

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DE FRUTEIRAS DA FAMÍLIA
CLUSIACEA: BACURIZEIRO (*Platonia insignis* Mart.) E
BACUPARIZEIRO (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana)
Zappi).**

**Marcondes Lopes Leite
Engenheiro agrônomo**

2018

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DE FRUTEIRAS DA FAMÍLIA
CLUSIACEA: BACURIZEIRO (*Platonia insignis* Mart.) E
BACUPARIZEIRO (*Garcinia gardneriana*(Planch & Triana)
Zappi.)**

Marcondes Lopes Leite

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Henrique de Almeida Teixeira

Coorientador: Profa. Dra. Renata Aparecida de Andrade

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias -UNESP,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).**

2018

L533p Leite, Marcondes Lopes
Propagação assexuada de fruteiras da família clusiacea :
bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) e bacuparizeiro (*Garcinia
gardneriana* (Planch & Triana) Zappi) / Marcondes Lopes Leite. --
Jaboticabal, 2018
vi, 37 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018
Orientador: Gustavo Henrique de Almeida Teixeira
Banca examinadora: Eduardo Suguino, José Antonio Alberto da
Silva
Bibliografia

1. Regulador de crescimento. 2. Ácido indolbutírico (AIB). 3.
Amazônia. 4. Estiolamento. 5. Estaquia. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.81:634.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DE FRUTEIRAS DA FAMÍLIA CLUSIACEA: BACURIZEIRO (*Platonia insignis* Mart.) E BACUPARIZEIRO (*Garcinia gardneriana* (Planch. e Triana). Zappi)

AUTOR: MARCONDES LOPES LEITE

ORIENTADOR: GUSTAVO HENRIQUE DE ALMEIDA TEIXEIRA

COORIENTADORA: RENATA APARECIDA DE ANDRADE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), área: AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. GUSTAVO HENRIQUE DE ALMEIDA TEIXEIRA (Participação por Videoconferência)
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisador Dr. JOSÉ ANTONIO ALBERTO DA SILVA (Participação por Videoconferência)
Polo Regional da Alta Mogiana / APTA / Colina/SP


Pesquisador Dr. EDUARDO SUGUINO
Polo Regional do Centro Leste / APTA - Ribeirão Preto, SP

Jaboticabal, 30 de maio de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARCONDES LOPES LEITE, filho de Vicente Lopes da Silva e Maria Dalva Leite Lopes, natural de São Luís, Maranhão, nasceu aos 18 de agosto de 1967. Em julho de 1996 obteve o grau de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Maranhão, São Luís. Ingressou no serviço público de extensão rural em diversos municípios do estado do Maranhão, voltado, principalmente, para o desenvolvimento da agricultura familiar. Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) ministrando a disciplina de Construções e Instalações Rurais. Em julho de 2016, ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, realizando seus estudos na área de propagação de plantas frutíferas.

“É melhor escrever errado a coisa certa que escrever certo a coisa errada.”

Patativa do Assaré

Dedico

Especialmente a Renan, meu filho, fonte
de equilíbrio e inspiração

A minha mãe, por seu amor, fé,
força e coragem, e aos meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela conquista de mais um objetivo.

Ao professor Gustavo Henrique de Almeida Teixeira, pela orientação, aprendizado, amizade e confiança neste período.

A professora Renata Aparecida de Andrade, pela coorientação e aprendizado. À UNESP, pela oportunidade da realização do mestrado.

AO IFMA, pela oportunidade oferecida.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores da UNESP, pelos ensinamentos.

Ao professor José Carlos Barbosa, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao professor da UEMA, José Ribamar Gusmão Araújo, pelo apoio e incentivo.

Ao meu irmão Vicente de Paulo Lopes Leite, pela disposição em colaborar na coletados ramos de bacurizeiro para realização do experimento.

Ao colega João Paixão dos Santos Neto, pela amizade e que tanto colaborou e incentivou na realização deste trabalho.

Ao assistente operacional do setor de fruticultura Sidney Aparecido Bedim, que deu imensa contribuição a execução deste trabalho.

Ao auxiliar de serviços gerais Claudemir dos Santos, pela colaboração a execução da pesquisa em campo.

Ao tratorista João Carlos de Brito, pela colaboração a execução da pesquisa de campo.

Ao técnico agrícola Ademilson Aparecido Servidone pelo apoio necessário a execução deste trabalho.

As secretárias Rosane Aparecida Betioli Innocente e Mônica Roberta Ignácio Colovati do departamento de produção vegetal pelo apoio.

Aos membros da banca examinadora da qualificação, Profa. Dra. Renata Aparecida de Andrade, profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, prof. Dr. Sérgio Valiengo Valeri e o prof. Dr. Rogério Falleiros Carvalho, por todas sugestões e valiosas contribuições para o aprimoramento do experimento.

A todos que conheci e convivi nesse período, e que de alguma forma marcaram minha vida. Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
CAPITULO 1 - Considerações gerais.....	1
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Família Clusiaceae.....	4
2.1.1 Bacurizeiro (<i>Platonia insignis</i> Mart.).....	4
2.1.2 Bacuparizeiro (<i>Garcinia gardneriana</i> (Planch & Triana) Zappi).....	6
2.2 Propagação das espécies frutíferas.....	6
2.2.1 Propagação sexuada.....	6
2.2.2 Propagação assexuada.....	7
2.2.3 Propagação do bacurizeiro.....	8
2.2.4 Propagação do bacuparizeiro.....	10
REFERÊNCIAS	12
CAPITULO 2 - Bacuri (<i>Platonia insignis</i> Mart.) propagation by cutting..	16
CAPITULO 3 - Indole-3-butyric acid does not improve rooting of etiolated bacupari stem cuttings.....	26
CAPITULO 4 - Considerações Finais.....	37

**PROPAGAÇÃO ASSEXUADA DE FRUTEIRAS DA FAMÍLIA CLUSIACEA:
BACURIZEIRO (*Platonia insignis* Mart.) E BACUPARIZEIRO (*Garcinia
gardneriana* (Planch & Triana) Zappi).**

RESUMO

As fruteiras bacuri (*Platonia insignis* Mart.) e bacupari (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi) pertencem à família Clusiaceae e predominam no Norte do Brasil. Estas espécies não são domesticadas e a obtenção de frutos é feita principalmente por meios extrativos sendo raros pomares comerciais. Para a propagação por estaquia do bacurizeiro, ramos jovens foram retirados de uma planta matriz e as estacas foram obtidas como: *i.* estacas lenhosas, *ii.* estacas herbáceas com duas folhas e duas gemas na base e *iii.* estacas herbáceas com duas folhas, sem gemas na base. As estacas foram tratadas com ácido indol butírico (AIB) nas seguintes concentrações: 0.0 (controle), 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg.L⁻¹. As estacas lenhosas apresentaram a maior taxa de sobrevivência (95,83%) em relação as estacas herbáceas (70 e 67,5%), sendo que em apenas uma dessas foi observado o desenvolvimento radicular (0,28%). Em relação ao bacuparizeiro, como o estiolamento tem sido utilizado para melhorar o enraizamento em espécies de difícil propagação e como não foram encontrados relatos sobre o uso de estacas estioladas para propagar esta espécie, o objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade dessa técnica de propagação e estudar o efeito de diferentes doses de AIB. As estacas estioladas continham um par de folhas (~12 cm de comprimento) e foram tratadas com AIB por 10 segundos (0 – controle, 500, 1.000 e 2.000 mg.L⁻¹). O estiolamento resultou em 2,5% de estacas enraizadas quando tratadas com 500 e 1.000 mg.L⁻¹ de AIB. O tratamento com IBA afetou a sobrevivência das estacas na fase de propagação, possivelmente ao reduzir a retenção foliar quando estas foram tratadas com concentrações de IBA superiores a 1.000 mg.L⁻¹. Os experimentos foram realizados no outono-inverno, estes devem ser repetidos na primavera-verão, pois espécies neotropicais requerem clima quente e úmido para seu desenvolvimento.

Palavras-chave: regulador de crescimento, ácido indolbutírico (AIB), Amazônia, estiolamento, estaquia

**ASEXUAL PROPAGATION OF CLUSIACEA FAMILY FRUIT TREES: BACURI
(*Platonia insignis* Mart.) AND BACUPARI (*Garcinia gardneriana* (Planch &
Triana) Zappi).**

ABSTRACT

Bacuri (*Platonia insignis* Mart.) and bacupari (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi.) fruit trees belong to the Clusiaceae family and they predominate in the North of Brazil in the Amazonia basin. These species are not domesticated and fruit are obtained mainly by extractive means due to the inexistence of commercial orchards. To propagate bacuri by cutting, young branches were taken from an matrix bacuri tree and cuttings were obtained as: *i.* hardwood cuttings, *ii.* herbaceous stem cuttings with two leaves and two buds on the base, and *iii.* herbaceous stem cuttings with two leaves without buds on the base. Cuttings were treated with indolbutyric acid (IBA) in the following concentrations: 0,0 mg.L⁻¹ (control), 1,000 mg.L⁻¹, 2,000 mg.L⁻¹, 3,000 mg.L⁻¹, and 4,000 mg.L⁻¹. The hardwood cuttings presented the biggest survival rate (95.83%) in relation to the herbaceous stem cuttings (70%, 67.50%), and in only one of this cutting was observed root development (0.28%). Regarding bacupari, as etiolation has been used to improve rooting in species which are difficult to propagate and as there is no reports regarding the use of etiolate cuttings to propagate this species, the objective of this study was to evaluate the feasibility of this technique to propagate bacupari and to study the effect of the different doses of IBA. Etiolate cuttings contained on pair of leaves (~12 cm long), and were treated with IBA for 10 seconds (0,0-control, 500, 1,000, and 2,000 mg.L⁻¹). Etiolation resulted in 2.5% rooted cuttings when treated with 500 and 1,000 mg.L⁻¹ IBA. The IBA treatment affected the cuttings surviving the propagate phase possibly by reducing the foliar retention when treated with IBA concentrations superior than 1,000 mg.L⁻¹. The experiments were set during the autumn-winter season, they should be repeated in the spring-summer season as these species require hot and humid climate to develop.

Keywords: growth regulator, indole-3-butyric acid (IBA), Amazonia, etiolation, cutting.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande diversidade climática sendo possível encontrar diferentes zonas biogeográficas que resultam em uma multiplicidade de biomas e, conseqüentemente, uma ampla diversificação da flora e fauna. Desta forma, aproximadamente 20% da biodiversidade mundial é encontrada no Brasil, ou seja, cerca de 55 mil espécies catalogadas (MMA, 2016).

