



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-FITOTECNIA**

NOUGLAS VELOSO BARBOSA MENDES

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE UMBU-CAJAZEIRA

FORTALEZA

2017

NOUGLAS VELOSO BARBOSA MENDES

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE UMBU-CAJAZEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Cleber de M. Corrêa

Coorientador: Dr. Francisco Xavier de Souza

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M492p Mendes, Nouglas Veloso Barbosa.

Propagação vegetativa de umbu-cajazeira / Nouglas Veloso Barbosa Mendes. – 2017.
76 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa.

Coorientação: Dr. Francisco Xavier de Souza.

1. Spondias sp. 2. Frutífera tropical. 3. Estufins. 4. Lesão na estaca. 5. Enraizador. I.

Título.

CDD 630

NOUGLAS VELOSO BARBOSA MENDES

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE UMBU-CAJAZEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: 27/07/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Francisco Xavier de Souza (Coorientador)
Embrapa Agroindústria Tropical

Prof. Dr. William Natale
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Adroaldo Guimarães Rossetti
Embrapa Agroindústria Tropical

À Deus, meu protetor.

Aos meus pais, Leonardo P. Ferreira e Maria das Graças B. Mendes.

A minha amada filha Pietra Vitória Rodrigues Mendes.

Aos meus irmãos Herundino Mendes, Neilo Mendes, Claudete
Mendes, Clodoaldo Mendes e Elma Mendes.

A minha namorada Denise de Castro Lima.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, saúde e proteção fundamentais para alcançar meus objetivos.

Aos meus familiares pela compreensão de minha ausência, forças nos momentos que precisei e amor transmitido nos momentos certos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio durante o Mestrado em Agronomia.

À Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Fitotecnia.

À Embrapa Agroindústria Tropical, por permitir a condução dos trabalhos no Campo Experimental de Pacajus.

Ao Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa, pela excelente orientação.

Ao Dr. Francisco Xavier de Souza, pela inigualável coorientação e experiências transmitidas.

Aos participantes da banca examinadora doutores William Natale e Adroaldo Guimarães Rossetti pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões para melhoria da dissertação.

Ao Dr. Fábio Rodrigues de Miranda pela ajuda de custo.

Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas; em especial a Maria Edvânia, a Janiquelle Rabelo e ao Ricardo Miranda pelo grupo de estudo formado.

Aos funcionários do Campo Experimental de Pacajus, pela atenção e contribuição no trabalho.

Aos professores da Pós-Graduação pelos ensinamentos e experiências compartilhados.

Aos colegas, amigos e servidores do Departamento de Fitotecnia com os quais compartilhei momentos bons.

Aos colegas de moradia em Fortaleza – CE, Aires Sizenando, Eduardo Monteiro e Luis Felipe, pelos momentos compartilhados.

Ao colega Orlando Maciel R. Júnior e ao Dr. José Emilson Cardoso pela tradução dos resumos.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A crescente demanda e valorização pelos consumidores por produtos *in natura* ou processados de frutíferas tropicais tem aumentado a procura das agroindústrias por frutos de espécies nativas. A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é frutífera tropical nativa do Nordeste brasileiro, cujos frutos são muito valorizados pelas agroindústrias de polpa, sucos e sorvetes. A planta é de difícil propagação sexual e vegetativa, por isso, até o momento não são encontrados cultivos desta espécie ainda que tenha produtividade alta. Há necessidade de estudar os métodos de propagação da referida espécie visando elevá-la ao nível de planta cultivada, pois sua exploração é baseada no extrativismo. A utilização de produtos que promovam o enraizamento e, conseqüentemente, a formação de mudas podem acelerar o processo de obtenção de mudas aptas para plantio. No entanto, existe dificuldades, na aquisição, no preparo, na dosagem e na forma de aplicação de alguns produtos para facilitar o uso pelos viveiristas e pelos produtores de mudas. Com isso, foram feitos dois experimentos no Campo Experimental de Pacajus – Embrapa Agroindústria Tropical, para avaliar a propagação vegetativa da umbu-cajazeira. Utilizou-se diferentes tipos de estacas, diferentes tipos de agroquímicos, diferentes tipos de lesões e cobertura de estacas na busca de obter os maiores percentuais de enraizamento e de mudas aptas para plantio. A utilização do agroquímico Sela Gel[®], a incisão na base da estaca e o estufim auxiliam na propagação vegetativa da umbu-cajazeira.

Palavras-chave: *Spondias* sp. Frutífera tropical. Estufins. Lesão na estaca. Enraizador.

ABSTRACT

Increased demand and appreciation by consumers for *in natura* or processed tropical fruit products has increased the demand of the agroindustries for fruits of native species. The ‘umbu-caja’ tree (*Spondias* sp.) is a tropical fruit native from Northeast Brazil and whose fruits are highly valued by pulp, juice and ice cream agroindustries. Plant propagation sexually or asexually is very difficult, therefore, until the moment are not found crops of this species, although it has high productivity. There is necessary to study the propagation methods of this species in order to raise it to the level of cultivated plant, because its exploitation is based on the extractivism. The use of products that promote rooting and, consequently, the formation of seedlings, able to accelerate the process of obtaining seedlings suitable for planting. However, there are difficulties in acquiring, preparing, dosing and applying certain products to facilitate use by nursery owners and seedlings producers. Thus, two experiments were carried out at the Experimental Field of Pacajus Embrapa – Agroindústria Tropical, to evaluate the vegetative propagation of ‘umbu-caja’ tree. We used different types of cuttings, different kinds of chemicals, different types of injuries and stakes coverage in seeking to obtain the highest percentage of rooting and seedlings suitable for planting. The use of the Sela Gel[®] agrochemical, the incision at the base of the stake and the coverage assist in the vegetative propagation of ‘umbu-caja’.

