,2	4,9	5,2	2,4	1,8	0,4	1,2	1,6	3,0
2000	5,9	5,2	4,7	2,5	2,0	0,4	1,7	2,3	3,1
4000	5,9	4,7	4,5	1,4	2,0	0,4	2,1	2,6	2,9
Médias	5,9 a	4,7 ab	4,6 b	1,9 c	1,9 c	0,4 d	1,6 c	2,0 c	
C. V. (%)	15,8								
Massa seca de raízes/miniestaca (mg)									
0	17,8	10,1	14,9	5,2	5,6	1,1	2,6	4,2	7,7
1000	23,3	12,4	21,7	10,7	7,6	0,9	3,9	4,8	10,7
2000	22,6	15,1	22,7	11,6	7,9	1,1	5,8	8,3	11,9
4000	26,3	15,0	19,8	6,0	9,6	1,0	7,3	9,1	11,8
Médias	22,5 a	13,1 b	19,8 a	8,4 c	7,7 c	1,0 e	4,9 d	6,6 cd	
C. V. (%)	16,26								

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem, entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os altos índices de enraizamento observados nas miniestacas provenientes das primeiras cinco coletas (Tabela 4.2), (coleta 1 no inverno-2011; coleta 2 e 3 na primavera-2012; coleta 4 e 5 no verão-2012) indicam que o enraizamento ocorre em miniestacas coletadas durante a maior parte do ano (média de temperatura ambiente variando entre 14,15 e 20,55 °C), revelando possivelmente a adaptabilidade da espécie a diversas condições climáticas. Para muitas espécies, é crítico que as estacas sejam coletadas durante um período ótimo para que ocorra o enraizamento. No que se refere à época mais adequada para a coleta das estacas, está relacionada com a condição fisiológica da planta matriz (HARTMANN et al., 2011).

É importante lembrar que houve tendência à diminuição da produção de brotações das minicepas nas últimas coletas (Tabela 4.1), além disso, foram observados menores índices de enraizamento nas miniestacas nas últimas coletas (coleta 6, 7 e 8) (Tabela 4.2), e isso aconteceu possivelmente devido ao fato de que as coletas sucessivas de brotações causaram esgotamento das reservas, e debilitaram as minicepas, portanto, as brotações emitidas provavelmente apresentavam condições fisiológicas menos favoráveis ao enraizamento das miniestacas.

Para prevenir o esgotamento das minicepas de pitangueira, e a diminuição do índice de enraizamento das miniestacas, recomenda-se que, nestes casos, o intervalo entre coletas seja aumentado, as minicepas sejam passadas a recipiente de maior tamanho e os requerimentos nutricionais sejam ajustados. Souza et al. (2009), para cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) relataram que, o maior intervalo entre as coletas permitiu maior acúmulo de reservas nas miniestacas utilizadas. Cunha et al. (2005), recomendaram que de acordo com a espécie, a adoção de intervalos longos entre coletas de miniestacas poderia ser conveniente, pois desta forma, as minicepas sofreriam menor estresse proveniente de podas consecutivas, aumentando a produtividade. O estado nutricional da planta matriz é de grande importância não apenas quanto ao aspecto do seu vigor vegetativo e da produção de brotações (TITON et al., 2003), mas também quanto a concentração dos elementos minerais nos propágulos vegetativos, efeito altamente significativo nos índices de enraizamento e na velocidade de formação de raízes (ALFENAS et al., 2009; XAVIER et al., 2013).

As miniestacas de pitangueira provenientes das primeiras cinco coletas, em geral, apresentaram sistema radicial de melhor qualidade, o que pode ser evidenciado pela variável número de raízes, comprimento médio de raízes, e massa seca de raízes por miniestaca (Tabela 4.2). Na coleta da época 6 observou-se queda na qualidade do sistema radicial, o que pode ser corroborado pelas características avaliadas. As mudas posteriormente produzidas a

partir de miniestacas das primeiras cinco coletas, por apresentarem sistema radicial de melhor qualidade, provavelmente possuirão um desempenho mais satisfatório no campo. O desenvolvimento do sistema radicial é um fator essencial para o bom desenvolvimento da muda após o transplante para o campo (LIMA et al., 2009).

Com relação à influência da aplicação de AIB, as curvas de tendência ajustadas e respectivas equações para representar a relação entre cada variável e as concentrações de AIB testadas, são apresentadas na Figura 4.1.