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) desenvolveu o projeto “Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial, de Uso Local e Regional-Plantas do Futuro”, que foi executado em apoio e parceria com diversas instituições governamentais e não governamentais (CORADIN et al., 2011). As plantas foram divididas e organizadas de acordo com suas potencialidades de uso na seguinte categorias: alimentícias, aromáticas, apícolas, ambientais, forrageiras, fibrosas, frutíferas, madeireiras, oleaginosas, ornamentais, de tal forma, priorizadas em função de sua origem. Das 674 espécies catalogadas, 41 foram priorizadas como alimentícias e 28 como frutíferas (MMA, 2016).

Embora reconhecida por sua diversidade, principalmente em função da presença da Floresta Amazônica, apenas 99 espécies da região Norte foram incluídas no âmbito do Projeto Plantas para o Futuro para esta região (MMA, 2016). Em relação às espécies alimentícias, 16 foram priorizadas e nenhuma como frutíferas. Todavia, este grupo foi revisado pelo Museu Paraense Emílio Goeldi e 13 espécies do grupo das alimentícias entre frutíferas, hortaliças, condimentos e tubérculos foram descritas (ECODEBATE, 2006). A frutífera de maior importância deste grupo foi o açaí, sendo representada por duas espécies a *Euterpe oleracea* Mart. e *Euterpe precatória* Mart. Da mesma forma, foram incluídos o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), o bacuri (*Platonia insignis*), o murici (*Byrsonima crassifolia*) e o taperebá (*Spondias mombin*) (ECODEBATE, 2006).

Dentre as frutíferas relatadas no Projeto Plantas para o Futuro para a região Norte, as pertencentes à família botânica Clusiaceae se destacaram por sua importância econômica e alimentar. A família Clusiaceae engloba aproximadamente 1.000 espécies subordinadas a 47 gêneros dispersos em regiões tropicais e

subtropicais do mundo (BARROSO et al., 2002; BRUMMIT, 1992; CRONQUIST, 1981), e um gênero sendo observado em regiões temperadas (JOLY, 1993).

Em nove desses gêneros, cerca de 90 espécies são de plantas cujos frutos são comestíveis (YAACOB; TINDALL, 1995). No Brasil, essa família está representada por cerca de 20 gêneros e 183 espécies, distribuídas nas diferentes regiões do país (BARROSO et al., 2002). Na região Norte, a família Clusiaceae é representada por aproximados 17 gêneros e número de espécies superior a 50. Dentre estas espécies, cinco são frutíferas nativas da Amazônia Brasileira, sendo o bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) a mais importante sob o ponto de vista econômico. As demais pertencem ao gênero *Garcinia* e *Rheedia*, todas plantas de porte e frutos bem menores, e de qualidade e valor econômico inferiores ao bacurizeiro.

A maioria das espécies da família Clusiaceae, incluindo o bacurizeiro e o bacuparizeiro, não são domesticadas. Todavia, a domesticação de plantas nativas, destacadamente aquelas já conhecidas e comercializadas por populações locais e regionais, porém com pouca penetração no mercado nacional ou internacional, se constitui uma oportunidade a ser explorada (ECODEBATE, 2006). Neste contexto, a propagação dessas espécies frutíferas de potencial alimentício e econômico pode se constituir o primeiro passo para a domesticação destas espécies.

Tradicionalmente, o bacurizeiro e o bacuparizeiro são propagados por meio de sementes, ou seja, propagação sexuada, porém esse método de reprodução de plantas frutíferas apresenta uma série de desvantagens, ou seja, a dissociação dos caracteres, desuniformidade de desenvolvimento e frutificação, longo período juvenil (frutificação tardia), porte elevado, produção irregular, frutão-padronizado e desuniformidade de período de germinação das sementes. A principal desvantagem da propagação sexuada do bacurizeiro está relacionado ao longo período necessário para que as sementes possam completar o processo de germinação. Segundo Carvalho (1998a; 1998b) este processo ocorre, em média, 563 dias após a sementeira.

A germinação das sementes do bacurizeiro é caracterizado pela rápida e uniforme emergência da raiz primária, porém lenta e desuniforme emergência do epicótilo (CARVALHO et al., 1998a). A raiz primária se desenvolve entre 12 e 35 dias após a sementeira e o epicótilo é observado apenas entre 198 e 968 dias. O aspecto

mais importante da propagação sexuada do bacurizeiro é utilizar sementes recém-colhidas, pois estas são recalcitrante. Com isso é possível obter altas taxas de germinação, apesar da extrema lentidão e acentuada desuniformidade. Carvalho; Müller (1996) e Villachica (1996) relataram que a emergência da radícula do bacurizeiro é de 50% aos 17 dias após a sementeira, porém a emergência do caulículo demora cerca de 600 dias.

A propagação sexuada também é o principal meio de propagação do bacurizeiro. As sementes devem ter a polpa removida para a sementeira, o que deve ser feito com lavagem em água corrente até a retirada de toda polpa. As sementes devem ser secas à sombra, mas por poucas horas, pois a germinação é melhor quando a sementeira é feita logo após a retirada do fruto (DONADIO, 2002).

Segundo Donadio (2002), as sementes do bacurizeiro são pequenas (1,5 a 2,0 cm), pesando aproximadamente 3,5 g, sendo pouco alongadas, o número médio de sementes por fruto é de duas sementes. Apesar da germinação ser alta, com até 80%, esta pode demorar até 80 dias para a emergência, mesmo utilizando condições e substratos adequados. Para se produzir muda pronta para o plantio é necessário de 6 a 10 meses.

Vários métodos de propagação assexuada já foram estudados tanto com o bacurizeiro quanto com o bacuparizeiro. Para Carvalho (2002), o processo de propagação assexuada mais utilizado para o bacurizeiro é a enxertia por garfagem no topo em fenda cheia, porém nenhum trabalho foi encontrado na literatura a respeito de outros métodos de propagação para esta espécie. Por outro lado, Franco et al., (2007), ao trabalhar com a estaquia em bacuparizeiro, relataram que ao se utilizar estacas apicais herbáceas padronizadas a 15 cm de comprimento, contendo um par de folhas inteiras e três pares de gemas, foi possível obter 30% de estacas enraizadas após 60 dias. Todavia, não há relatos na literatura quanto a propagação de bacurizeiro pelo método da estaquia.

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi verificar a viabilidade da propagação assexuada via estaquia destas espécies e, como objetivos específicos: *i.* estudar o efeito da fenologia das estacas na propagação do bacurizeiro, *ii.* avaliar o efeito das doses de AIB no enraizamento das estacas de bacurizeiro, *iii.* estudar o efeito do estiolamento das estacas na propagação do bacuparizeiro e *iv.* avaliar o efeito das doses de AIB no enraizamento das estacas estioladas de bacuparizeiro.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Família Clusiaceae

No Brasil, esta família botânica está representada por cerca de 20 gêneros e 183 espécies, distribuídas nas diferentes regiões do país (BARROSO, 2002). Algumas frutas da Amazônia, como o guaraná, açaí e cupuaçu, já são conhecidas em outras partes do país e até no exterior, mas outras são consumidas apenas pela população local. Entre as que começam a ganhar mercado fora da região Amazônica pode-se citar o bacuri e o bacupari, dos quais são extraídas polpa que é usada para a produção de sorvetes, doces, sucos e outros produtos, além do consumo *in natura* (HOMMA; CARVALHO; MENEZES, 2010).

As plantas da família Clusiaceae caracterizam-se como árvores, arbustos, ervas, hemi-epífitas às vezes estranguladoras, raro lianas, perenifólias, laticíferas ou resiníferas, glabras ou com tricomas uni ou multicelulares, muitas vezes com coléteres; pérulas presentes ou não; raízes escoras presentes ou ausentes (BITTRICH et al., 2003).

As folhas são opostas, raramente alternas, inteiras, sem estípulas, com glândulas ou não; nervuras secundárias, normalmente paralelas, na maioria das vezes unidas em uma nervura marginal ou submarginal. Com uma inflorescência terminal ou axilar, cimosas ou flores solitárias. As flores são bissexuadas ou unissexuadas, actinomorfas; com sépalas livres ou unidas, 2-5 (numerosas); apresentando pétalas 4-8, livres, imbricadas ou contortas; estames 4-numerosos, livres ou unidos, às vezes fasciculados, estames ou estaminódios frequentemente secretando resina e/ou óleos; ovário súpero (1-2) multilocular, óvulos 1-numerosos por lóculo, raro parietal ou basal; estiletos livres ou unidos, com estigmas sésseis. Os frutos são do tipo baga, muitas vezes coriáceos ou tipo cápsula, seca ou coriáceo-carnosa. As sementes, arilácias ou não, muito raro aladas.

2.1.1 Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)

O bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) pertence à família Clusiaceae e ao gênero *Platonia*, sendo considerada uma espécie frutífera e madeireira das mais populares da Região Amazônica. Esta espécie possivelmente se originou no atual

estado do Pará, porém pode ser encontrada nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins, Goiás e Mato Grosso. O bacurizeiro é observado crescendo em diferentes tipos de solos, sejam pobres, arenosos ou argilosos, e em locais de vegetação aberta de transição, raramente em floresta alta (MOURÃO, 1992; CAVALCANTE, 1996a).

A planta de bacurizeiro tem fuste retilíneo, com altura entre 15 e 25 m, podendo atingir mais de 30 m, e diâmetro na altura do peito em torno de 1,0 m, copa ampla e aberta. O seu caule é do tipo tronco, ereto, casca espessa, nos indivíduos maduros, fortemente fendida com ritidoma sem esfoliação, exudando um látex amarelo e resinoso, quando lanhado por qualquer ferimento. Os ramos ou galhos normalmente crescem formando um ângulo de 50 a 60° com folhas de textura sub-coriácea a coriácea, medindo de 15 a 20 cm de comprimento e de 6 a 9 cm de largura, são simples, elípticas e disposição oposta cruzada. Os pecíolos são curtos com comprimento variando entre 1 a 2 cm (SOUZA et al., 2000).

Segundo CAVALCANTE (1996a), as flores são hermafroditas, grandes (aproximadamente de 7 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro), solitárias e terminais, constituídas de cinco pétalas de cor rósea intensa, mais raramente de coloração creme quase branca ou, ainda com todas as tonalidades entre róseo e o creme. O cálice é imbricado, com sépalas livres e a corola é pentâmera e de coloração variando de róseo claro a róseo intenso.

As flores apresentam antese diurna que apresenta como vantagem aos visitantes polens e néctar em abundância, atraindo grande diversidade de visitantes. A polinização é ornitófila, realizada principalmente por psitacídeos (papagaios, maritacas, jandaias, periquitos etc) sendo inédito o fato na ecologia da polinização de plantas neotropicais. O bacurizeiro é uma espécie que apresenta alogamia acentuada e autoincompatibilidade esporofítica, carecendo de estudos mais profundos dessa espécie (SOUZA et al., 2000).