Keywords: *Spondias* sp. Tropical fruit tree species. Coverage. Wound in the cutting. Rooting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Estacas apicais de umbu-cajazeira dispostas nos diferentes tratamentos. Pacajus – CE, 2017	34
Figura 2	– Coleta de propágulos (A) e preparo de estacas apicais (B) de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	34
Figura 3	– Estacas apicais de umbu-cajazeira tratadas com Radimax [®] e Sela Gel [®] . Pacajus – CE, 2017	35
Figura 4	– Brotações fora do estufim (A), dentro do estufim (B) e raiz (C) em estacas apicais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	36
Figura 5	– Estacas basais de umbu-cajazeira sem lesão na base (A), com ferimento na base (B) e com incisão na base (C). Pacajus – CE, 2017	50
Figura 6	– Aplicação de Radimax [®] (A) e de Sela Gel [®] (B) no ferimento da base em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	50
Figura 7	– Aplicação de Radimax [®] (A) e Sela Gel [®] (B) na incisão da base em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	51
Figura 8	– Gema brotada (A) e brotações (B) em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	52
Figura 9	– Folhas (A e B), folhas desenvolvidas (A) e folhas em expansão (B) em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	52
Figura 10	– Estacas sem calo (A), com calo no ferimento (B) e com calo na incisão (C) em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	53
Figura 11	– Número de raízes e tamanho da maior raiz em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	53
Figura 12	– Mudanças aptas para o plantio de estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentagem de estacas com calo (EC), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 80 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	40
Gráfico 2 – Número de folhas desenvolvidas (NFLD) e de folíolos (NFLo), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	56
Gráfico 3 – Percentagem de estacas enraizadas (EE) e de mudas aptas para o plantio (MAP), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Resumo da análise de variância para número de gema brotada (NGB), número de folhas (NFL), número de folíolos (NFLo), estacas com calo (EC) e estacas enraizadas (EE), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliados aos 80 dias após o plantio. Pacajus – CE, 2017	37
Tabela 2	– Resumo da análise de variância para mudas aptas para o plantio (MAP), estacas mortas (EM), número de raízes (NR) e tamanho da maior raiz (TR), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliados aos 80 dias após o plantio. Pacajus – CE, 2017	37
Tabela 3	– Número de folhas (NFL) e número de folíolos (NFLo), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliados aos 80 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	38
Tabela 4	– Percentagem de estacas com calo (EC), de estacas enraizadas (EE) e de mudas aptas para o plantio (MAP), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 80 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	39
Tabela 5	– Número de raízes (NR) e tamanho da maior raiz (TR), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliados aos 80 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	41
Tabela 6	– Resumo da análise de variância para número de gema brotada (NGB), número de brotações (NB), número de folhas (NFL), número de folhas desenvolvidas (NFLD), número de folhas em expansão (NFLE), número de folíolos (NFLo), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	55
Tabela 7	– Resumo da análise de variância para estacas com calo (EC), estacas enraizadas (EE), mudas aptas para o plantio (MAP), número de raízes (NR) e tamanho da maior raiz (TR), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	55
Tabela 8	– Número de folhas (NFL), número de folhas desenvolvidas (NFLD), número de folhas em expansão (NFLE) e número de folíolos (NFLo), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	59
Tabela 9	– Percentagem de estacas com calo (EC), de estacas enraizadas (EE) e de mudas aptas para o plantio (MAP), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	61
Tabela 10	– Número de raízes (NR) e tamanho da maior raiz (TR), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	63
Tabela 11	– Comparação dos tratamentos constituídos de enraizador e lesão com a testemunha para número de folhas (NFL) e número de folhas desenvolvidas (NFLD), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	64
Tabela 12	– Comparação dos tratamentos constituídos de enraizador e lesão com a testemunha para número de folhas em expansão (NFLE) e número de	

	folíolos (NFLo), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	65
Tabela 13	– Comparação dos tratamentos constituídos de enraizador e lesão com a testemunha para percentagens de estacas com calos (EC), estacas enraizadas (EE) e mudas aptas para o plantio (MAP), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	65
Tabela 14	– Comparação dos tratamentos constituídos de enraizador e lesão com a testemunha para número de raízes (NR) e tamanho de raízes (TR), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
3	FORMAÇÃO DE MUDAS DE UMBU-CAJAZEIRA POR ESTACAS	
	APICAIS DE CAULE	29
4	FORMAÇÃO DE MUDAS DE UMBU-CAJAZEIRA POR ESTACAS	
	BASAIS DE CAULE	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda e valorização pelos consumidores por produtos *in natura* ou processados de frutíferas tropicais tem aumentado a procura das agroindústrias por frutos de espécies nativas, notadamente por abacaxi, açai, bacuri, cajá, goiaba, maracujá, mangaba, umbu, umbu-cajá entre outras. Isso, tem despertado o interesse de fruticultores do Nordeste do Brasil para a diversificação de seus cultivos, com a introdução de plantios com algumas dessas espécies. Entretanto, a falta de sistemas de produção recomendados para essas culturas impede o pleno sucesso na atividade.

No Nordeste brasileiro as *Spondias*, tais como a cajazeira (*Spondias mombin* L.), o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) e a umbu-cajazeira (*Spondias* sp.), apesar de exploradas extrativamente produzem frutos muito requeridos nas agroindústrias. A umbu-cajazeira é uma árvore frutífera da família Anacardiaceae (MITCHELL; DALY, 2015), xerófita, provavelmente nativa do Semiárido do Nordeste brasileiro. Está dispersa, notadamente, em quintais de inúmeras residências do Nordeste que possuem plantas centenárias, altamente produtivas. A produção de umbu-cajá é alta, é tanto que são muitas às fábricas de polpa que processam, cada uma, mais de 150 t de frutos/safra. Trata-se de espécie em domesticação, que produz frutos do tipo drupa de boa aparência, aroma e sabor agradáveis, ou seja, com características desejáveis para o consumo como fruta fresca (*in natura*) ou na forma processada como polpa, sucos, picolés, sorvetes, licores ou na culinária, como componente de pratos especiais.

Os caroços da maioria dos genótipos de umbu-cajazeira são estéreis, razão pela qual a propagação é obrigatoriamente feita por via vegetativa (SOUZA, 1998). Os agricultores tradicionalmente usam estacas grandes, com cerca de 2,0 m de altura e diâmetro em torno de 7,0 cm para a propagação; durante a retirada dos propágulos faz-se podas drásticas e obtêm-se pouquíssimas estacas por planta, cujo enraizamento é baixo. Afirmativa comprovada por Façanha (1997), Lopes (1997) e Bastos *et al.* (2014), que observaram enraizamento das estacas variando de 25% a 35%, comprovando que a planta é de difícil enraizamento, conforme Souza e Costa (2010).

Segundo Hartmann *et al.* (2011), a capacidade de enraizamento das estacas depende de vários fatores exógenos e endógenos e varia com a espécie, a estação do ano, as condições ambientais, o sistema de propagação, o tipo de propágulo, o estado nutricional e fitossanitário e a fase fenológica da planta. A literatura apresenta taxas de enraizamento que podem ser aumentadas com o uso de reguladores de crescimento, substratos, recipientes, ferimentos na

base das estacas e manejo no viveiro. Todavia, somente com a pesquisa será possível identificar o efeito desses fatores.

Há dificuldades, porém, na aquisição, preparo, dose e forma de aplicação dos reguladores de crescimento pelos viveiristas e produtores de mudas. Nesse trabalho utilizou-se indutores de enraizamento comercializados em lojas de produtos agrícolas, usados e recomendados para algumas culturas, portanto, de comprovada eficácia, de fácil aquisição, rotulados com indicação de dose, forma de aplicação, de manuseio e uso.

A maioria das plantas da população de umbu-cajazeiras existentes foram propagadas por estações de caule, resultando em plantas vigorosas e produtivas, e na literatura constam informações sobre a regeneração de plantas por estaquia. Esses são indícios que confirmam a viabilidade da estaquia e a necessidade de investigações para a adaptação de técnicas que aumentem a velocidade de enraizamento e de formação de mudas. Assim, será possível recomendar um sistema de produção de mudas clonadas para serem testadas em cultivo com manejo agrônômico.

O exposto justifica a necessidade de investigações para viabilizar o enraizamento e a formação de mudas por estaquia da umbu-cajazeira, tanto para a formação de clones como de porta-enxertos clonais para outras espécies de *Spondias*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Aspectos gerais da umbu-cajazeira

O gênero *Spondias* foi o primeiro a ser classificado na família Anacardiaceae, com a nomeação da cajazeira (*Spondias mombin* L.) por Linnaeus em 1753 (MITCHELL; DALY, 2015). A umbu-cajazeira também pertence ao gênero *Spondias*, é planta arbórea, xerófita possivelmente nativa do Semiárido brasileiro.