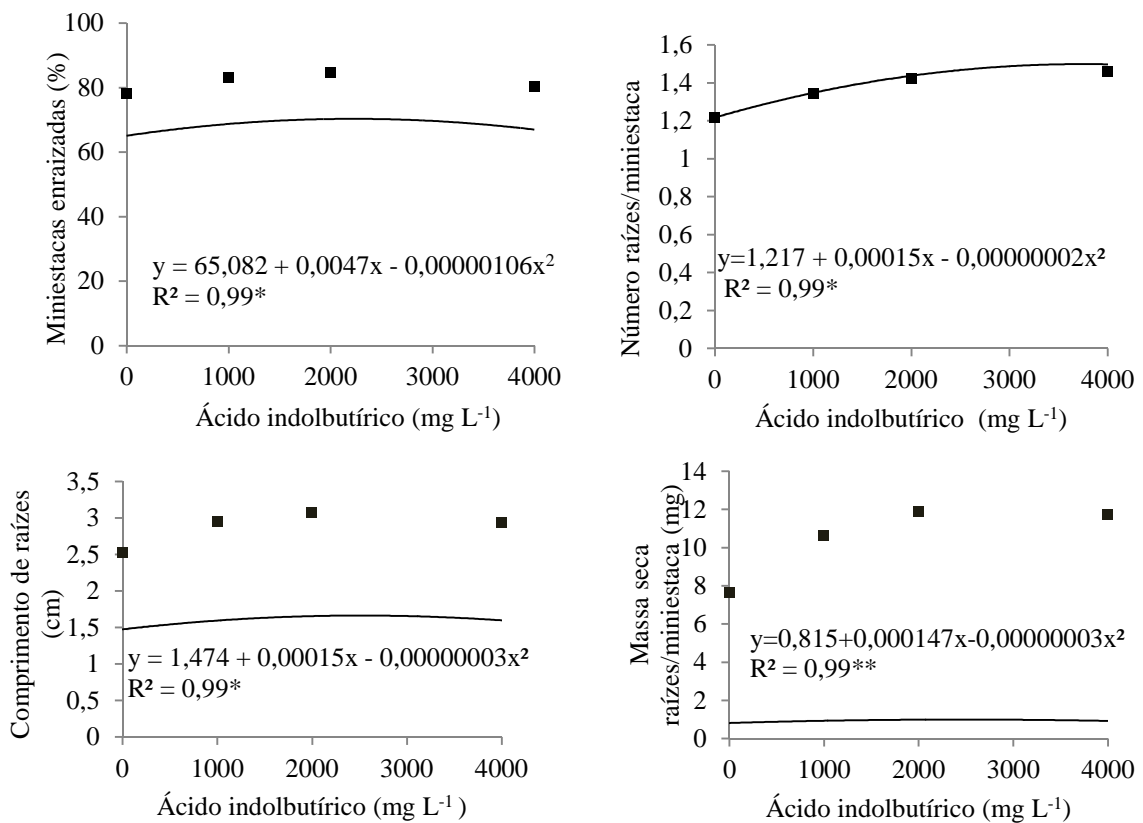


Figura 4.1 - Porcentagem de miniestacas de pitangueira enraizadas, número de raízes formadas por miniestaca, comprimento médio das três maiores raízes e massa de matéria seca de raízes por miniestaca, ao longo de oito coletas sucessivas de miniestacas, tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico.

Na análise de regressão pode se constatar que houve um aumento do número de raízes formadas por miniestaca, com a elevação da concentração de AIB. Verificou-se que houve um leve aumento da porcentagem de enraizamento, comprimento de raízes e massa seca de raízes por miniestaca, com a elevação da concentração de AIB, e início da diminuição dos índices para estas variáveis em concentrações superiores de 2.500 mg L⁻¹.