O fruto do bacurizeiro é uma baga volumosa, uniloculada, formato arredondado, ovalado, piriforme, de tamanho variável, com diâmetro variando entre 7 e 15 cm e peso médio entre 350 e 400 g, podendo porém algumas plantas produzirem frutos que podem alcançar de 900 a 1000 g (CAVALCANTE, 1996).

2.1.2 Bacuparizeiro (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi)

O bacuparizeiro (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi), pertence a família Clusiaceae e ao gênero *Garcinia*, sendo popularmente chamada de bacupari, bacoparé e também de mangostão amarelo. Segundo Lorenzi (2001), o bacuparizeiro pode ser encontrado em praticamente todo o território nacional, desde a Amazônia até o Rio Grande do Sul.

Esta espécie é de grande importância para reflorestamento em áreas de preservação, fornecendo alimentação em abundância à fauna em geral. Segundo Donadio (2002), em função da aceitação dos frutos do bacuparizeiro na forma de fruta fresca e processada, esta espécie apresenta potencial para exploração econômica, se constituindo uma alternativa aos mercados interno e externo de frutas exóticas.

Segundo Lorenzi (2001), o bacuparizeiro é uma planta arbórea com altura de 5 a 7 metros. Seu tronco pode medir de 15 a 25 cm de diâmetro. As folhas são simples, coriáceas e glabras. Os frutos são comestíveis e muito saborosos, apesar do baixo rendimento em polpa.

Donadio (2002), relatou que o bacuparizeiro nas condições do estado de São Paulo, atinge alturas de 4 a 6 m, enquanto na cidade de Jaboticabal-SP, plantas com 10 anos de idade atingiram no máximo 3 m de altura, com tronco medindo apenas 8 cm de diâmetro, cujos ramos têm estrias de coloração amarelo-esverdeada.

2.2 Propagação das espécies frutíferas

2.2.1 Propagação sexuada

A propagação das espécies cultivadas se dá, geralmente, por meio da utilização de sementes, por ser o método mais eficiente e também o mais amplamente utilizado pelas plantas na natureza (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os “seedlings”, plantas oriundas da germinação das sementes, são diferentes da planta matriz, pois apresentam grande variabilidade genética em função do processo de meiose. Na fruticultura, as sementes são utilizadas principalmente com a finalidade de obtenção de porta-enxertos (HARTMANN et al., 2002), cavalos ou epibioto (FACHINELLO, 2005; HOFFMANN, 2005). Todavia, algumas espécies

frutíferas só podem ser multiplicadas por meio de sementes, o que faz da propagação sexuada a única forma de propagação destas espécies.

Desta forma, a utilização de mudas oriundas de sementes para a implantação de um pomar comercial não é recomendada, pois estas apresentam longo período juvenil, porte elevado e a grande variabilidade genética (FACHINELLO, 2005).

Entre as limitações apresentadas, a juvenilidade é um dos fatores mais importantes na propagação sexuada de espécies nativas, pois este fenômeno compreende o período entre a germinação da semente e o início da fase produtiva e, que em algumas espécies, como o bacurizeiro, este período pode levar até mais de 12 anos (CARVALHO et al., 1998a). Durante a juvenilidade, não há produção de frutos, o que condiciona um prolongamento da fase improdutiva das plantas. Como as plantas oriundas da propagação sexuada geralmente apresentam vigor excessivo, estas apresentam um porte mais elevado e aliada a variabilidade entre os seedlings, estas características representam inúmeras desvantagens nas práticas de manejo do pomar, como a realização da poda, o raleio de frutos, a colheita e tratamentos fitossanitários (CARVALHO, 1998b).

2.2.2 Propagação assexuada

A propagação vegetativa, assexuada, ou clonal, consiste na multiplicação de indivíduos a partir de porções vegetativas das plantas, em virtude da capacidade de regeneração dos órgãos vegetativos, através dos princípios da totipotência e diferenciação das células. Apresenta inúmeras vantagens em relação a propagação por sementes, como principais, podemos citar: a redução do porte da planta, manutenção de caracteres genéticos desejáveis, redução da juvenilidade, entre outros, sendo o principal método adotado na propagação de espécies frutíferas (HARTMANN et al., 2002).

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia é ainda a técnica de maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantas clonais, sendo amplamente utilizado para espécies frutíferas, medicinais e ornamentais. Consiste na retirada de segmentos caulinares, de raízes e de folhas da planta-mãe que, sob condições adequadas, emitem raízes, formando nova planta, idêntica àquela que lhe deu origem (HARTMANN et al., 2002).

A obtenção de mudas de espécies frutíferas por meio da propagação vegetativa apresenta uma série de vantagens para a produção comercial, ou seja: as mudas possuem as mesmas características agronômicas da planta matriz; reduzida fase juvenil; produção uniformes; melhor planejamento e execução das práticas hortícolas (FACHINELLO et al., 2005).

Entre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia é um dos mais utilizados para a clonagem de plantas na horticultura em função de sua simplicidade e velocidade de execução, baixa qualificação de mão-de-obra, a fixação de genótipos selecionados, uniformidade de populações, facilidade de propagação, antecipação do período de florescimento, redução do estágio juvenil e maior controle das fases de desenvolvimento (HARTMANN et al., 2002).

Como a propagação assexuada é o método mais recomendado para a propagação de espécies frutíferas, o uso da estaquia poderia ser aplicada para a obtenção de mudas de bacurizeiro e bacuparizeiro, pois, para as espécies que podem ser propagadas por estacas, esse método apresenta numerosas vantagens, como economia, rapidez e simplicidade (INOUE; PUTTON, 2006; AGUIRRE, 2012).

2.2.3 Propagação do bacurizeiro

O principal obstáculo para a formação de mudas de bacurizeiro por via sexuada é o tempo demasiado longo, ou seja, são necessários em média 589 dias para que as sementes completem o processo de germinação (CARVALHO, 1998a). Além disso, a germinação é bastante desuniforme, com algumas sementes germinando 180 dias após a semeadura e outras após 900 dias (CARVALHO, 1998b).

Por ser uma espécie alógama (MAUÉS; VENTURIERI, 1996) e apresentar longa fase juvenil (CALZAVARA, 1970; VILLACHICA et al., 1996), não se recomenda a implantação de pomares de bacurizeiro com mudas oriundas de sementes. Apesar do bacurizeiro apresentar autoincompatibilidade e exigir genótipos diferentes para a fecundação das flores, mudas oriundas de sementes podem levar a uma grandes variações entre as plantas de um pomar em função da segregação e recombinação gênica. Soma-se a isso, a longa fase juvenil das plantas de bacurizeiro propagadas por sementes faz com que as mesmas só entrem na fase

reprodutiva de dez a doze anos após o plantio (CARVALHO et al., 1998a). Assim, esse tipo de propagação deve ficar limitado a dois casos: trabalhos de melhoramento genético e obtenção de porta-enxertos, sobre os quais é possível propagar vegetativamente clones agronomicamente superiores (SOUZA et al., 2000; ARAUJO et al., 2007; CARVALHO; MÜLLER, 2007b).

Em condições naturais, o bacurizeiro apresenta estratégias de reprodução sexuada e assexuada. Em relação a propagação assexuada, as brotações oriundas das raízes facilitam a regeneração natural, principalmente em áreas de vegetação secundária onde a regeneração se processa, predominantemente, a partir de brotações espontâneas de raízes, o que facilita a recuperação vegetativa de áreas degradadas (CARVALHO et al., 1998a). Entretanto, em áreas de vegetação primária, a propagação de quase totalidade das plantas é oriunda da germinação de sementes. Nesses ambientes, a regeneração por brotações espontâneas oriundas de raízes só se verifica quando clareiras são abertas, seja por ação antrópica ou pelo tombamento natural dos próprios bacurizeiros ou de árvores próximas a esses, haja vista que a emissão dessas brotações só se verifica na presença de certo nível de luminosidade, com densidade de plantas bastante reduzida (CARVALHO 1998b).

Dentre os métodos existentes de propagação assexuada, a enxertia já foi testada em bacurizeiro, sendo a garfagem a mais recomendada (CALZAVARA, 1970; CARVALHO et al., 1999). Segundo estes autores, as plantas enxertadas de bacurizeiro começam a produzir entre 3 e 5 anos de idade e a prática da enxertia resultou em árvores menores, o que facilita o processo de colheita e manejo da cultura.

Para a realização da enxertia é necessário, primeiramente, a formação do porta-enxerto que pode ser oriundo do próprio bacurizeiro obtido por sementes ou pelo método de regeneração da raiz primária, além da possível utilização de porta-enxertos alternativos de espécies da família Clusiaceae, especialmente dos gênero *Rheedia* e *Garcinia* (CALZAVARA, 1970; CAMPBELL, 1996; SOUZA et al., 2000; ARAUJO et al., 2007; RODRIGUES, 2014). Segundo Carvalho et al. (2002b), a enxertia do bacurizeiro por garfagem no topo em fenda cheia apresenta percentagem de enxertos brotados em torno de 80% e a brotação dos enxertos inicia-se a partir de 20 dias da enxertia. Além disso, estes autores relataram que este método é de mais fácil execução e apresenta maior rendimento de mão-de-obra.

A cultura de tecidos também tem sido estudada visando a propagação do bacurizeiro (SINIMBÚ NETO et al., 2010), porém, não foram encontrados na literatura quanto ao uso deste e outros métodos de propagação assexuada visando a produção de mudas de bacurizeiro.

2.2.4 Propagação do bacuparizeiro

A propagação sexuada é o principal método de propagação utilizado para a obtenção de mudas de bacurizeiro. A semeadura deve ser feita logo após a retirada das sementes e o tamanho das mesmas influenciam a germinação. Oliveira et al. (2006), relataram que a germinação das sementes de bacuparizeiro foi maior quando sementes mais pesadas foram utilizadas (25,63 a 63,63 g) em relação a sementes mais leves (9,51 g), que devem ser descartadas.

Apesar da germinação ser alta, acima de 80%, esta pode demorar até 80 dias para a emergência da plântula, mesmo utilizando condições e substratos adequados. Desta forma, para se produzir uma muda pronta para o plantio de bacuparizeiro é necessário de 6 a 10 meses (DONADIO, 2002). Além disso, como os *seedlings* de bacuparizeiro apresentam longo período juvenil (4 a 5 anos), a propagação assexuada não é a mais recomendada para a propagação desta espécie frutífera.

Embora haja relatos quanto ao uso da enxertia como método de propagação assexuada (DONADIO, 2002), são poucos os disponíveis na literatura. Por outro lado, a estaquia já foi testada, porém os resultados são contraditórios.