Existem controvérsias quanto a sua nomeação botânica. Giacometti (1993) menciona que a umbu-cajazeira, provavelmente, é um híbrido natural entre o umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr.) e a cajazeira (*S. mombin* L.); posteriormente, Silva Júnior *et al.* (2004) a denominaram como cajá-umbu e sugeriram ser um híbrido entre umbuzeiro e cajazeira; já Almeida, Carvalho e Guerra (2007), ao examinarem a citogenética e a hibridação genômica *in situ* de *Spondias* spp., concluíram que a umbu-cajazeira não é originária de um híbrido, e é distinta dos supostos pais; e, Machado, Carvalho e Van den Berg (2015), em investigações moleculares, morfométricas, morfológicas e de divergência temporal, concluíram que a umbu-cajazeira é uma linhagem distinta e a nominaram como *Spondias bahiensis* sp. Nov. Porém, os revisores do gênero Mitchell e Daly (2015) a consideraram como uma variante do umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr.).

No Brasil, a umbu-cajazeira tem vários nomes comuns, também denominada de cajaraneira, cajá-umbu, umbu-cajá e umbu amarelo, é encontrada em várias localidades do Semiárido, tanto na zona urbana como na zona rural; é comum a existência dessa espécie em frente às residências, em quintais, currais e campos de pastagem. Porém, muitas dessas plantas são utilizadas para arborização, sombra e abrigo de animais e parte da produção é perdida ou consumida por herbívoros. Segundo Soares Filho (2011), a umbu-cajazeira é planta típica do Semiárido, mas também é encontrada na Mata Atlântica e no litoral, em decorrência de movimentos antrópicos, indicando dependência humana para sua propagação e dispersão.

A umbu-cajazeira é caducifólia, apresenta abscisão das folhas e alguns ramos da planta também senescem naturalmente a cada ciclo; é comum encontrar raízes e caule com estruturas tuberizadas que, possivelmente, são órgãos de reserva de suma importância para a sobrevivência da planta durante as estações secas. A planta cresce de 6 m a 8 m de altura e até 20 m de diâmetro de copa, cujo formato é parecido com o do umbuzeiro, embora com tamanho visivelmente maior; as folhas são compostas, alternas, com pares de folíolos; as

flores são dispostas em inflorescências do tipo panículas terminais piramidais; o fruto é classificado como drupa (CARVALHO *et al.*, 2008; SOARES FILHO, 2011).

A maioria das plantas de umbu-cajazeira quando em fase reprodutiva é imponente e chega a produzir mais de 1.000 kg de frutos por planta. Todavia, aproximadamente 90% dos frutos não apresentam sementes viáveis, o que é indicativo de possível natureza híbrida, tornando a propagação seminífera praticamente inviável e, a propagação vegetativa a opção que necessita ser viabilizada para a produção de mudas (SOUZA; SOUSA; FREITAS, 1997; CARVALHO *et al.*, 2008).

Importância da umbu-cajazeira

Não existem cultivos comerciais de umbu-cajazeira, sendo a exploração feita de modo empírico, sem aplicação de tratamentos culturais; a cada ano colhem-se os frutos das plantas, os quais são muito valorizados para o consumo *in natura*, bem como na forma de sucos, sorvetes e picolés. Daí a grande demanda das agroindústrias pelo umbu-cajá e sua importância econômica e social para o Semiárido do Nordeste, principalmente para a agricultura familiar e pequenas agroindústrias da região, que apesar de pouca expressividade tendem ao crescimento, pois, a demanda por frutos e produtos processados do umbu-cajá não é suprida.

Devido a sazonalidade da frutificação, os frutos são encontrados apenas durante alguns meses do ano nas feiras livres. Ainda que os frutos ou produtos das *Spondias* tenham grande demanda na região Nordeste, muito em função de suas características organolépticas, até o momento não há pomares organizados ou disponibilidade de técnicas que possam melhorar a produção de frutos e diminuir a sazonalidade durante o ano, ofertando-os por maior período aos consumidores. A mudança no cenário em que a umbu-cajazeira se encontra depende da aceleração do método de propagação para que se produzam mudas clonadas com qualidade superior.

Propagação vegetativa

Na propagação de plantas utilizam-se dois métodos: o sexual (sementes) e o assexual ou vegetativo. Na propagação vegetativa, as plantas se regeneram a partir de propágulos (estacas, garfos, gemas, alporques, rebentos, bulbos, rizomas, filhotes, explantes) constituídos de células somáticas nas quais a regeneração da nova planta ocorre por mitose, mecanismo de divisão celular sem alteração do genótipo na nova planta, ou seja, as plantas não apresentam

variabilidade genética, sendo clones idênticos à planta mãe (HARTMANN *et al.*, 2011).

A propagação vegetativa apresenta como vantagens: a preservação das características genéticas da planta-mãe; principalmente na multiplicação de espécies ou híbridos que não produzem sementes (MELETTI; TEIXEIRA, 2000); a manutenção do valor agrônômico e/ou características desejáveis de uma cultivar ou clone; a redução da fase juvenil; a formação de áreas uniformes de produção; a combinação de material vegetal quando se utiliza enxertia (HOFFMANN; FACHINELLO; NACHTIGAL, 2005). Apresenta como desvantagens: a possibilidade de transmissão de doenças; de contaminação do material vegetativo; o risco de disseminação de doenças pelo uso de material vegetal retirado de planta doente (HOFFMANN; FACHINELLO; NACHTIGAL, 2005).

Conforme Lopes e Barbosa (2002), a propagação assexuada pode ser efetuada por meio de processos naturais, utilizando partes vegetais que sejam capazes de reproduzir estruturas desejáveis; e, artificiais, que envolvem a interferência antrópica, usando partes da planta para o uso na propagação. Esta técnica clonal, comumente empregada em plantas frutíferas, ornamentais, olerícolas e florestais (HARTMANN *et al.*, 2011), é importantíssima, pois possibilita a formação de pomares uniformes, com plantas precoces e de porte reduzido.

A escolha das plantas matrizes fornecedoras de propágulos é fundamental para o sucesso da propagação e para a qualidade da muda. As plantas-matrizes devem ser obtidas em órgãos oficiais de pesquisa (empresas federais ou empresas estaduais de pesquisa, universidades, dentre outros) ou em empresas idôneas certificadas pelo órgão competente (HOFFMANN; FACHINELLO; NACHTIGAL, 2005) e, ainda, caso haja tecnologia adequada, no próprio viveiro pode-se manter plantas para a retirada de propágulos. A propagação vegetativa por meio de estaquia, enxertia e interenxertia são as principais formas empregadas em frutíferas para a produção de mudas, uma vez que a propagação seminífera resulta em grande variabilidade genética, inclusive em plantas do gênero *Spondias* (FRANZON *et al.*, 2010; SOUZA; COSTA, 2010; SOUZA; OLIVEIRA, 2014).

As espécies do gênero *Spondias* apresentam endocarpo lenhoso, comumente chamado caroço, que possui de um a cinco lóculos, dependendo da espécie, os quais podem abrigar as sementes (MITCHELL; DALY, 2015). Porém, as sementes apresentam baixa e desuniforme germinação, a exemplo da cajazeira, da cajaraneira e do umbuzeiro (SOUZA; INNECCO; ARAÚJO, 1999; SOUZA; COSTA, 2010); a umbu-cajazeira e a cirigueleira possuem caroços estéreis, ou seja, desprovidos de sementes; nelas propagação deve ser feita obrigatoriamente pelo método assexual. A estaquia é tradicionalmente a mais usada e eficaz na formação de mudas e na multiplicação dessas plantas, apesar do baixo enraizamento.