Por cálculo da melhor concentração de AIB a ser utilizada, seria mais favorável o uso de 2.350 mg L⁻¹ para enraizamento das miniestacas, 3.750 mg L⁻¹ para número de raízes por miniestaca, 2.500 mg L⁻¹ para comprimento médio de raízes, e 2.453 mg L⁻¹ de AIB para massa seca de raízes. O enraizamento adventício de miniestacas chegou a 84,6 % com a utilização de 2.000 mg L⁻¹ de AIB. Lattuada et al. (2011), trabalhando com estacas herbáceas de pitangueira observaram 36,09% (sem AIB) e 44,15% (com 2.000 mg L⁻¹ de AIB) de enraizamento. Oliveira et al. (2012), alcançaram 68% de miniestacas apicais enraizadas de *Melaleuca alternifolia* Cheel (Myrtaceae) e melhor qualidade do sistema radicial com aplicação de 500 mg L⁻¹ de AIB. O efeito positivo da aplicação de AIB no enraizamento de estacas também foi observado por Marangon e Biasi (2013), para mirtilo (*Vaccinium ashei*), e a concentração de 2.000 mg L⁻¹ foi a mais favorável nas cultivares Bluegem e Powderblue.

Diferentemente do verificado no presente trabalho, Dias et al. (2012), trabalhando com miniestacas de Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) (Brenan), e Ferreira et al. (2010), com miniestacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax notaram que essas espécies apresentam aptidão natural ao enraizamento das miniestacas, não justificando a aplicação de ácido indolbutírico para a indução de raízes adventícias.

Em outros estudos, Cunha et al. (2008), observaram boa porcentagem de enraizamento de miniestacas de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) com média geral de 85,5%, sem a aplicação de AIB, Silva et al. (2010), indicaram que a aplicação de AIB é desnecessária para enraizamento de miniestacas de guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), e Sousa et al. (2013), observaram 88,3% de estacas herbáceas de figueira (*Ficus carica* L.) enraizadas, sem a aplicação de AIB. Embora, para estacas herbáceas geralmente não seja necessário o uso de auxinas, este regulador é frequentemente usado para aumentar a porcentagem de estacas que formam raízes, acelerar a iniciação da formação de raízes, aumentar a uniformidade do enraizamento, e desenvolver o sistema radicial de melhor qualidade (HACKETT, 1987; HARTMANN et al., 2011).

Em virtude da existência de uma ou mais variâncias igual a zero, o programa de análise estatística indicou que não era possível aplicar o teste para as seguintes variáveis: porcentagem de miniestacas sobreviventes e mortas. Em geral, verificou-se baixa taxa de

mortalidade (variando entre 0,0 a 7,6), à exceção da última miniestaquia instalada (coleta 8) com a maior mortalidade das miniestacas (15,9%), o que indica que este material proveniente das minicepas após sete coletas é menos favorável para a miniestaquia de pitangueira.

4.4. CONCLUSÕES

Conclui-se, que as minicepas de origem seminal de pitangueira constituem uma opção promissora para produção de propágulos vegetativos juvenis, e a quarta coleta no verão é a época de coleta de maior produtividade. As miniestacas das primeiras cinco coletas realizadas até os 247 dias após implantação do minijardim proporcionam maior porcentagem de enraizamento e melhor qualidade do sistema radicial. O enraizamento de miniestacas é favorecido com o uso de ácido indolbutírico em concentrações próximas de 2.500 mg L^{-1} .

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, G. B. de; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A. R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Efeito da idade da muda e da estação do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 399-404, 2007.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. *Clonagem e doenças do eucalipto*. 2.ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 500 p.
- ALTOÉ, J. A.; MARINHO, C. S.; TERRA, M. I. da C.; BARROSO, D. G. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 2, p. 312-318, 2011.
- ALTOÉ, J. A.; MARINHO, C. S. Miniestaquia seriada na propagação da goiabeira 'Paluma'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 576-580, 2012.
- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F. da; ALVES, M. A. Comportamento da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob irrigação na região do vale do rio moxotó, Pernambuco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 177-179, 2004.
- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDÍA, J. P.; MACEDO, J. F. Árvores nativas e exóticas do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528p.
- BRONDANI, G. E. ; WENDLING I.; GROSSI F.; DUTRA, L. F.; ARAUJO, M. A. de Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* x *Eucalyptus dunnii*: (I) Sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas em função das coletas e estações do ano. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 11-21, 2012.
- CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no Estado do Paraná, em solos não degradados. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 52p. (Embrapa Florestas. Documentos, 136).

CARVALHO, R. I. N.; SILVA, I. D.; FAQUIM, R. Enraizamento de miniestacas de maracujazeiro amarelo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 28, n. 3, p. 387-392, 2007.