Sobreira et al. (2009) ao utilizar estacas herbáceas de 15 cm de comprimento, contendo um par de folhas com redução do limbo foliar a 1/3 da área original e três pares de gemas e estacas lenhosas sem folhas também com três pares de gemas, não observaram enraizamento após 120 dias, mesmo tratando as estacas com ácido indol-3-butírico (AIB) nas seguintes doses, 0, 250, 500, 1.000 e 2.000 mg.L⁻¹. Contudo, Franco et al. (2007), relataram que foi possível obter 30% de estacas enraizadas de bacuparizeiro ao se utilizar estacas herbáceas medindo 15 cm de comprimento, 1 par de folhas inteiras e 3 pares de gemas, tratadas com 0, 1.000, 2.000, 3.000, 5.000 e 7.000 mg.L⁻¹ de AIB, porém não foi observado efeito deste fitorregulador na promoção do enraizamento. Martins (2007) ao relatar a utilização

da estaquia como processo de clonagem do bacuparizeiro, observaram que a aplicação de AIB não apresentaram efeito significativo para porcentagem de estacas enraizadas.

Baixas taxas de enraizamento também foram observadas em outras espécies da família Clusiaceae. Moraes e García (1998), relataram que ao utilizarem estacas de mangustão (*Garcinia mangostana* L.) com comprimento médio de 15 cm contendo uma gema e um par de folhas cortadas ao meio, foi possível observar porcentagens de enraizamento de 12.5%, 6.25% e 18.75%, quando estas foram tratadas com 100, 500 e 1.000 mg.L⁻¹ de AIB, respectivamente. Resultados superiores (30%) foram observados quando estacas herbáceas foram tratadas com 6.000 mg.L⁻¹ de ácido α naftaleno acetato de sódio (ANA) a 20% (MOREAES; GARCÍA, 1998).

Segundo Hartmann et al. (2011), o estiolamento é definido como o desenvolvimento de brotos, ramos ou parte de ramos em ausência de luz, causando crescimento geralmente alongado, de coloração amarela ou branca em consequência da ausência de clorofila, que consiste em uma técnica que também vem sendo utilizada na melhoria do enraizamento de estacas quando a planta doadora foi tratada.

Desta forma, o uso da estaquia e do estiolamento visando a propagação assexuada do bacurizeiro e do bacuparizeiro, constituiria o primeiro passo para a domesticação destas espécies frutíferas que possuem grande potencial alimentício e econômico.

REFERÊNCIAS

AGUIRRE, A. G. **Avaliação do potencial a regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração.** Dissertação (mestrado em agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.

ARAÚJO, J. R. G.; CARVALHO, J. E. U.; MARTINS, M. R. **Porta-enxertos para o bacurizeiro: Situação e Perspectivas.** In: Bacuri: Agrobiodiversidade. 1 ed. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. 2007. p.47-63.

BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. GUIMARÃES, E. F.; COSTA, C. G. **Sistemática de angiospermas no Brasil.** Viçosa, MG: UFV, v. 1. 2 ed., 2002. 309 p.

BITTRICH, V.; WANDERLEY, M. G. I.; SHEPHERD, G. J.; MELHEM, T. S.; GIULIETTI, A. M.; KIRIZAWA, M. Clusiaceae In: Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. **Instituto de Botânica**, São Paulo, n. 3, p. 45-62. 2003.

BRUMMIT, R. K. Vascular plant families and genera. Kew: **Royal Botanic Gardens**, 1992. 804 p.

CAMPBELL, R. J. South American fruits deserving further attention. In: JANICK, J. (Ed.) **Progress in new crops.** Arlington, VA:ASHS, 1996. p. 431-439.

CALZAVARA, B.B.C. **Fruteiras: abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro, cupuaçuzeiro.** Belém: IPEAN. Série Culturas da Amazônia, v. 1, n. 2, p.45-84, 1970.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia.** 6 ed. Belém: CNPq/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996a. 279 p.

CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H. **Propagação do bacurizeiro: *Platonia insignis* Mart.** São Luís: (s.n.), 1996. 13 p. Segmento do Curso Tecnologia de Produção de Mudas, ministrado no I Simfrut, Universidade Estadual do Maranhão, de 13 a 16 de agosto de 1996.

CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia.** Belém: Embrapa-CPATU, 1998a. 18p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 203).

CARVALHO, J.E.U.; MÜLLER, C.H.; LEÃO, N.V.M. Cronologia dos eventos morfológicos associados à germinação e sensibilidade ao dessecamento em sementes de bacuri (*Platonia insignis* Mart.-Clusiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v.20, n.2, p. 475-479, 1998.

CARVALHO, J.E.U. de; NASCIMENTO, W.M.O. do; MÜLLER, C.H. **Sistemas alternativos para formação de mudas de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**. Belém: EMBRAPA-CPATU.1999. 5p. (EMBRAPA-CPATU. Comunicado Técnico 11).

CARVALHO, J.E.U.; MÜLLER, C.H.; NASCIMENTO, W.M.O.; **Métodos de propagação do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002b. 12p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular, 30).

CARVALHO, J.E.U., MÜLLER, C.H. **Propagação do Bacurizeiro**. In: Bacuri: Agrobiodiversidade. 1 ed. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. 2007. p. 29-46.

CORADIN L, SIMINSKI A, REIS A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - Região Sul**. 2 ed. Brasília: MMA, 2011.

CRONQUIST, A. **A integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia Um. Press, 1981. 520 p.

DONADIO, L.C.; MORO, F.V.; SERVIDONE, A.A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Ed. Novos Talentos, 2002. 288p.

ECODEBATE. **Região Norte já tem sua lista de espécies de plantas do futuro**. 2006. [acesso em 01 marco 2018]. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2006/12/01/regiao-norte-ja-tem-sua-lista-de-especies-de-plantas-do-futuro/>.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p.69-109.

FRANCO, D.; OLIVEIRA, I.V.M.; CAVALCANTE, I.H.L.; CERRI, P.E.; MARTINS, A.B.G. Estaquia como processo de clonagem do bacuripari (*Rheedia gardneriana Miers ex Planch e Triana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal-SP, v. 29, n.1 p. 176-178, 2007.

KLOPOTEK, Y.; HAENSCH, K. T.; HAUSE, B.; HAJIREZAEI, M. R.; DRUEGE, U. A exposição escura de estacas de *Petunia* melhora fortemente a formação de raízes adventícias e aumenta a disponibilidade de carboidratos durante o enraizamento na luz. **J Plant Physiol**.v. 167, n. 7, p. 547-554, 2010.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, J. R.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 880 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, J. R.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HOMMA, A.; CARVALHO, J. E. U.; MENEZES, A. J. E. A. **Fruta amazônica em ascensão: bacuri**. Embrapa. Ciência hoje, 2010. p. 40-45.

HOFMANN, A.; FACHINELLO, J. C. NACHTIGAL, J. C. Formas de propagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. Cap. 2, p. 46-56.

INOUE, M.T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas nativas da Floresta Ombrofila Mista. **Floresta**, Curitiba, v.37, n.1, p. 55-61, 2006.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**. Piracicaba: Editora Plantarum, 2001.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. São Paulo: Editora Nacional, 11 ed., v. 4, 1993. 777 p.

MARTINS, M. R.; ARAÚJO, J. R. G.; CARVALHO, J. E. U.; **Porta-enxertos para o bacurizeiro: Situação e Perspectivas**. In: Bacuri: Agrobiodiversidade. 1 ed. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. 2007. p.47-63.

Ministério do Meio Ambiente. **Plantas para o futuro**. [publicação online]; 2016 [acesso em 27 set 2016]. Educação. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/plantas-para-o-futuro/>.

MOURÃO, K. S. M. **Morfologia e desenvolvimento dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae)**. 1992. 90 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) –Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

NETO, F. de A. S.; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, J. C. Viabilidade *in vitro* de grãos de pólen de bacurizeiro-Clusiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.33, n. 2 p.593-600, 2010.

SOUZA, W.A.B. de; VASCONCELOS, L.F.L.; ARAÚJO, E.C.E.; ALVES, R.E. **Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 72p. (FUNEP. Frutas Nativas, 11)

SOBREIRA, J.M.; MARTINS, M.Q.; SOUZA, M.F.; PEREIRA, E.O.; COELHO, R.I. **Propagação assexuada do bacupari (*Rheedia gardneriana* Tr. e Panch)**. In: *XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica*. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449-484.

VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de La Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazônica, 1996. 367p.

YAACOB, O.; TINDALL, H. D. **Mangosteen cultivation**. Rome: FAO, 1995. 100 p. FAO Plant Production and Protection Paper, 129.

CAPÍTULO 2 – Bacuri (*Platonia insignis* Mart.) propagation by cutting

Marcondes Lopes Leite^{1,2}, João Paixão dos Santos Neto², Lívia Cirino de Carvalho³, Renata Aparecida de Andrade², Gustavo Henrique de Almeida Teixeira^{2,*}

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus São Luís – Maracanã, Avenida dos Curiós, s/n, Vila Esperança, CEP 65.095-460. São Luís-MA, Brazil.

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Campus Jaboticabal. Depto de Produção Vegetal. Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. CEP: 14.884-900. Jaboticabal/SP.

³Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCFAR), Campus Araraquara. Depto de Alimentos e Nutrição. Rodovia Araraquara-Jaú, km 1 – CP 502. CEP: 14800-903. Araraquara – SP.

*Corresponding author: gustavo@fcav.unesp.br

Abstract

Bacuri tree (*Platonia insignis* Mart.) which belongs to Clusiaceae family is found throughout the North of Brazil in the East Amazonia basin. This species is not domesticated and the fruit obtention is done mainly by extractive means due to the inexistence of commercial orchards. The propagation of this species is carried out via sexual methods, but the asexual propagation would be more adequate in function to the long juvenile period and sexual recombination. Therefore the objective of this study was to test the feasibility of cutting to propagate this species. Young branches were taken from an adult bacuri tree and cuttings were obtained as: i. hardwood cuttings, ii. herbaceous stem cuttings with two leaves and two buds on the base, and iii. herbaceous stem cuttings with two leaves without buds on the base. The cuttings were treated with indolbutyric acid (IBA) in the following concentrations: 0,0 mg.L⁻¹ (control), 1,000 mg.L⁻¹, 2,000 mg.L⁻¹, 3,000 mg.L⁻¹, and 4,000 mg.L⁻¹. The hardwood cuttings presented the biggest survival rate (95.83%) in relation to the herbaceous stem cuttings (70%, 67.50%), and in only one of this cutting was observed root development (0.28%). As the experiment was set during the autumn-winter season, it

should be repeated in the spring-summer season as bacuri is a neotropical species which require humid and hot climate.

Keywords: Clusiaceae, indolbutyric acid (IBA), neotropical.