Estaquia

A estaquia pode ser compreendida como um processo de propagação no qual partes da planta matriz (raízes, ramos ou folhas) são retiradas e usadas como propágulos e submetidas a condições favoráveis de regeneração, formando novos tecidos, os quais transformam-se em estruturas e, na sequência, em uma nova planta (HARTMANN *et al.*, 2011). A estaquia é de fácil manipulação, desde que se conheça o tipo vegetal com que se trabalha, para promover maior e melhor resposta.

A estaquia é uma técnica de propagação vegetativa que possui viabilidade e vantagens, tais como: facilidade no enraizamento, dependendo da espécie; possibilidade de seleção de genótipos superiores; maior produção de mudas em menor espaço de tempo; e, não apresenta incompatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto. As desvantagens da estaquia incluem a dificuldade de se induzir a produção de raízes adventícias em algumas espécies; a época do ano de coleta dos propágulos; o tratamento com hormônio ou defensivos nas estacas; o sistema radicular adventício e não o pivotante; e, a diminuição da variabilidade das plantas (FACHINELLO *et al.*, 2005; NEVES *et al.*, 2006; FRAZON *et al.*, 2010).

O tipo de estaca a ser utilizado na produção de mudas varia com a espécie, a cultivar ou clone. As estacas podem ser classificadas em: aéreas (herbáceas, semilenhosas e lenhosas) ou subterrâneas (raiz), que deve ser escolhida de acordo com o objetivo do trabalho (FACHINELLO *et al.*, 2005). A composição química dos tecidos da estaca varia, estacas provenientes de diferentes porções do ramo tendem a diferir quanto ao potencial de enraizamento, principalmente em razão da relação carbono/nitrogênio (HARTMANN *et al.*, 2011). Muitas espécies caducifólias, ou seja, que têm um período de repouso vegetativo – como é o caso do pessegueiro, da ameixeira e das espécies do gênero *Spondias* – não são facilmente propagadas comercialmente por meio de estacas. Todavia, a utilização de uma ou mais técnicas, como a nebulização intermitente, a aplicação de fitorreguladores, o anelamento, o uso de estufim, entre outras, podem permitir a obtenção de resultados satisfatórios (SOUZA; BLEICHER, 2002; FACHINELLO *et al.*, 2005).

Há algumas espécies frutíferas que são propagadas comercialmente por estaquia e são longevas e produtivas, destacam-se a goiabeira (MELETTI; TEIXEIRA, 2000), a pereira (BARBOSA *et al.*, 2007), e o pessegueiro (OLIVEIRA; NIENOW; CALVETE, 2003). Porém, nas *Spondias* os resultados obtidos no enraizamento de estacas de caule ainda são baixíssimos. Na umbu-cajazeira o enraizamento variou de 6,6% a 26% (LOPES, 1997); na cajaraneira foi de 52,7%; na cirigueleira foi de 33% (LIMA *et al.*, 2002); na cajazeira as

médias de estacas enraizadas variaram de 17,5% a 25% (SOUZA; LIMA, 2005; REBOUÇAS, 2011); e, nas de umbuzeiro o enraizamento foi de 43,3% (RIOS *et al.*, 2012). Estes resultados ainda não permitem recomendações para a produção de mudas de nenhuma espécie de *Spondias* em escala comercial. Com isso, há necessidade da continuidade das investigações na busca de soluções para os problemas na formação de mudas clonadas de *Spondias*.

De acordo com Hartmann *et al.* (2011), a facilidade de enraizamento de estacas das plantas pode ser classificada em três grupos:

Grupo I - que apresentam todas as substâncias necessárias e são de fácil e rápido enraizamento, desde que estejam em condições favoráveis;

Grupo II - que a auxina é limitante e, portanto, exige a aplicação exógena do hormônio para que o enraizamento ocorra, além da presença de cofatores; e

Grupo III - que um ou mais cofatores são limitantes ou há presença de inibidores, inviabilizando o enraizamento mesmo com a aplicação de auxina. Esse grupo é constituído por espécies de difícil enraizamento, no qual se inserem a cajazeira e a umbu-cajazeira (SOUZA; COSTA, 2010).

Reguladores de crescimento

Reguladores de crescimento são compostos orgânicos com capacidade de promover, modificar ou inibir o desenvolvimento das plantas, seja com efeito isolado ou em combinações dos mesmos. Os principais reguladores de crescimento são: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico. Esses reguladores podem ser usados na propagação, buscando estimular ou aumentar o enraizamento de estacas que apresentam dificuldades. No entanto, dentre os reguladores de crescimento, destacam-se as auxinas, reguladores que agem diretamente na formação de raízes adventícias, na ativação das células do câmbio e promovem o crescimento das plantas (HARTMANN *et al.*, 2011; KERBAUY, 2012; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O ácido indolacético (AIA), o ácido indolbutírico (AIB), o ácido naftalenoacético (ANA) e o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) são formas auxínicas, de maneira comprovada, indutoras de enraizamento. O AIA constitui-se na auxina natural presente nas plantas; todavia, outras substâncias de origem sintética (AIB e ANA) mostraram-se mais eficazes no enraizamento de estacas (FACHINELLO *et al.*, 2005); as auxinas sintéticas são altamente eficientes, pois não são metabolizadas pela planta tão rapidamente quanto o AIA

(TAIZ; ZEIGER, 2013). O enraizamento da estaca aumenta se a mesma for imersa em solução de auxina; isso aumentará a indução de raízes adventícias na extremidade cortada (TAIZ; ZEIGER, 2013). O AIB estimula a formação de calo e, posteriormente, a iniciação da raiz promovendo aumento e uniformidade de enraizamento; com isso, espera-se que a formação da muda ocorra em menor tempo.

Algumas espécies frutíferas apresentam dificuldades no enraizamento de estacas, mas, dada a sua importância, vem se testando métodos para aumentar o percentual de estacas enraizadas e, conseqüentemente, mudas formadas utilizando auxina sintética, principalmente, o AIB na forma líquida, em pó ou em gel. A aplicação de auxina líquida ou em pó apresenta eficácia; no entanto, a manipulação desse produto necessita de laboratórios ou ambientes que forneçam o mínimo de facilidade para preparar a mistura e aplicar no propágulo, tornando inviável a utilização por agricultores menos tecnicados e esclarecidos. Por outro lado, a aplicação na forma de gel ou de produtos que sejam formulados sem a necessidade de misturas, apresenta-se como opção, pois o produto não necessita de técnicas tão apuradas quanto para outros meios de aplicação.

Na propagação por estaquia de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine), Nachtigal *et al.* (1994) obtiveram até 69,6% de enraizamento de estacas semilenhosas com 200 mg.L⁻¹ de AIB na forma líquida, em tratamento por 16 horas. Para a mesma espécie, Nachtigal (1994), utilizando AIB na forma de pó, obteve o maior percentual de estacas enraizadas (58,5%), em substrato composto de cinza de casca de arroz e vermiculita de grânulos médios (1:1, v/v) e 4.000 mg.L⁻¹ de AIB.

Paula *et al.* (2007), estudando o efeito de concentrações de AIB (ácido indolbutírico) e Raizon 05[®] no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro, observaram os maiores percentuais de enraizamento (33,33%) em estacas lenhosas tratadas com 500 mg.L⁻¹ de AIB na forma líquida.

Rebouças (2011), avaliando a regeneração de tipos de estaca de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico, constatou que a dose de 1.000 mg.L⁻¹ não influenciou no enraizamento e as estacas basais apresentaram maior brotação e enraizamento.