CASTRO, L. A. S. de; MELO, M.; MATTOS, M. L. T. Tratos culturais para manutenção das plantas nas borbulheiras. In: CASTRO, L.A.S. de (Ed.) *Sistema de produção de material propagativo de pessegueiro com alta sanidade*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. p. 69-72. (Sistema de Produção, 18).

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em sistema de hidroponia e em tubete. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.15, n. 3, p. 307-310, 2005.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.18, n.1, p.85-92, 2008.

DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S. de; PAIVA, H. N. de; CORREIA, A. C. G. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 389-399, 2012.

ELLSTRAND, N. C.; ELAN, D. R. Population genetic consequences of small populations sizes: implication for plant conservation. *Annual Review of Ecological Systematics*, v. 24, p.217-242, 1993.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Ed.). *Propagação de plantas frutíferas*. 1. Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 69-109.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; NOGUEIRA, A. C. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; HELM, C. V.; BOZA, A.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. *Adventitious root formation in cuttings*. Portland: Dioscorides Press, 1987. p.11-28. (Advances in plant sciences series, 2).

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. *Hartmann and Kester's Plant Propagation: principles and practices*. 8th. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2011. 915 p.

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

LIMA, D. M. de; TANNO, G. N.; PURCINO, M.; BIASI, L. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; ZANETTE, F. Enraizamento de miniestacas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek) em diferentes substratos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 2, p. 617-623, 2009.

LIRA JÚNIOR, J. S. de; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F. da *Pitangueira*. 1.ed. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, 2007. 87 p.

LORENZI, H. *Plantas Medicinais no Brasil nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1, 384 p.

MARANGON, M. A.; BIASI, L. A. Estaquia de mirtilo nas estações do ano com ácido indolbutírico e aquecimento do substrato. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 48, n.1, p.25-32, 2013.

MARINHO, C. S.; MILHEM, L. M. A.; ALTOÉ, J. A.; BARROSO, D. G.; POMMER, C. V. Propagação da goiabeira por miniestaquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 607-611, 2009.

OLIVEIRA, Y.; ALCANTARA, G. B.; GUEDES, I.; PINTO, F.; QUOIRIN, M.; BIASI, L. A. Substratos, concentrações de ácido indolbutírico e tipos de miniestacas no enraizamento de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botocatu, v.14, n. 4, p. 611-616, 2012.

RANGEL, M. S. A. Pitanga (*Eugenia uniflora* L). In: NETO, R. D. V. *Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe-Emdagro, 2002. p.141-160.

SILVA, S. de M. Pitanga. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p.1, 2006.

SILVA, R. L. da; OLIVEIRA, M. L. de; MONTE, M. A.; XAVIER, A. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. *Agronomía Costarricense*, v. 34, n. 1, p. 99-104, 2010.

SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ (SIMEPAR), Curitiba, Paraná. Disponível em: <<http://www.simepar.br/site>> Acesso em: 29 outubro 2013.

SOUZA, J. C. A. V.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; TEIXEIRA, S. L.; BALBINOT, E. Propagação vegetativa do cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 205-213, 2009.

SOUSA, C. M.; BUSQUET, R. N.; VASCONCELLOS, M. A. da S.; MIRANDA, R. M. Effects of auxin and misting on the rooting of herbaceous and hardwood cuttings from the fig tree. *Revista Ciência Agronômica*, Ceará, v. 44, n. 2, p. 334-338, 2013.

TITON, M.; XAVIER, A.; REIS, G.G. dos; OTOLI, W.C. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 619-625, 2003.

VIEIRA NETO, R. D. Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros/ Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe-Emdagro, 2002. 216p.

WENDLING, I; DUTRA, L.F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 42, n. 2, p.289-292, 2007.

WENDLING, I.; FERRARI, M.; DUTRA L.F. Produção de mudas de corticeira do mato (*Erythrina falcata* Benth) por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 5p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 130).

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. dos; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. de Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 2, p.139-143, 2003a.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. dos; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 27, n. 3, p.351-356, 2003b.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA R. L. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. Viçosa: EdUFV, 2013, 279p.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos com pitangueira, é possível concluir que:

O enraizamento adventício da pitangueira não é viável em estacas herbáceas provenientes de brotações do ano da copa das plantas, com ou sem utilização de ácido indolbutírico (AIB). A utilização de brotações do ano provenientes da decepa mostrou-se mais viável tecnicamente, sem a utilização de AIB, em relação à utilização de brotações do ano da copa, pela sua capacidade de enraizamento das estacas.