Introduction

Bacuri (*Platonia insignis* Mart.) is a fruit tree native to the East Brazilian Amazon region (Cavalcante, 1996). The fruit of this Clusiaceae present relevant economical importance in the North and Northeast regions of Brazil with the fruit been consumed fresh, as well as, as processed produces such as ice cream, nectars, juice, compotes, jelly (Clement and Venturieri, 1990; Silva et al., 2010).

The bacuri is a species in process of domestication and its propagation can be carried out both via sexual and asexual means. Regarding sexual propagation, to accelerate the radicle emergency seeds can be cut on the dorsal and ventral parts (Oliveira et al., 2002). However, Carvalho (1998a), reported that even with the root rupture occurring ease and rapidly the epicotyls development is far slower and it happens between 198 to 968 days after seeding. Therefore, to complete seed germination is necessary in average 589.6 days (Carvalho et al., 1998a). Besides that, the germination is not uniform with some seeds germinate in 180 days and others after 900 days (Carvalho et al., 1998b). Another factor that limits the seedling production is the fact that bacuri is an allogamous species (Maués and Venturieri, 1996) and presents a long juvenile period (Calzavara, 1970; Villachica et al., 1996). The first aspect leads to a great variation between seedlings due to genetic segregation and recombination, even when the seeds come from only one plant. The long juveline phase leads to the plants to start the reproductive phase only after 10 to 12 years after seeding (Carvalho and Müller, 2007).

The asexual propagation can be carried out by removing the shoots that spontaneously develop from the roots of mature bacuri trees, but this method also presents limitations as the success depends on the ability of the shoots to produce new root on the basal portion (Carvalho et al., 2002). Best results are achieved when the shoots have less than 20 cm in high and are removed during the rainy season, but even with this procedure the survival rate in low, overall inferior than 25% (Lima, 2000). Grafting (cleft graft) has been reported to be successful (Borges do Val et al.,

2002), and plants can be produced in 12 months which will start fruit production in 5 to 6 years (Carvalho and Müller, 2007). However, to use grafting it is necessary to produce the rootstock and as the rootstock are produced via sexual propagation, the difficulties related to seed germination will persist.

As the asexual propagation is the most recommended method to propagate fruit tree species the use of cuttings could be applied to obtain bacuri trees as for many fruit trees which can be propagated by cuttings innumerable advantages can be pointed out, as such, economy, simplicity and fast (Inoue and Putton, 2006; Aguirre, 2012). The use of cuttings has been reported in other species of the Clusiaceae family. Franco et al. (2007) reported that it was not possible to propagate bacupari trees (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi) by stem cuttings even when the cuttings were treated with indolbutyric acid (IBA). Similar results were reported by Sobreira et al. (2009). On the other hand, the species *Garcinia mangostana* L. (mangosteen) treated with 100 ppm, 500 ppm and 1000 ppm of IBA presented 12.5%, 6.25%, and 18.75% rooting, respectively (Moraes and Garcia, 1998).

Therefore, as it was not found any report in the literature about the use of cutting to propagate bacuri trees, the objective of this study as to test the feasibility of stem cutting to propagate this species, and to study the effect to cutting phenology and IBA treatment.

Material and methods

Plant material

The stem cuttings were obtained from branches of an adult bacuri tree (~50 year old) located at Paço do Lumiar, Maranhão, Brazil. The branches were harvest in the morning and conditioned into polyethylene bags aimed to reduce moisture loss. The branches were packaged in a polystyrene box and sent to São Paulo State University (UNESP), College of Agriculture and Veterinarian Sciences (FCAV), Jaboticabal Campus, Sao Paulo, Brazil, via aerial transport.

Experiment layout

At the same day at noon, the branches were selected and the stem cuttings obtained as such: *i.* hardwood stem cuttings without leaves (~20 cm long and ~2 cm diameter), *ii.* herbaceous stem cuttings with two mature leaves and one pair of buds

on the base (~15 cm long and ~0.5 cm diameter), and *iii.* herbaceous stem cuttings with two mature leaves in which the buds were cut (~15 cm long and ~0.5 cm diameter) (Fig. 1). After that the cuttings were subjected to IBA treatment using the fast immersion method for 10 seconds (Hartmann et al., 2002) with the following concentrations: *i.* 0 mg.L⁻¹ (control), *ii.* 1000 mg.L⁻¹, *iii.* 2000 mg.L⁻¹, *iv.* 3000 mg.L⁻¹, and *v.* 4000 mg.L⁻¹. After the IBA treatment the cuttings were fixed in a soaked phenolic foam tray (Green-up, Floral Atlanta, São Paulo-SP), measuring 3.7 x 3.7 cm in width and length, and 6.0 cm in height. The trays were displaced in an intermittent nebulization chamber controlled by a timer in order to maintain a thin water layer on the leaves actuated every 5 seconds and off for 40 seconds (Mayer et al., 2002). The cuttings were kept in these conditions for 120 days and after this period the evaluations of percentage of rooting (%), root length (cm), survival rate (%), and foliar retention (%) were determined according to Zietemann and Roberto (2007).

Statistical analysis

The experiment was set up in a completely randomized design (CRD) in a factorial arrangement 3 (stem cutting phenology) x 5 (IBA concentration), with four repetition of seven cuttings. The data was subjected to analysis of variance (ANOVA) using the AgroEstat (Barbosa and Maldonado Junior, 2015) and the means compared using Tukey's studentized range test at the 0.05 level of significance.

Results and discussion

Regarding cutting phenology the only observed significant difference ($p < 0.01$) was related to cutting survival rate with the hardwood cuttings without leaves (WC) presenting the highest survival percentages (95.8%) compared to the remainders (Table 1). According to Janick (1966), hardwood cuttings present more stored nutrients and this might have contributed to the higher survival rates of the bacuri woody cuttings.

The hardwood cuttings also presented rooting capability in only one cutting of the control treatment (0.0 mg.L⁻¹ IBA). However, even with this result it was not observed significant differences for this parameter (Table 1). Simão (1998) reported that hardwood cuttings are more prompt to produce adventitious roots, and that can be the case of bacuri hardwood cuttings. On the other hand, as the experiment was

set during the autumn-winter and the bacuri is a neotropical species (Cavalcante, 1996), the relative low temperatures observed in this period ($T_{min.} 16.5 \pm 3.38^{\circ}C$) might have influenced the rooting percentage results, as well as, the number of roots and the length of the roots (Table 1).

The treatment of the different cuttings with IBA did not have any significant effect on the evaluated parameters (Table 1). In this regard, the IBA concentrations neither influenced the development of adventitious roots nor the cuttings survival percentage (Table 1). According to Hartmann et al. (2002), the exogenous auxin treatment has pronounced effect on cuttings taken from juvenile branches which have more rooting capacity. However, as the bacuri herbaceous cuttings did not respond to IBA treatment other factors might have influenced the results. The period of the year of when the cuttings were obtained could have affected the response to IBA as the seasons greatly influence the cuttings development (Fachinello et al., 1995). Therefore, even with the cuttings being collected in the State of Maranhão, where the seasons do not have great differences in temperature due to the proximity to the Equator, the cuttings were sent to Jaboticabal city in São Paulo State where the autumn-winter season is not appropriate to do cuttings, according Dutra et al. (2002).

The results presented in Table 1 are in agreement with those reported by Franco et al. (2007) and Sobreira et al. (2009) who also did not observed a significant effect of IBA treatment in bacupari tree (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi) cuttings, species of the same botanical family (Clusiaceae), when the cuttings were done in the fall-winter season. Carvalho and Muller (2007) reported that cuttings of bacuri tree rarely produce roots in percentages higher than 5%. However, their report does not specifies the kind of cuttings, the season of the year and if the results came from experimentation. On the other hand, when herbaceous cuttings of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) were treated with IBA it was possible to get 18.75% of rooting (Moraes and Garcia, 1998). Therefore, there are variations in the genetic potential of different species to produce adventitious root, even in the same botanical family (Taiz and Zeiger, 2004), and this might have influenced the results as other species from the Clusiacea family also poorly produce new roots.

Conclusions

Bacuri stem cutting propagation showed to be feasible and hardwood cuttings seem to be more appropriate to propagate this species than herbaceous stem cuttings.

Due to low bacuri stem cutting rooting the experiment should be repeated in a more appropriate climatic conditions which fulfill the species climatic requirements such as spring-summer.

Acknowledgement

The authors would like to thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Mestrado Interinstitucional (MINTER - IFMA/UNESP: 222323/2014), for the Master Science fellowship of the first author (668/17)..

References

Aguirre, A.G. (2012). ***Avaliação do potencial a regeneração natural e o uso da semeadura direta e estaquia como técnicas de restauração.*** MS Thesis, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba.

Barbosa, J.C. & Maldonado Júnior, W. (2015). ***Experimentação agrônômica & AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos.*** Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda.

Borges do Val, A.D., Souza, V.A.B. & Vasconcelos, L.F.L. (2002) ***Efeito de diferentes métodos de enxertia e genótipos no pegamento e desenvolvimento de mudas de bacurizeiro (Platonia insignis Mart).*** <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81040/1/Frut290001.pdf>. (accessed 28 October 2017).

Calzavara, B.B.C. (1970). ***Fruteiras: abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro, cupuaçuzeiro.*** Belém: Série Culturas da Amazônia. 2.

CAVALCANTE, P.B. ***Frutas comestíveis da Amazônia.*** 6 ed. Belém: CNPq/ Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996a. 279 p.

Carvalho, J.E.U., Müller, C.H. & Leão, N.V.M. (1998b). Cronologia dos eventos morfológicos associados à germinação e sensibilidade ao dessecação em sementes de bacuri (*Platonia insignis* Mart. Clusiaceae). **Revista Brasileira de Sementes** 2:475-479.

Carvalho, J.E.U., Nascimento, W.M.O., & Müller, C.H. (1998a). **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém: Embrapa-CPATU, 18p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 203).

Carvalho, J.E.U., Müller, C.H., & Nascimento, W.M.O. (2002). **Métodos de propagação do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 12p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular, 30).

Carvalho, J.E.U. & Müller, C.H. (2007). **Propagação do bacurizeiro**. In **Bacuri: agrobiodiversidade**, 29-46 (Ed. Lima, M.C.). São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura.

Clement, C.R. & Venturieri, G.A. (1990). **Bacuri and cupuassu**. In **Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and uses, 178-192** (Eds. Nagy, S., Shaw, P.E. & Wardowski, W.G.) Lake Alfred: Florida Science Source Inc.

Dutra, L.F., Kersten, E. & Fachinello, J.C. (2002). **Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro**. *Scientia Agricola* 2:327-333.

Fachinello, J.C., Hoffmann, A., Nachtigal, J.C., Kersten, E. & Fortes, G.R. (1995). **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL.

Franco, D., Oliveira, I.V.M., Cavalcante, Í.H.L., Cerri, P.E. & Martins, A.B.G. (2007). Estaquia como processo de clonagem do bacuripari (*Redhia gardneriana* Miers ex Planch e Triana). **Revista Brasileira de Fruticultura** 1:176-178.

Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies JR., F.T. & Geneve, R.L. (2002). **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice-Hall.

Inoue, M.T. & Putton, V. (2006). **Macropropagação de 12 espécies arbóreas nativas da Floresta Ombrófila Mista**. *Floresta* 37:55-61.

Lima, F.A.S. (2000). **Efeito do tamanho do propágulo e da época de extração sobre sobrevivência e o crescimento de rebentos de raízes de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**. Undergrad Thesis, Teresina: Universidade Federal do Piauí.

Maués, M.M., Venturieri, G.C., Souza, L.A. & Nakamura, J. (1996). Identificação e técnicas de criação de polinizadores de espécies vegetais de importância econômica no estado do Pará. In Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). **Geração de tecnologia agroindustrial para o desenvolvimento do Trópico Úmido**. Belém: Embrapa-CPATU: IICA, 85:17-55.

Moraes, L.A.C., & Garcia, T.B. (1998). **Enraizamento de estacas de mangustão com diferentes concentrações de auxinas**. Pesquisa em andamento. Embrapa, n. 35 p. 1-3.

Silva, V.K.L., Figueiredo, R.W., Brito, E.S., Maia, G.A., Sousa, P.H.M. & Figueiredo, E.A.T. (2010). **Estabilidade da polpa do bacuri (*Platonia insignis* Mart.) congelada por 12 meses**. *Ciência e Agrotecnologia* 5:1293-1300.

Simão, S. (1998). **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: Fealq.

Oliveira, F.C., Araujo, E.C.E. & Vasconcelos, L.F.L. (2002). Methods to accelerate the germination of bacuri seeds (*Platonia insignis* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura** 1:151-154.

Sobreira, J., Martins, M.Q., Souza, M.F. & Pereira, E.O. (2009). **Propagação assexuada do bacupari (*Rheedia gardneriana* Tr. & Planch.)**. XIII Congresso Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação-Universidade do Vale do Paraíba. S. J. dos Campos-SP.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2004). **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed.

Villachica, H., Carvalho, J.E.U., Müller, C.H., Diaz, C.S. & Almanza, M. (1996). **Frutales y hortalizas promissórios de La Amazonia**. Tratado de Cooperacion Amazonica. Secretaria Pro-tempore, (TCA, 044), Lima.

Zietemann, C. & Roberto, S.R. (2007). Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura** 29:31-36.

Tables

Table 1. Effect of bacuri (*Platonia insignis* Mart.) cuttings phenology and indolbutyric acid (IBA) treatment on the percentage of cuttings survival and rooting, number of roots, and root length after 120 days.

Main effect	Survival (%)	Rooting (%)	Number of roots	Root length (cm)
Cutting phenology				
(A)				
HWC ^a	95.83 a	0.83 a	0.05 a	0.30 a
HCWLB ^b	67.50 b	0.00 a	0.00 a	0.00 a
HCWLWB ^c	70.00 b	0.00 a	0.00 a	0.00 a
MSDd (0.05)	21.29	1.65	0.10	0.59
IBA (mg.L ⁻¹) (B)				
0	76.38 a	0.83 a	0.83 a	0.50 a
1,000	68.05 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
2,000	68.05 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
3,000	87.50 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
4,000	88.88 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
MSD (0.05)	32.22	2.50	0.15	0.90
Interaction (A x B)	NS	NS	NS	NS

^aHWC - hardwood stem cuttings without leaves, ^bHCWLB- herbaceous stem cuttings with two mature leaves and one pair of buds on the base, ^cHCWLWB - herbaceous stem cuttings with two mature leaves without one pair of buds on the base, ^dMSD – minimum significant difference. Average values with the same letter in the columns are not statistically different by Tukey's test (p<0.05). NS - non-significant interaction.

Figures

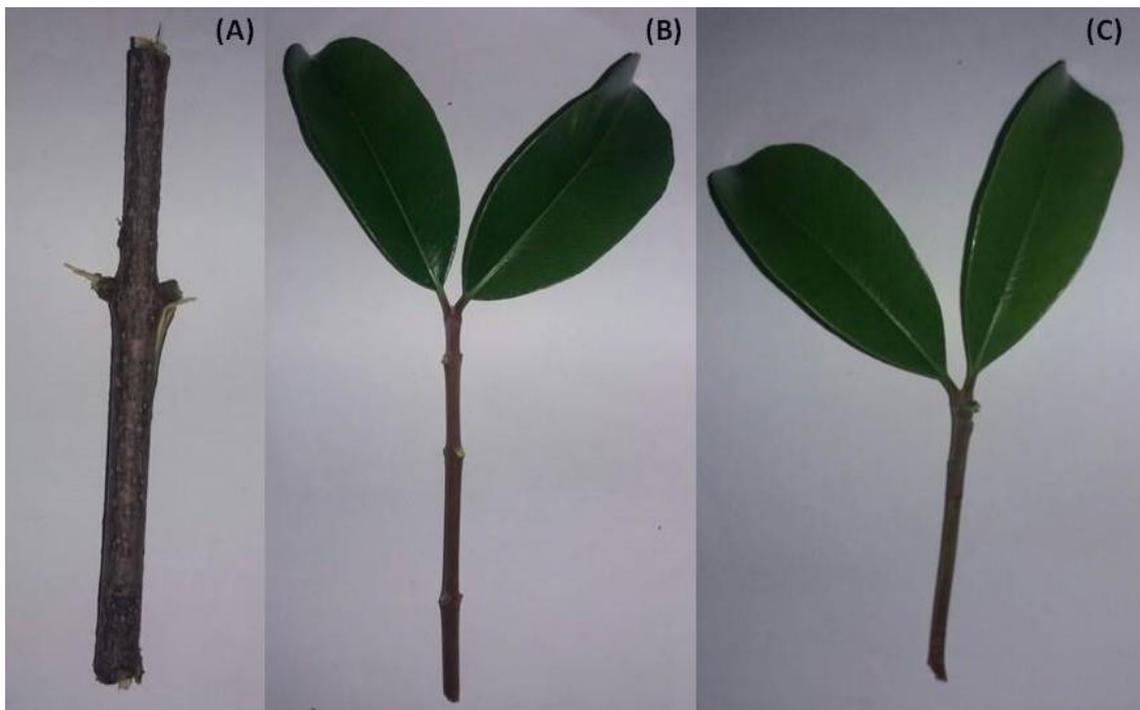


Figure 1. Bacuri (*Platonia insignis* Mart.) cuttings, (A) hardwood stem cuttings without leaves, (B) herbaceous stem cuttings with two mature leaves and one pair of buds on the base, (C) herbaceous stem cuttings with two mature leaves without one pair of buds on the base.

CAPÍTULO 3 - Indole-3-butyric acid does not improve rooting of etiolated bacupari stem cuttings

Marcondes Lopes LEITE^{1,2}, João Paixão dos SANTOS NETO², Renata Aparecida de ANDRADE², Gustavo Henrique de Almeida TEIXEIRA^{2,*}.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus São Luís-Maraacanã. Avenida dos Curiós, s/n, Vila Esperança, CEP 65.095-460. São Luís-MA, Brazil.

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Campus Jaboticabal. Depto. de Produção Vegetal. Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. CEP: 14.884-900. Jaboticabal-SP, Brazil.

*Corresponding author: gustavo@fcav.unesp.br

Abstract

As etiolation has been used to improve rooting in species which are difficult to propagate and as there is no reports regarding the use of etiolate cuttings to propagate bacupari, the objective of this study was to evaluate the feasibility of this technique to propagate bacupari and to study the effect of the different doses of indole-3-butyric acid (IBA). Etiolate cuttings contained on pair of leaves (~12 cm long), and were treated with IBA for 10 seconds (0.0-control, 500, 1,000, and 2,000 mg.L⁻¹). Etiolation resulted in 2.5% rooted cuttings when treated with 500 and 1000 mg.L⁻¹ IBA. The IBA treatment affected the cuttings surviving the propagate phase possibly by reducing the foliar retention when treated with IBA concentrations superior than 1000 mg.L⁻¹. The etiolation of bacupari cuttings needs to be studied in more favorable weather condition as it is a neotropical species which requires warm environment.

Keywords: *Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi, growth regulator, propagation, nursery, Clusiaceae.

Introduction

Bacupari or bacuripari (*Garcinia gardneriana* (Planch & Triana) Zappi) is a fruit tree species that belongs to the Clusiaceae family. It can be found in many countries of South America, but its probable centre of origin is the Amazon Basin where bacupari trees can be found in dry areas and in the wet lands (varzeas, the flooded forest, and capoeiras), Donadio *et al.* (2002). Although not domesticated, this species has great economic potential due to the acceptance of bacupari fruit both for fresh consumption and industrialization (Sobreira *et al.* 2009).

Regarding bacupari propagation, sexual propagation is the most used method in nurseries. Although the germination is high (80%) it can take up to 80 days for seedlings to emerge even using appropriate conditions and substrates (Donadio *et al.* 2002). Besides that, the long bacupari seedling juvenile period (4 to 5 years) turns the sexual propagation not indicated to propagate this species (Lorenzi *et al.* 2015).

Asexual propagation is recommended to propagate fruit trees and among the different methods, cuttings can be used to obtain bacupari trees as this method has numerous advantages, e.g., simplicity, speed, and low cost (Inoue and Putton 2006; Aguirre 2012). Past results of bacupari tree propagation by cuttings have resulted in limited success. Sobreira *et al.* (2009) using herbaceous stem and hardwood cuttings did not observe rooting after 120 days even treating the cuttings with indole-3-butyric acid (IBA). On the other hand, Franco *et al.* (2007) reported 30% rooting in bacupari herbaceous stem cuttings, but the treatment with IBA did not affect the results.

According to Hartmann *et al.* (2011), etiolation is one technique that can be used to improve rooting in cuttings, and it is defined as the development of shoots, branches or branch parts in the absence of light, causing an elongate growth, with yellow or with color due to the lack of chlorophyll. Etiolate cuttings have more capacity to form adventitious roots and contain higher auxin content than non etiolated cuttings. As an alternative to improve rooting in species which are difficult to root, such as some species of the Clusiaceae family, etiolation can also be used in combination with growth regulators in a synergistic manner to promote better rooting (Bastos *et al.* 2005). Therefore, as there is no report regarding the use of etiolate cuttings to propagate bacupari, the objective of this study was to evaluate the

feasibility of this technique to propagate bacupari and to study the effect of different concentration of IBA.

Material and methods

To obtain etiolate cuttings three adult bacupari trees with ~15 years were subjected to a drastic pruning (~1.5 m) and covered with a black and white silage plastic film to block the light (Figure 1A). After 90 days in this condition the plastic film was removed and the etiolate cuttings obtained from the branches which have developed in the absence of light (Figure 1B). The etiolate cuttings contained one pair of leaves and were approximately 12 cm long (Figure 1C).