Bastos *et al.* (2014), avaliando a propagação vegetativa de umbu-cajazeira, constataram 35% de enraizamento utilizando a dose de 3.000 mg.L⁻¹ de AIB.

Fatores que afetam o enraizamento

Segundo Fachinello *et al.* (2005) e Hartmann *et al.* (2011), conhecer os fatores que afetam a formação de raízes é importante, pois podem explicar a facilidade ou a dificuldade de enraizamento da espécie em estudo. Os referidos autores afirmam, ainda, que o sucesso ou não da produção de mudas por estaca está intimamente ligado ao manejo adequado desses fatores, classificando-os em: fatores internos, destacando-se, a condição fisiológica da planta matriz, a idade da planta matriz, o tipo de estaca e a época do ano; e, fatores externos, destacando-se, a temperatura, a luz, a umidade e o substrato.

Geralmente, a interação entre fatores – e não o estudo isolado desses – é que permite explicar melhor as causas do enraizamento. Quanto mais difícil for o enraizamento de uma espécie ou cultivar, tanto maior a importância dos fatores que o afetam.

Fatores internos

Condição fisiológica da planta matriz

A planta matriz é a que irá fornecer os propágulos para a propagação vegetativa; para tanto, deve-se avaliar o seu valor agrônomo, o estado nutricional, o fisiológico e o sanitário, pois dela se obterá as características desejadas para as próximas gerações. Segundo Fachinello *et al.* (2005), a condição fisiológica da planta matriz pode ser compreendida como o conjunto das características internas da mesma, tais como o conteúdo de água e o teor de reservas e de nutrientes, no momento da coleta dos propágulos. Estacas retiradas de uma planta matriz com déficit hídrico ou nutricional, normalmente, podem proporcionar baixos percentuais de enraizamento em relação as que são coletadas sob adequado suprimento.

Um eficiente sistema radicular é caracterizado não só pela quantidade de raízes formadas, mas também pelo tamanho, volume e massa de matéria seca de suas raízes. A adubação de plantas matrizes de guaranazeiro aumentou o percentual de enraizamento e reduziu a mortalidade das estacas, aumentou o número, o volume e a massa de matéria seca das raízes (ALBERTINO *et al.*, 2012).

O teor de carboidratos presente na estaca é considerado fator importante ao enraizamento; conforme Dias, Ono e Rodrigues (2011), os carboidratos constituem complexos blocos de macromoléculas, elementos estruturais e recursos energéticos. O aumento do teor de carboidratos e de substâncias promotoras do enraizamento possuem relação direta com a

elevação do potencial de enraizamento; os carboidratos em si não aumentam a resposta ao enraizamento, mas são fontes de energia e de carbono para a síntese de outras substâncias essenciais para a formação das raízes (HESS, 1969; REBOUÇAS, 2011). Outro fator que deve ser considerado na propagação por estaquia, é a relação C/N (carbono/nitrogênio). Relações C/N elevadas induzem maior enraizamento e menor produção de parte aérea; baixas relações C/N, devido ao elevado teor de nitrogênio, são pobres em compostos necessários ao enraizamento e mostram pouca formação de raízes; e, relações C/N balanceadas permitem equilíbrio entre a formação de raízes e da parte aérea, além de maior enraizamento (FACHINELLO *et al.*, 2005).

Idade da planta matriz

As estacas provenientes de plantas jovens enraízam com mais facilidade, principalmente, em espécies de difícil enraizamento. É possível que esse fato esteja relacionado com o aumento no conteúdo de inibidores e com a diminuição no conteúdo de cofatores do enraizamento, à medida que aumenta a idade da planta (FACHINELLO *et al.*, 2005). A retirada de propágulos maduros requer maiores períodos para iniciação radicial e emissões de brotações, ao passo que material vegetal juvenil possibilita maiores quantidades de enraizamento e brotações em menos tempo.

Bastos *et al.* (2009), avaliando a influência da idade biológica da planta matriz e do tipo de estaca caulinar de caramboleira na formação de raízes adventícias, observaram que, nas estacas juvenis houve a formação de 3 raízes por estaca, enquanto nas estacas adultas nenhuma raiz foi formada; e, concluíram que estacas de caramboleira juvenis se mostraram mais eficientes na formação de raízes adventícias, quando comparadas com aquelas retiradas de plantas com idade biológica adulta.

Tipo de estaca

Estacas podem ser classificadas de acordo com o seu grau de lignificação (FACHINELLO *et al.*, 2005):

Herbáceas: são obtidas no período de crescimento vegetativo, quando os tecidos apresentam alta atividade meristemática e baixo grau de lignificação. Semilenhosas: em geral, o termo refere-se a estacas com folhas, porém mais lignificadas que as estacas herbáceas. Entretanto, alguns autores consideram estacas semilenhosas aquelas que provêm de ramos não

lignificados, oriundos de plantas lenhosas. Lenhosas: são obtidas no período de dormência, quando as estacas apresentam a maior taxa de regeneração potencial e são altamente lignificadas.

Há ainda uma outra proposta de classificação, a qual classifica em aéreas: estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas; e, subterrâneas: estacas de raiz.

Como a composição química do tecido vegetal varia ao longo do ramo, estacas provenientes de diferentes porções do mesmo ramo tendem a diferir quanto ao enraizamento. Na avaliação do enraizamento, estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas mostraram diferenças quanto ao enraizamento (FACHINELLO *et al.*, 2005). Devido a alta lignificação encontrada em estacas lenhosas, elas são menos perecíveis, facilitando o manuseio e o transporte, ainda que eventualmente ocorram baixos percentuais de enraizamentos; por outro lado, estacas herbáceas podem enraizar com maior facilidade, porém, podem sofrer mais as ações do ambiente (HARTMANN *et al.*, 2011). Desta forma, em estacas lenhosas, o uso da porção basal geralmente proporciona melhores resultados; e, em estacas herbáceas e semilenhosas, os maiores percentuais de enraizamento podem ser obtidos usando a porção apical do ramo. Loss *et al.* (2009), constataram que estacas lenhosas foram as que melhor apresentaram capacidade regenerativa em *Malvaviscus arboreus* Cav., apresentando o máximo de tecido caloso, enraizamento e brotação, independentemente da concentração de AIB utilizada.

Em algumas espécies, o tamanho e o diâmetro das estacas podem influenciar o enraizamento; melhores resultados obtidos em estacas de maior diâmetro podem ser atribuídos a quantidade de reserva presente, ao passo que, piores resultados podem ocorrer em estacas de menor diâmetro.

Época do ano de coleta

A época do ano está estreitamente relacionada com a consistência da estaca, sendo que aquelas coletadas num período de crescimento vegetativo intenso apresentam-se mais herbáceas e, de modo geral, em espécies de difícil enraizamento, mostram maior capacidade de enraizamento. A influência da época de coleta das estacas no enraizamento pode ser atribuída às condições climáticas, especialmente em relação à temperatura e à disponibilidade de água (FACHINELLO *et al.*, 2005). Para estacas consideradas difíceis de enraizar, a época de coleta deve ser escolhida de modo a coincidir com o período de repouso vegetativo (PAIVA; GOMES, 1995); na maioria das espécies do gênero *Spondias* os ramos em repouso

vegetativo e com gemas intumescidas são preferidos para propágulos, pois deles há grande possibilidade de sucesso da propagação vegetativa, uma vez que as gemas já se encontram em diferenciação, rebrotarão e iniciarão mais rápido a fotossíntese e os processos metabólicos, mesmo antes de enraizar ou da pega da enxertia.