As minicepas de origem seminal e minicepas enxertadas possuem potencial quanto à sobrevivência e regeneração vegetativa permitindo coletas sucessivas de brotações, sendo o verão a época de coleta de maior produtividade.

Na miniestaquia a partir de minicepas via enxertia, o enraizamento de miniestacas é muito baixo e não é favorecido com o uso de AIB nas quatro coletas.

Na miniestaquia a partir de minicepas via semente as miniestacas das primeiras coletas proporcionam maior porcentagem de enraizamento e melhor qualidade do sistema radicial. O enraizamento de miniestacas é favorecido com o uso de ácido indolbutírico. Esta técnica é eficiente para o enraizamento adventício da espécie.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de *Eugenia uniflora* L., espécie arbórea nativa do Brasil, pode ser indicada para realizar outras pesquisas sobre os fatores que influenciam na formação de raízes adventícias em estacas, uma vez que a espécie apresenta características favoráveis como adaptabilidade e ampla distribuição em diferentes ambientes, disponibilidade de material vegetal para coleta, sobrevivência e produtividade das minicepas.

A partir de experimentos e observações preliminares utilizando *Eugenia uniflora* L., foram possíveis algumas comprovações que auxiliaram na definição dos estudos realizados no presente trabalho. Considerando os experimentos realizados, foi possível verificar que houve acréscimo quanto ao enraizamento pela estaquia herbácea e miniestaquia, uma vez que os experimentos preliminares referentes à estaquia de ramos semilenhosos coletados de plantas matrizes adultas em diferentes épocas do ano sob a influência de diferentes concentrações de ácido indolbutírico apresentaram resultado de enraizamento nulo para todos os tratamentos.

Estacas caulinares herbáceas de pitangueira coletadas na primavera provenientes de brotações do ano provenientes de decepa realizada no inverno apresentam baixo enraizamento adventício, fazendo-se necessários experimentos em distintas estações para comparação dos resultados. Sugere-se realizar estudos utilizando anelamento (retirada de anel de casca) de árvores como outro artifício para indução de brotações juvenis basais. Para aperfeiçoar o resgate de árvores adultas também podem ser realizados estudos que abordem a indução de brotações epicórmicas de galhos destacados, sem a necessidade de corte raso.

Outra hipótese a ser testada é a de que brotações obtidas das cepas possam ser utilizadas para instalação do minijardim constituído de minicepas oriundas da estaquia convencional e possam produzir brotações (miniestacas) com maior capacidade de enraizamento.

Para favorecer o aumento da porcentagem de enraizamento adventício em miniestacas caulinares provenientes de minijardim constituído de minicepas originárias de enxertia, são ainda necessários estudos que abordem a enxertia seriada como método de rejuvenescimento do material utilizado. Em se tratando de uma espécie com diferentes usos como árvore ornamental e frutífera, esta técnica pode ser uma alternativa para a regeneração clonal de árvore adulta com características superiores, apesar de ser uma técnica trabalhosa e com a exigência de mão de obra treinada.

Comparando os resultados dos experimentos, as maiores porcentagens de enraizamento foram obtidas com a utilização da miniestaquia a partir de minicepas de origem seminal, com bom desempenho em diferentes meses do ano, mostrando a possibilidade de produção de mudas durante todo o ano. A eficiência para o enraizamento adventício torna-se evidente na miniestaquia proveniente deste tipo de minicepas, quando comparada à estaquia com uso de estacas caulinares herbáceas provenientes de brotações de decepa.

Miniestacas caulinares provenientes de minijardim constituído de minicepas obtidas partindo de mudas produzidas via sementes são recomendadas para enraizamento adventício, com ótimo potencial para propagação de pitangueira. Desse modo, dentre as técnicas estudadas foi a mais promissora para o enraizamento da espécie, o sistema de minijardim em tubetes utilizado necessita de aprimoramento e, portanto, são necessários novos experimentos com relação à nutrição, recipientes, e intervalo entre coletas das brotações nas minicepas. Quanto ao enraizamento das miniestacas, novos experimentos com concentrações de AIB (de 0 a 2500 mg L⁻¹), e tipos de miniestacas podem ser realizados. A partir das miniestacas enraizadas em casa de vegetação, há necessidade de pesquisas com relação à aclimação em casa de sombra, mudas em crescimento e mudas em rustificação em área com pleno sol, avaliação (seleção e padronização) da muda apta para o plantio definitivo, uma vez que a sequencia destas etapas envolvidas no processo de produção de mudas é importante para os viveiristas e produtores.