Immediately, the etiolate cuttings were treated with IBA for 10 seconds (Hartmann *et al.* 2011) as follow: 0 - control, 500, 1,000, and 2,000 mg.L⁻¹. Cuttings were stuck ~4 to 5 cm into medium granules vermiculite, and placed in plastic boxes of 30 x 50 x 10 cm. The boxes were placed into a shade house with 50% light and were kept on a mist bench controlled by a timer in order to maintain a thin water layer on the leaves (Mayer, 2001).

As bacupari is a neotropical species which require temperatures around 23-25°C to develop (Janick and Paull, 2008), a portable plastic house was set on top of the plastic boxes to minimize the effect of low winter temperatures; 17.8, 20.9, and 24.1°C for July, August, and September, respectively.

The cuttings were kept in these conditions for 90 days and after this period the evaluations were carried out. The number of cuttings surviving the propagate phase (SurvP%) and foliar retention (%), the number of cuttings rooted (Rooted%), number of roots per cuttings, root length (cm), fresh and dry root mass (g) as stated by Zietemann and Roberto (2007).

The experiment was set up in a completely randomized design (CRD) with four treatments (IBA concentrations), four replications of ten cuttings, with a total of 160 cuttings. The data was subjected to analysis of variance (ANOVA) using the AgroEstat (Barbosa and Maldonado Junior 2015) and the means compared using Tukey's test with 5% probability. Regression analysis was also performed as stated by.

Results and discussion

Regarding the number of cuttings surviving the propagate phase (SurvP%), it was observed a significant effect between treatments ($p < 0.01$) and the variance analysis for the polynomial regression was significant ($p < 0.01$) for quadratic regression (Figure 2). It was observed an average SurvP% of 90, 95, 97.5, and 70% for the etiolate cuttings treated with 0 (control), 500, 1,000, and 2,000 mg.L⁻¹ IBA, respectively.

It was observed a significant effect between treatments ($p < 0.01$) and a significant ($p < 0.01$) linear regression was observed for foliar retention (Figure 3). The average foliar retention was 90, 95, 75.0, and 35% for the etiolate cuttings treated with 0 - control, 500, 1,000, and 2,000 mg.L⁻¹ IBA, respectively. Foliar retention reduced from a maximum percentage in the control and 500 mg.L⁻¹ IBA treatments to the lower level (35%) in the cuttings treated with 2,000 mg.L⁻¹ IBA (Figure 3).

The average number of cuttings rooted (Rooted%) was 0.0, 2.5, 2.5, and 0.0% for the etiolate cuttings treated with 0 - control, 500, 1000, and 2000 mg.L⁻¹ IBA, respectively (Table 1).

It was not observed any significant difference for the following parameters: number of roots per cuttings, root length (cm), fresh and dry root mass (g), as only two etiolate cuttings (500 and 1,000 mg.L⁻¹ IBA) developed roots. The polynomial regression analysis also was not significant (Table 1). The etiolate cuttings developed only one root (Table 1), but the root length was longer when the cuttings were treated with 1,000 mg.L⁻¹ IBA (Figure 1D) than with 500 mg.L⁻¹ IBA, that means 5.3 cm and 2.1 cm, respectively (Table 1). Similarly, the fresh and dry root mass were higher in cuttings treated with 1,000 mg.L⁻¹ IBA in relation to 500 mg.L⁻¹ IBA (Table 1).

The main reason for using etiolate cuttings was to increase bacupari stem cuttings rooting based on past efforts. Sobreira *et al.* (2009) did not have success in rooting bacupari herbaceous stem cuttings even applying IBA in five concentrations (0, 250, 500, 1,000, and 2,000 mg.L⁻¹). On the other hand, Franco *et al.* (2007) reported a maximum rooting of 30% using bacupari herbaceous stem cuttings treated with IBA at levels of 0, 1,000, 2,000, 3,000, 5,000, and 7,000 mg.L⁻¹, but IBA did not have any effect. In this regard, our results were inferior (2.5%) than Franco *et al.* (2007) and it was only observed the development of roots in two cuttings, one from

the treatment 500 mg.L⁻¹ and other from the treatment 1,000 mg.L⁻¹ IBA. Etiolation has been used to improve rooting in species which are difficult to root and the success of this technique varies according to the studied species. While Mukherjee and Chatterjee (1979) reported good results for rooting etiolated jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cuttings and for etiolate biogtooth maple (*Acer grandidentatum*) cuttings (Richards and Rupp 2012), Bastos *et al.* (2005) did not get any difference in rooting of carambola (*Averrhoa carambola* L.) etiolate cuttings. Thus, the etiolation of bacupari cuttings also did not result in better Rooted%.

Interestingly, the SurvP% increased up to 500 and 1,000 mg.L⁻¹ IBA and sharply reduced when they were treated with 2,000 mg.L⁻¹ IBA. These results were not in agreement with Franco *et al.* (2007) who did not observe the effect of IBA in bacupari herbaceous stem cuttings. Etiolate cuttings have low chlorophyll, are elongated, and with tender tissues of little mechanical resistance in function to the low lignification (Maynard and Bassuk 1988), and these characteristics might have favored the IBA action. Moreover, the cuttings SurvP% might have been affected by the foliar retention. According to Hartmann *et al.* (2011) the presence of leaves is fundamental to supply photoassimilates and auxin to cuttings. Therefore, the lower foliar retention observed in cuttings treated with 2,000 mg.L⁻¹ IBA might have lead a lower SurvP% of this cuttings.

The etiolation of bacupari cuttings resulted in only 2.5% rooted cuttings when treated with 500 and 1,000 mg L⁻¹ IBA. The treatment with IBA affected the number of cuttings surviving the propagate phase of the etiolate cuttings, possibly by reducing the foliar retention when doses superior than 1,000 mg L⁻¹ IBA were used. The etiolation of bacupari cuttings needs to be studied in other seasons of the year (spring-summer) with more appropriate climatic conditions which fulfill the species climatic requirements.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Mestrado Interinstitucional (MINTER - IFMA/UNESP: 222323/2014), for the Master Science fellowship of the first author (668/17).

References

- Aguirre, A.G. 2012. ***Avaliação do potencial a regeneração natural e o uso da sementeira direta e estaquia como técnicas de restauração***. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo. 168p.
- Barbosa, J.C.; Maldonado Júnior., W. 2015. ***Experimentação agrônômica & AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos***. Gráfica Multipress Ltda., Jaboticabal, 396p.
- Bastos, D.C.; Filho, J.A.S.; Fatinansi, J.C.; Pio, R. 2005. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso de AIB no enraizamento de estacas herbáceas de caramboleira. ***Revista Brasileira de Fruticultura***, 27: 281-284.
- Donadio, L.C.; Moro, F.V.; Servidone, A.A. 2002. ***Frutas brasileiras***. Ed. Novos Talentos, Jaboticabal, 288p.
- Franco, D.;Oliveira, I.V.M.; Cavalcante, I.H.L.; Cerri, P.E.; Martins, A.B.G. 2007. Estaquia como processo de clonagem do bacuripari (*Redhia gardneriana* Miers ex Planch e Triana). ***Revista Brasileira de Fruticultura***, 1: 176-178.
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies, J.R.; Geneve, R.L. 2011. ***Plant propagation: principles and practices***. 7th ed. Prentice-Hall, New Jersey, 880p.
- Inoue, M.T.; Putton, V. 2006. ***Macropropagação de 12 espécies arbóreas nativas da Floresta Ombrófila Mista***. *Floresta*, 37: 55-61.
- Janick, J.; Paull, R.E. 2008. ***The Encyclopaedia of Fruit and Nuts***. CABI Publishing, Wallingford, 900p.
- Lorenzi, H.; Lacerda, M.T.C.; Bacher, L.B. 2015. ***Frutas nativas e exóticas: de consumo in natura***. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo, 672p.
- Mayer, N.A. 2001. ***Propagação assexuada do porta-enxerto umezeiro (Prunus mume Sieb and Zucc.) por estacas herbáceas***. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo. 109p.

Maynard, B.K.; Bassuk, N.L. 1988. Etiolation and banding effects on adventitious root formation. In: Davis, T.D.; Haissig, B.E.; Sankhla, N. (Ed.). ***Adventitious root formation in cuttings***. Dioscorides Press, Portland. p.29-46.

Mukherjee, S.R.; Chatterjee, B.K. 1979. **Effects of forcing, etiolation and indole butyric acid on rooting of cuttings of *Artocarpus heterophyllus* Lam.** *Scientia Horticulturae*, 10: 295-300.

Richards, M.R.; Rupp, L.A. 2012. **Etiolation improves rooting of bigtooth maple cuttings.** *HortTechnology*, 22: 305-310.

Sobreira, J.; Martins, M.Q.; Souza, M.F.; Pereira, E.O. 2009. **Propagação assexuada do bacupari (*Rheedia gardneriana* Tr. and Planch.)** [Abstract]. XIII Congresso Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação-Universidade do Vale do Paraíba.

Wilson, P.J.; Struve, D.K. 2002. **Rooting variables for stem cuttings.** *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78: 29-31.

Zietemann, C.; Roberto, S.R. 2007. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. ***Revista Brasileira de Fruticultura***, 29: 031-036.

1 **Tables**

2

3 **Table 1.** The number of cuttings surviving the propagate phase (SurvP%), foliar retention (%), the number of cuttings rooted
 4 (Rooted%), number of roots per cuttings, root length (cm), fresh root mass (g), and dry root mass (g) of etiolate bacupari stem
 5 cuttings treated with different doses of indole-3-butyric acid (IBA).

Treatments	SurvP (%)	Foliar retention (%)	Rooted (%)	Number of roots	Root length (cm)	Fresh root mass (g)	Dry root mass (g)
0 mg.L ⁻¹ IBA	90.0	90.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
500 mg.L ⁻¹ IBA	95.0	95.0	2.5	0.25	0.52	0.04	0.03
1,000 mg.L ⁻¹ IBA	97.5	75.0	2.5	0.25	1.32	0.10	0.04
2,000 mg.L ⁻¹ IBA	70.0	35.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
F test	7.67**	14.20**	0.67 ^{NS}	0.67 ^{NS}	0.77 ^{NS}	0.77 ^{NS}	0.69 ^{NS}
SD (%)	10.22	19.57	282.84	282.84	308.15	307.64	287.95

6 **Significant p<0.01. NS = not significant.