Fatores externos

Temperatura

A temperatura tem importante função regulatória no metabolismo das estacas. Esta deve fornecer condições para que haja indução, desenvolvimento e crescimento das raízes, como também para a manutenção e a sobrevivência das folhas, gemas e ramos (BERTOLOTI; GONÇALVES, 1980). De acordo com Hartmann *et al.* (2011), a temperatura adequada para o enraizamento da maioria das plantas situa-se entre 21 °C e 27 °C diurnos e 15 °C noturnos. Variações de temperaturas são prejudiciais à sobrevivência das estacas e, conseqüentemente, para o seu enraizamento (BERTOLOTI; GONÇALVES, 1980). Temperaturas elevadas devem ser evitadas, pois, estimulam o desenvolvimento de gemas laterais antes do aparecimento de raízes, aumentando assim, a transpiração e a perda de água pelas folhas (HARTMANN *et al.*, 2011). Baixas temperaturas diminuem o metabolismo das estacas, reduzindo a produção de brotações e aumentando o tempo de enraizamento (XAVIER, 2002). Portanto, deve-se buscar informações sobre o comportamento da espécie em estudo e otimizar as condições do ambiente para que haja a maximização do enraizamento das estacas.

Luz

A luminosidade é outro fator que pode influenciar na indução das raízes. Deve-se fornecer luminosidade satisfatória às estacas, de modo a obter níveis adequados de fotossíntese e, conseqüentemente, de acúmulo de reservas e substâncias indutoras do enraizamento (VASCONCELOS, 2012). Segundo Fachinello *et al.* (2005), a baixa intensidade luminosa sobre a planta mãe antes da coleta das estacas tende a favorecer a formação de raízes, devido à preservação das auxinas e de outras substâncias endógenas em detrimento dos compostos fenólicos.

Umidade

A umidade é um dos fatores mais relevantes para o processo de enraizamento de estacas (ANDREJOW, 2006). A perda de água é uma das principais causas de morte de estacas, pois, para que haja divisão celular, e a divisão celular faz parte do processo de enraizamento de estacas, é necessário que as células se mantenham túrgidas (FRANZON *et al.*, 2010). A perda de água em uma estaca é muito grande, seja através das brotações em desenvolvimento ou das folhas, considerando que as raízes ainda não estão formadas. Portanto, a prevenção do murchamento é fundamental em espécies que exigem longo tempo para formar raízes (FACHINELLO *et al.*, 2005). A umidade deve ser sempre elevada, mesmo quando a estaca tem seu número de folhas reduzido para evitar excesso de perda de água por meio da transpiração e, conseqüentemente, a morte das células que estão em processo de divisão celular para o enraizamento (HARTMANN *et al.*, 2011). No entanto, deve-se ficar atento ao excesso de umidade, que pode favorecer o desenvolvimento de patógenos (FACHINELLO *et al.*, 2005). Daí as recomendações para o uso da nebulização intermitente e estufins.

Substrato

O substrato desempenha papel importante no processo de estaquia; tem como função sustentar as estacas durante todo o processo de enraizamento, manter o equilíbrio entre a retenção de umidade e a aeração e, ainda, proporcionar nutrição para o desenvolvimento inicial do sistema radicular. O substrato pode influenciar tanto o percentual de enraizamento quanto a qualidade do sistema radicular formado (FRANZON *et al.*, 2010). Areia, vermiculita, turfa, casca de arroz carbonizada, serragem de madeira, fibra ou pó de coco, isolados ou em misturas com outros substratos vêm sendo utilizados como substratos para o enraizamento de estacas (HARTMANN *et al.*, 2011).

REFERÊNCIAS

- ALBERTINO, S. M. F. *et al.* Enraizamento de estacas de cultivares de guaranazeiro com adubação de plantas matrizes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 47, n. 10, p. 1449-1454, 2012.
- ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, P. C. L.; GUERRA, M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid umbu-cajá (Anacardiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 155, n. 4, p. 541-547, 2007.
- ANDREJOW, G.M.P. **Minijardim clonal de *Pinus taeda* L.** 2006. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- BARBOSA, W. *et al.* Enraizamento de estacas lenhosas de pereira tratadas com AIB e mantidas em ambiente de estufa tipo B.O.D. e de telado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 589-594, 2007.
- BASTOS, D. C. *et al.* Influência da idade biológica da planta matriz e do tipo de estaca caulinar de caramboleira na formação de raízes adventícias. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 33, n. spe 1, p. 1915-1918, 2009.
- BASTOS, L. P. *et al.* Propagação vegetativa de umbu-cajazeira. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia - GO, v.10, n.18, p. 2508, 2014.
- BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A. N. **Enraizamento de estacas: especificações técnicas para construção do modelo de propagação.** Piracicaba: IPEF, 8 p. (circular técnica), 1980.
- CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 140-147, 2008.
- DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. IBA e carboidratos no enraizamento de brotações procedentes de estacas radiciais de *Rubus* spp. **Revista Brasileira de fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 33, n. spe 1, p. 666-671, 2011.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. *In*: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: EMBRAPA, 2005, p. 69-109.
- FAÇANHA, R. E. **Enraizamento de estacas de caule de umbu-cajá (*Spondias* sp.)**. Fortaleza: UFC, 1997. 24 p.
- FRAZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010, 56 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 283).

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas, **Anais...** Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1993. p. 13-27.

HARTMANN, H. T; KESTER, D. E; DAVIES JR., F. T; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.

HESS, C. E. Internal and external factors regulating root initiation. In: WHITTINGTON, W. J. (Ed.). **Root growth**. London: Butterworth, 1969. p. 42-53.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Formas de propagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: EMBRAPA, 2005, p. 45-56.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

LIMA, A. K. C.; REZENDE, L. P.; CAMARA, F. A. A.; NUNES, G. H. S. Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) e cirigüela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró-RN. **Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1/2, p. 33-38, 2002.

LOPES, L. C.; BARBOSA, J. G. **Propagação de plantas ornamentais**. Viçosa: UFV, 2002. 46 p.

LOPES, W. F. **Propagação assexuada de cajá (*Spondias mombim* L.) e cajá-umbu (*Spondias* spp.) através de estacas**. 1997. 41 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1997.

LOSS, A. *et al.* Indução do enraizamento em estacas de *Malvaviscus arboreus* Cav. com diferentes concentrações de ácido indol-butírico (AIB). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá - PR, v. 31, n. 2, p. 269-273, 2009.

MACHADO, M. C.; CARVALHO, P. C. L.; VAN DEN BERG, C. Domestication, hybridization, speciation, and the origins of an economically important tree crop of *Spondias* (Anacardiaceae) from the Brazilian Caatinga dry forest. **Neodiversity**, v. 8, p. 8-49. 2015.

MELETTI, L. M. M.; TEIXEIRA, L. A. J. Propagação de plantas. In: MELETTI, L. M. M. (Coord.) **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000, p. 13-49.

MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, New York, v. 55, p. 1-92. 2015.

NACHTIGAL, J. C. **Propagação de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) através de estacas semilenhosas**. 1994. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1994.

NACHTIGAL, J. C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R. A. *et al.* Enraizamento de estacas

semilenhosas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas - BA, v. 16, n. 1, p. 229-235, 1994.

NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

OLIVEIRA, A. P.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de cultivares de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 282-285, 2003.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 40 p. (UFV, Boletim, 322), 1995.