Foram realizados ensaios preliminares de estabelecimento da cultura *in vitro* utilizando segmentos nodais e ápices caulinares. A oxidação e a contaminação por fungos e bactérias foram responsáveis pela morte dos explantes (100%). Sugere-se realizar ensaios de assepsia e controle da oxidação dos explantes, a fim de que possam ser micropropagados com sucessivas repicagens e cultivos na presença de citocininas como técnica de rejuvenescimento *in vitro* do material adulto, visando à microestaquia. Também, fazer ensaios de micropropagação a partir de plantas obtidas por meio da germinação de sementes *in vitro*, a fim de comparar a capacidade de emitir novas brotações. Testar a técnica da microestaquia em casa de vegetação, determinando o melhor tipo de microestaca, substrato e concentração de AIB que favoreça o enraizamento de microestacas provenientes de plantas matrizes aclimatadas, obtidas através de micropropagação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. J. de; FARIA, M. V.; SILVA, P. R. da. Biologia experimental em Pitangueira: uma revisão de cinco décadas de publicações científicas. **Ambiência**, Guarapuava, v. 8, n. 1, p.177-193, 2012
- ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPq, 1998. v.1, p.261-296.
- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDÍA, J. P.; MACEDO, J. F. **Árvores nativas e exóticas do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528p.
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora Brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro-Região Sul**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011, 934p.
- GRATTAPAGLIA D.; MACHADO M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. 1 ed. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPq, 1998. v.1, p.183-260.
- GREENWOOD, M. S.; HUTCHISON, K.W. Maturation as an developmental process. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. **Clonal forestry: genetics and biotechnology**. Berlin: Springer-Verlag, 1993. p.14-33.
- HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. (Eds.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, 1987. p. 11-28, (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- HACKETT, W. P.; MURRAY, J. R. Maturation and rejuvenation in wood species. In: AHUJA, M. R. **Micropropagation of woody plants**. Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 1993. p. 93-105.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant Propagation: principles and practices**. 8th. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2011. 915 p.
- HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C. Infra-estrutura para propagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p.13-43.
- INSTITUTO AGROFLORESTAL BERNARDO HAKVOORT (IAF) **Arvoredo Brasil. Coopflora. Turvo, Paraná**. Disponível em: <<http://www.arvoredobrasil.com.br/iaf/>>. Acesso em: 29 maio 2014.
- LIBBY, W. J.; AHUJA, M. R. The genetics of clones. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. **Clonal Forestry I: genetics and biotechnology**. Berlin: Springer -Verlag, 1993. p. 5-13.

LIRA JÚNIOR, J. S. de; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F. da. **Pitangueira**. 1.ed. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, 2007. 87 p.

LORENZI, H. **Plantas Medicinais no Brasil nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

LORENZI, H.; SARTORI, S. F.; BACHER, L.B.; LACERDA, M.T.C de **Frutas Brasileiras e Exóticas Cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2006. 640 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.1, 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 384 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Bioma: Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>> Acesso em: 29 maio 2014.

SOUZA, V. C. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 704p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

THE NATURE CONSERVANCY (TNC). **Nossas histórias: um futuro para as Araucárias**. Disponível em: <<http://www.tnc.org.br/nossas-historias/destaques/um-futuro-para-as-araucarias.xml>> Acesso em: 29 maio 2014a.

THE NATURE CONSERVANCY (TNC). **Nossas histórias: modelos de restauração florestal com espécies nativas de interesse econômico**. Disponível em: <<http://www.tnc.org.br/nossas-historias/noticias-recentes/modelos-restauracao-florestal-interesse-economico-oficinas.xml>> Acesso em: 29 maio 2014b.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; FERREIRA, A. T. Retrospectiva da cultura de tecidos de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. 1 ed. Brasília: Embrapa-SPI / Embrapa-CNPq, 1998, v.1, p.11-20.

TREVISAN, R.; FRANZON, R.C.; NETO, R.F.; GONÇALVES, R. da S.; GONÇALVES, E.D.; ANTUNES, L.E.C. Enraizamento de estacas herbáceas de mirtilo: influência da lesão na base e do ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.402-406, 2008.