7

Figures:

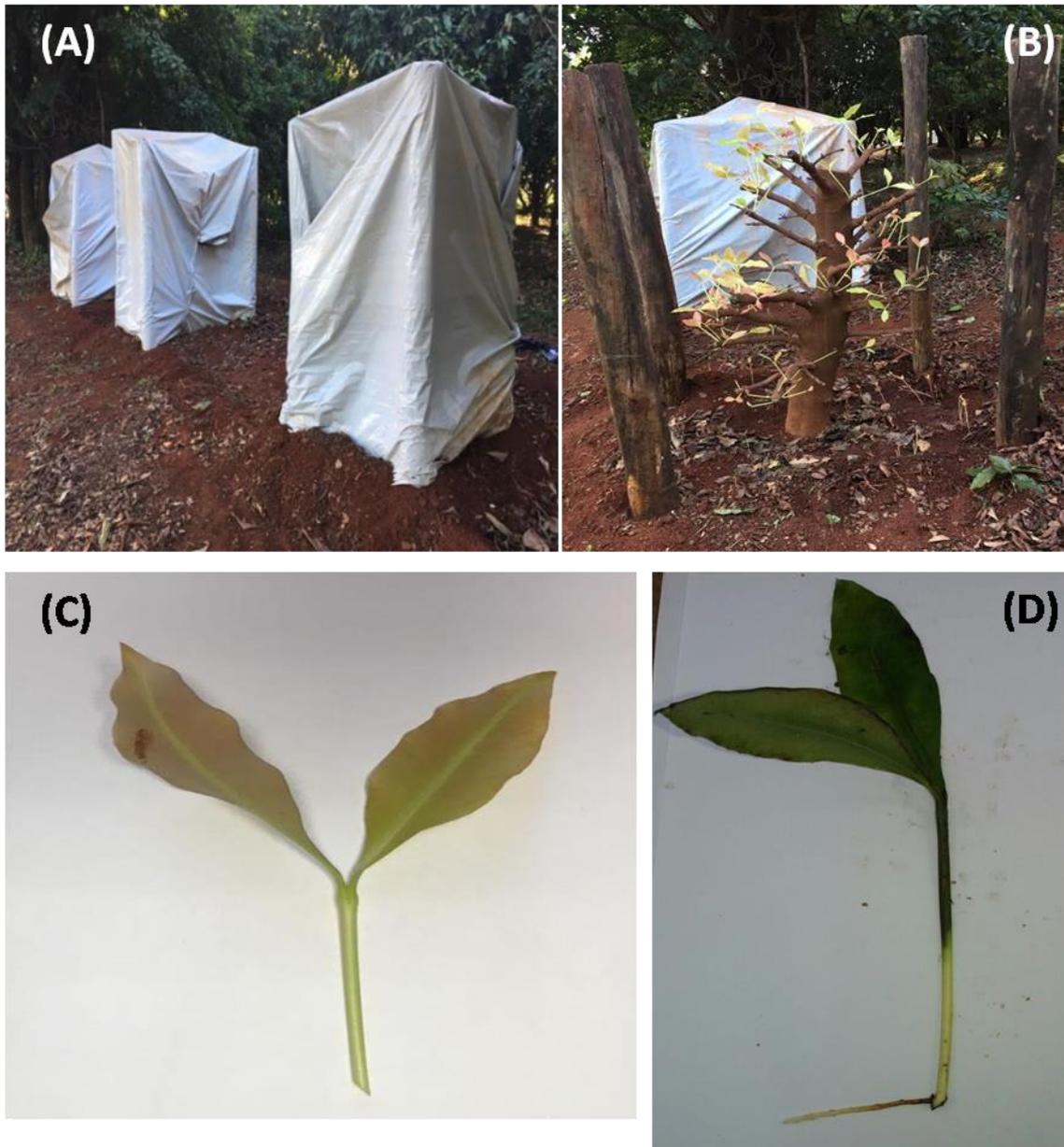


Figure 1. Bacupari trees submitted to a drastic pruning and covered with a black and white silage plastic film (A), trees after 90 days without light (B), the etiolate cutting (C), cutting treated with 1000 mg L⁻¹ IBA with adventitious root development (D).

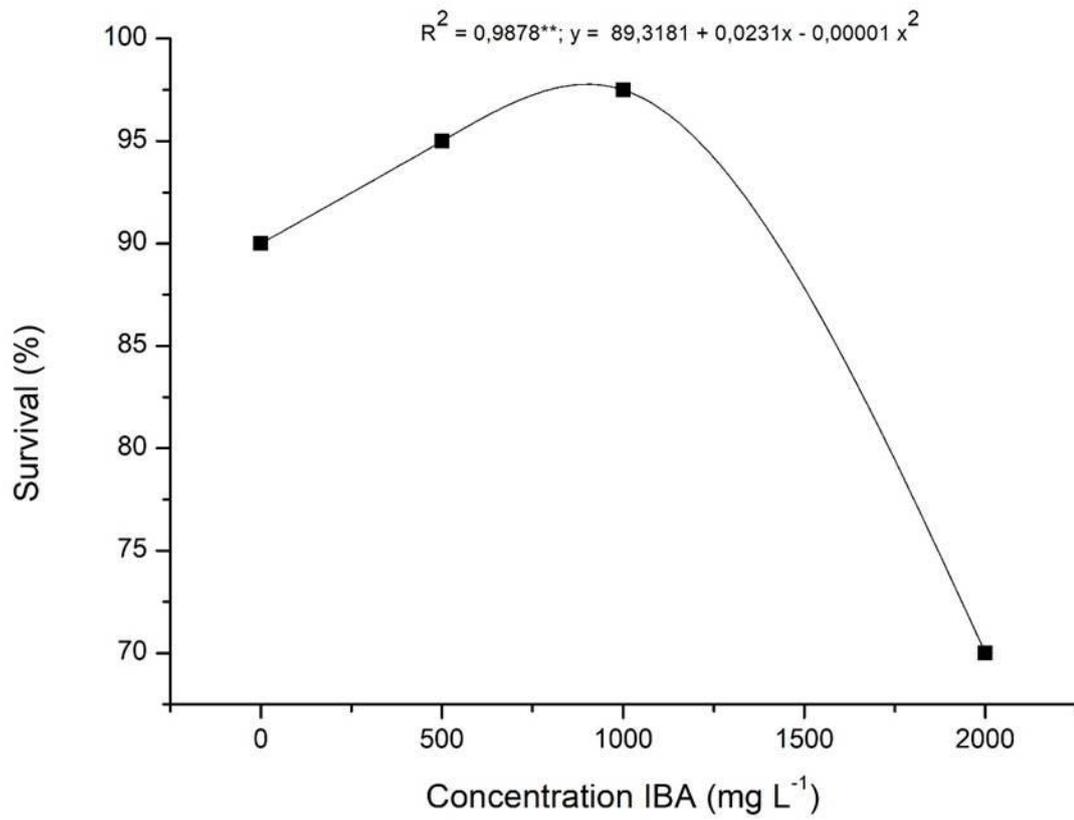


Figure 2. Quadratic regression for the number of cuttings surviving the propagate phase (SurvP%) of etiolate bacupari cuttings treated with different doses of indole-3-butyric acid (IBA).

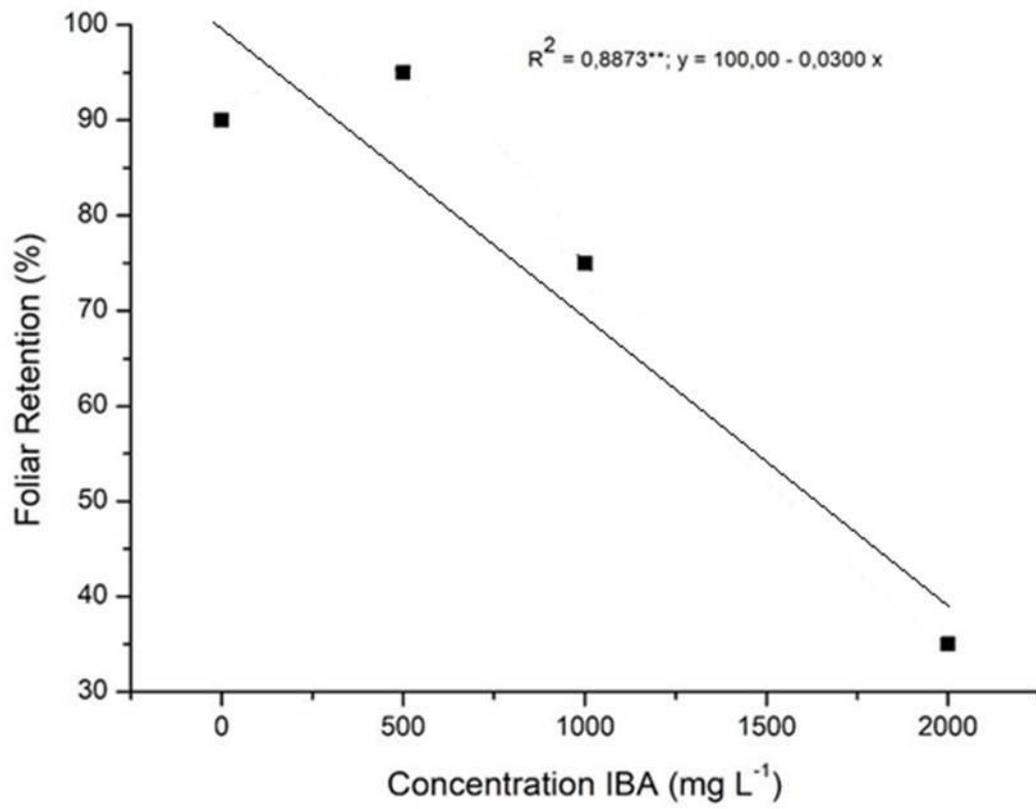


Figure 3. Linear regression for foliar retention (%) of etiolate bacupari cuttings treated with different doses of indole-3-butyric acid (IBA).

CAPÍTULO 4 – Considerações Finais

Os resultados obtidos com essas espécies, considerando a época do ano em que os experimentos foram realizados, ou seja, verão-inverno e inverno-primavera, para o bacurizeiro e bacuparizeiro, respectivamente, permite considerar que outros estudos devem ser realizados em períodos climáticos mais adequadas para enraizamento dessas espécies ou com uso de leite aquecido para permitir maior enraizamento.

Destaca-se que o bacurizeiro é uma espécie neotropical e que o bacuparizeiro uma espécie tropical. Desta forma, a propagação assexuada dessas espécies deve ser testada em épocas do ano mais propícias, primavera-verão.

Por conta dos poucos resultados científicos de trabalhos envolvendo o método da estaquia em Clusiaceas brasileiras e da importância que essas assumem, sobretudo no Norte e Nordeste do Brasil, este trabalho aponta para a possibilidade do uso da propagação assexuada para a produção de mudas destas espécies o que permitirá a formação de pomares com genótipos mais promissores e consequentemente maior oferta de frutos.