PAULA, L. A.; BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. S.; CELOTO, M. I. B. Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 3, p. 411-414, 2007.

REBOUÇAS, K. O. **Regeneração de tipos de estacas de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

RIOS, E. S.; PEREIRA, M. C.; SANTOS, L. S.; SOUZA, T. C.; RIBEIRO, V. G. Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. **Caatinga**, Mossoró - RN, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.

SILVA JÚNIOR, J. F. *et al.* Collecting, ex situ conservation and characterization of “cajá-umbu” (*Spondias mombim* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, n. 4, p. 343-349, 2004.

SOARES FILHO, W. S. Prospecção e seleção de genótipos de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. In: LUCENA, E. M. P.; AMORIM, A. V. (org.). **Botânica e desenvolvimento sustentável**. Fortaleza: Ed. UECE, 2011. p. 306 - 308.

SOUZA, F. X. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT / SEBRAE/CE, 1998.

SOUZA, F. X. **Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de Cajazeira na Chapada do Apodi, Ceará**. 2005. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas Spondias agro-industriais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 4 p. (Comunicado técnico, 31).

SOUZA, F. X.; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 790-792, 2002.

SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das Spondias cajazeira, cirigueleira,**

umbu-cajazeira e umbuzeiro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 133).

SOUZA, F. X.; INNECCO, R.; ARAÚJO, C. A. T. **Métodos de enxertia recomendados para produção de mudas de cajazeira e de outras frutíferas do gênero *Spondias*.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Comunicado técnico, 37).

SOUZA, F. X.; OLIVEIRA, R. T. **Formação de mudas interenxertadas de cajazeira.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2014. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 94).

SOUZA, F. X.; SOUSA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S. Caracterização morfológica de endocarpos de umbu-cajá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato, CE. **Anais...** Fortaleza: SBB/BNB, 1997. p. 121.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

VASCONCELOS, R.T. **Enraizamento de estacas de *khaya senegalensis* A. Juss. em diferentes concentrações de ácido indolbutírico.** 2012. 45 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

XAVIER, A. **Silvicultura Clonal I:** princípios e técnicas de propagação vegetativa. Viçosa, MG: UFV, 2002, 64 p (Cadernos didáticos, 92).

3 FORMAÇÃO DE MUDAS DE UMBU-CAJAZEIRA POR ESTACAS APICAIS DE CAULE

RESUMO

A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é frutífera tropical nativa do Nordeste brasileiro, cujos frutos são muito valorizados pelas agroindústrias de polpa, sucos e sorvetes. A planta é de difícil propagação sexual e vegetativa. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de agroquímicos comercializáveis que contêm efeito enraizador, bem como o uso de estufins nas estacas de caule, no enraizamento e na formação de mudas de umbu-cajazeira. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x2) sendo os fatores: enraizador na base das estacas (testemunha, aplicação de Radimax[®] e aplicação de Sela Gel[®]) e cobertura com estufins (sem estufim e com estufim), perfazendo seis tratamentos, com quatro repetições e dez estacas por parcela, totalizando 240 estacas, plantadas em vasos de polietileno com capacidade de 6 L. Os tratamentos: T1= testemunha sem estufim, T2= testemunha com estufim, T3= imersa em solução de Radimax[®] e sem estufim, T4= imersa em solução de Radimax[®] e com estufim, T5= untadas com Sela Gel[®] e sem estufim, e T6= untadas com Sela Gel[®] e com estufim. Os vasos foram preenchidos com mistura de vermiculita, bagana de carnaúba, pó de coco e palha de arroz carbonizada, na proporção volumétrica de 2:1:1:1 v/v, previamente pasteurizado, por imersão em água em torno de 80 °C por 4 minutos. Metade dos vasos, logo após o plantio das estacas, foram cobertos com estufins e colocados dentro de pratos sobre suportes de madeira, sob telado fechado que retinha 50% da luminosidade. As regas foram feitas por subirrigação duas vezes/semana, colocando-se água dentro dos pratos sob os vasos, forçando a absorção por capilaridade. Os estufins foram retirados de todos os vasos aos 44 dias após o plantio das estacas, devido as brotações e folhas estarem em contato com o plástico. Houve diferenças significativas entre os tratamentos. As estacas tratadas com Sela Gel[®] diferiram significativamente das submetidas aos outros tratamentos em todas as variáveis avaliadas, tendo 51,25% de enraizamento, com 30% de mudas aptas para o plantio, vigorosas e com média superior a 29,5 folíolos. Assim, conclui-se que a aplicação de Sela Gel[®] induziu o enraizamento, a formação de mudas clonadas de umbu-cajazeira e aptas para plantio no campo; mas o Radimax[®] não foi eficiente no enraizamento e na formação de mudas. O estufim teve efeito apenas na formação de calo.

Palavras-chave: *Spondias* sp. Frutífera tropical. Estufins. Enraizador.

ABSTRACT

The ‘umbu-caja’ (*Spondias* sp.) is a tropical fruit tree native from northeast Brazil and is being domesticated for its nutritious and delicious fruits are highly valued by the pulp, juice and ice cream processing. Plant propagation sexually or asexually is very difficult, thus there is no defined method for seedling production. This work aimed to evaluate the effects of commercial rooting inducer chemicals and the use of covering the ‘umbu-caja’ vegetative formation of plants. The experiment was laid in a completely randomized design, in a factorial scheme (3x2), with the following factors: rooting at the base of the cuttings (control, application of Radimax[®] and application of Sela Gel[®]) and roof with coverage (without coverage and with coverage), with six treatments, four replicates and ten cuttings per plot, totaling 240 cuttings, planted in 6-liter polyethylene vases. The treatments were: T1 = control without coverage, T2 = control with coverage, T3 = immersion in Radimax[®] solution and without coverage, T4 = immersion in Radimax[®] solution and with coverage, T5 = greased with Sela Gel[®] and without coverage and T6 = greased with Sela Gel[®] and with coverage. The vases were filled with a mixture of vermiculite, carnauba processing residue, powdered coconut fiber and carbonized rice straw in a 2:1:1:1 v/v ratio, previously pasteurized by immersion in hot water at 80 °C for 4 minutes. Immediately after planting the cuttings, the vases were covered with plastic bags and placed on plates over wooden benches, under 50% light closed roof. Vases were watering twice a week by underwater irrigation. Plastic cover was removed from all vases at 44 days after planting the cuttings, as leaves and sprouts reached the plastic bags. There was significant difference among treatments. Cuttings treated greased with Sela Gel[®] significantly differed from other treatments in all variables, reaching 51.25% rooting and 30% saplings ready for the field, vigorous and 29.5 leaflet mean. Therefore, the application of Sela Gel[®] induced rooting and the formation of cloned ‘umbu-caja’ saplings ready for field-planting; however, Radimax[®] was not efficient in rooting and sapling formation. The coverage had only effect on the formation of callus.

Keywords: *Spondias* sp. Tropical fruit tree species. Coverage. Rooting.

Introdução

A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é uma árvore frutífera, pertencente à família Anacardiaceae. Na literatura existem controvérsias se a planta é um híbrido, quais seus progenitores, se é uma nova espécie ou uma variante do umbuzeiro (GIACOMETTI, 1993;

SILVA JÚNIOR *et al.*, 2004; ALMEIDA; CARVALHO; GUERRA, 2007, MACHADO; CARVALHO; Van den BERG, 2015; MITCHELL; DALY, 2015).