VIEIRA NETO, R. D. **Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros/ Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe-Emdagro, 2002. 216p.

WENDLING, I; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado a espécies florestais. **Florest Ambient**, 8: 187 -194, 2001.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S.J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry – Part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forest**, v.45, p.449-471, 2014.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA R. L. *Silvicultura clonal: princípios e técnicas*. Viçosa: EdUFV, 2013, 279p.

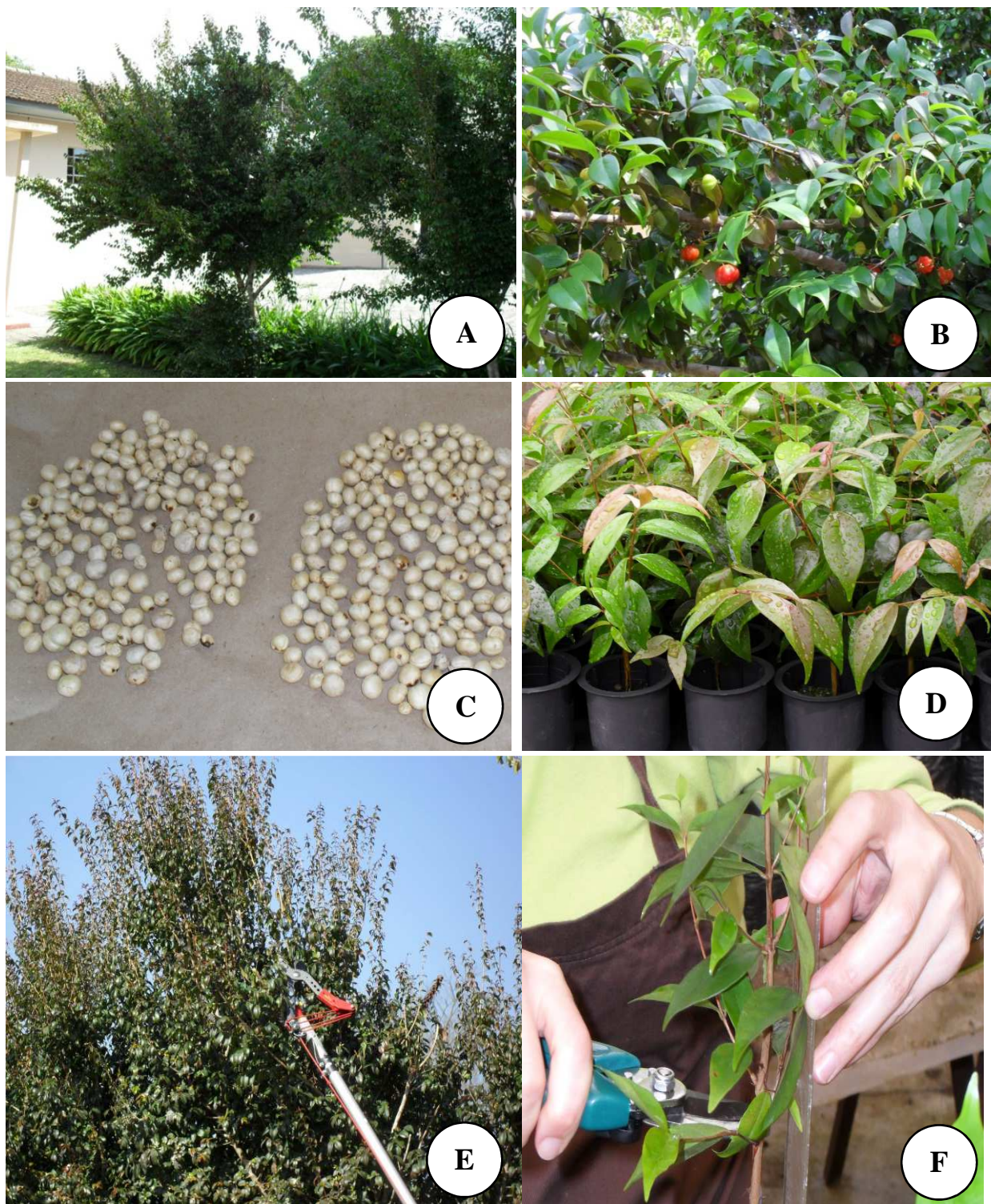
ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2001. 39p.

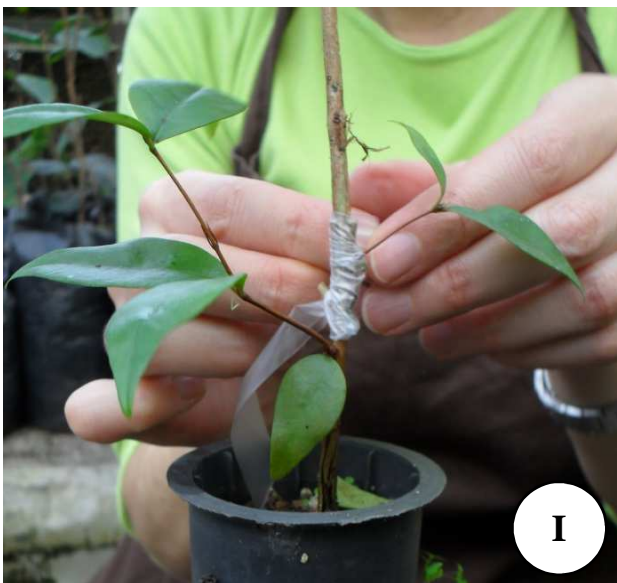
ANEXOS

Anexo 1 - Brotações do ano provenientes da decepta de *Eugenia uniflora* L.: (A) Decepta a 30 cm do solo. (B) Decepta a 10 cm do solo. (C) Decepta a 30 cm com brotações aos 3 meses e 16 dias. (D) Decepta a 10 cm com brotações aos 3 meses e 16 dias.



Anexo 2 – *Eugenia uniflora* L.: (A) Planta matriz adulta (B) Frutos. (C) Sementes. (D) Porta-enxertos de origem seminal. (E) Coleta de ramos de planta adulta para preparar garfo semilenhoso. (F) Poda do meristema apical do porta-enxerto. (G) Corte longitudinal (1 cm) no ponto de enxertia. (H) Enxerto e porta-enxerto. (I) Amarração. (J) Sistema de minijardim de enxertos em tubetes. (K) Poda dos enxertos para indução de brotação. (L) Minicepas com brotações.



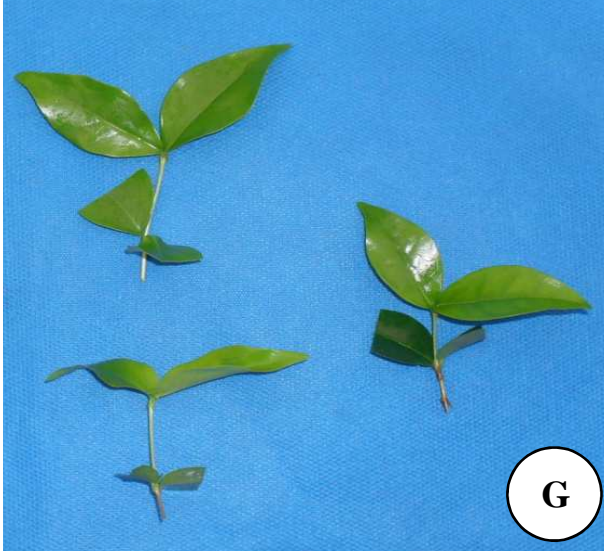


Anexo 3 - Miniestaquia de *Eugenia uniflora* L.: (A) Coleta das brotações de minicepas oriundas de enxertia. (B) Detalhe dos enxertos após coleta de brotações. (C) Miniestacas preparadas. (D) Miniestacas no leito de enraizamento.



Anexo 4 – Miniestaquia de *Eugenia uniflora* L.: (A) Emergência de plântulas. (B) Mudas (*seedlings*). (C) Poda das mudas para indução de brotação. (D) Minicepas oriundas de semente com brotações. (E) Coleta das brotações. (F) Mini jardim após coleta de brotações. (G) Miniestacas apicais. (H) Miniestacas no leito de enraizamento.





Anexo 5 - Estacas e miniestacas enraizadas de *Eugenia uniflora* L.: (A) Estaca proveniente de brotação da decepta. (B) Miniestaca proveniente de brotação de minicepa oriunda de enxertia. (C) Miniestacas provenientes de brotações de minicepa oriunda de semente.