A umbu-cajazeira tem origem desconhecida, possui características de planta xerófita e encontra-se dispersa em vários estados do Nordeste. O fruto é caracterizado como uma drupa arredondada, de cor amarela, casca fina e lisa, com endocarpo chamado “caroço”, grande, branco, suberoso e enrugado, localizado na parte central do fruto, no interior do qual se encontram os lóculos, que podem ou não conter semente (LIMA *et al.*, 2002). A maioria dos genótipos de umbu-cajazeira produzem frutos cujos caroços são estéreis, ou seja, desprovidos de sementes. Daí a principal razão da propagação ser feita tradicionalmente pelo método assexual por estaquia; o produtor utiliza estacas de caule com cerca de 2,0 m de comprimento.

A eficiência da estaquia pode ser melhorada em espécies que não enraízam com facilidade, como a umbu-cajazeira, por meio da escolha do melhor tipo de estaca, da posição da estaca no ramo e do uso de reguladores de crescimento que promovam a formação de raízes. O grupo de reguladores de crescimento utilizado com maior frequência é o das auxinas (HARTMANN *et al.*, 2011), que aplicadas em estacas, estimulam a iniciação radicial, promovendo a formação de raízes (FERRI, 1997). Dentre as auxinas, o ácido indolbutírico (AIB) é um dos reguladores mais empregado no enraizamento de estacas de plantas frutíferas.

Outro fator importante no enraizamento de estacas é o ambiente de propagação. Existem várias estruturas que podem servir de ambiente de propagação, dentre elas, Fachinello *et al.* (2005) definem algumas instalações especiais para viveiros, como os telados e os estufins. Os estufins são pequenas estufas, com maior versatilidade, menor tamanho e custo, podendo ser estruturas permanentes ou provisórias, devendo ser instaladas em locais com bastante sombra, para evitar altas temperaturas (PEREIRA *et al.*, 2002) e perda de umidade. O controle da umidade no ambiente de enraizamento pode proporcionar melhoria no índice de sobrevivência e enraizamento das estacas (PIO *et al.*, 2006).

O exposto justifica a necessidade de investigações para viabilizar o enraizamento e a formação de mudas por estaquia da umbu-cajazeira. Realizou-se este trabalho para avaliar os efeitos da aplicação de agroquímicos comercializáveis e o uso de estufins em estacas apicais de caule para o enraizamento e a formação de mudas de umbu-cajazeira.

Material e métodos

Local de instalação do experimento

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus – Embrapa Agroindústria Tropical, localizado na margem da CE-253 km 42, Pacajus - CE, situado geograficamente nas coordenadas 4°11' Sul e 38°29' Oeste de Greenwich, com altitude de 60 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw', caracterizando-se pela precipitação média anual de 931 mm, com estação chuvosa de janeiro a junho e outra seca no restante do ano; a umidade relativa média do ar é de 77%, a temperatura média anual é de 26,3 °C e a velocidade média do vento é de 1 m/s (AGUIAR *et al.*, 2002).

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x2), sendo os fatores: enraizador na base das estacas (testemunha, aplicação de Sela Gel[®] e aplicação de Radimax[®]) e cobertura com estufins (sem estufim e com estufim), perfazendo seis tratamentos, com quatro repetições e dez estacas por parcela, totalizando 240 estacas, plantadas em vasos de polietileno com capacidade de 6 L. Os vasos foram colocados sobre pratos onde procedeu-se a reposição de água para manter umidade disponível às estacas, contendo substrato constituído de vermiculita, bagana de carnaúba, pó de coco e palha de arroz carbonizada, na proporção volumétrica de 2:1:1:1 v/v, o substrato foi previamente pasteurizado, por meio de imersão em água com temperatura em torno de 80 °C por 4 minutos. A mistura desses materiais foi em razão da disponibilidade na região, custos e para melhorar a retenção de água e as características estruturais para aumentar a aeração e, conseqüentemente, tornar um espaço propício ao enraizamento.

Após o plantio das 240 estacas, metade dos vasos foram cobertos com sacos plásticos transparentes de 40 x 60 cm sobre hastes de arame fixadas nos vasos e amarrados na base com ligas de borracha para formar os estufins (FIGURA 1). Em seguida, os vasos com as parcelas dos respectivos tratamentos foram colocados dentro de pratos sobre suportes de madeira, sob telado fechado que retinha 50% da luminosidade. As regas foram feitas por subirrigação duas vezes/semana, colocando-se água dentro dos pratos sob os vasos, forçando a absorção por capilaridade, para manter uniformidade da umidade, não molhar as estacas, evitar a lixiviação, a perda de água e de substrato.

Os tratamentos consistiram de: T1= testemunha sem estufim, T2= testemunha com estufim, T3= imersa em solução de Radimax[®] e sem estufim, T4= imersa em solução de Radimax[®] e com estufim, T5= untadas com Sela Gel[®] e sem estufim, e T6= untadas com Sela Gel[®] e com estufim. Todas as estacas referentes aos tratamentos com estufim foram mantidas em vasos cobertos com o estufim até 44 dias, retirando-se depois os estufins por causa do contato das brotações e das folhas com o plástico.

Segundo o fabricante, o Sela Gel[®] é um produto formulado para evitar a embolia das estacas após o corte, formando uma película protetora para evitar a entrada de ar; todavia, permite a passagem de umidade, fazendo com que a estaca não sofra rapidamente os efeitos da desidratação, nem o ataque de fungos e de bactérias. Recomenda-se, ainda, após o corte imergir a base da estaca no produto, 3 a 5 mm, e aguardar um período de 5 a 10 minutos antes de colocar a estaca no substrato (ECOPLANET, 2012); este produto possui quantidade considerável de AIB (3.000 mg.L^{-1}). Conforme o fabricante, o Radimax[®] é um produto desenvolvido para aplicação em diferentes sistemas de fertilização para melhorar o enraizamento, sendo baseado em mistura ótima de N-P-K com aminoácidos específicos e micronutrientes que promovem o desenvolvimento das raízes (CODA, 2016). Neste produto há garantias de: N total 3,7% (produto/volume); P_2O_5 solúvel em água 11,1% (p/v); K_2O solúvel em água 4,1% (p/v); Zn quelatado e solúvel em água 4,08% (p/v) aminoácidos livres 5,76% (p/v).

Coleta de propágulos e preparo das estacas

Os propágulos foram coletados em agosto de 2016, de uma planta adulta de umbucajazeira, cultivada na Fazenda Raposa da Universidade Federal do Ceará, em Maracanaú – CE. Foram retirados ramos apicais lenhosos e transportados para o viveiro do Campo Experimental da Embrapa em Pacajus, CE; posteriormente, as estacas foram preparadas com 20 cm de comprimento, cerca de 6,2 mm de espessura e média de 6,6 gemas para receberem os respectivos tratamentos (FIGURA 2).

As estacas foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 4 minutos e, em seguida, fez-se os ferimentos de aproximadamente 3 cm de comprimento com canivete em lados opostos das bases das estacas para receberem os tratamentos. Aplicou-se o Sela Gel[®] por pincelamento em toda a extensão do ferimento e o Radimax[®] por imersão em uma solução de 10 mL por 1 L d'água até cobrir o ferimento, durante 10 minutos. (FIGURA 3). As estacas foram plantadas 10 minutos após aplicação dos tratamentos.

Figura 1 – Estacas apicais de umbu-cajazeira dispostas nos diferentes tratamentos. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 2 – Coleta de propágulos (A) e preparo de estacas apicais (B) de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 3 – Estacas apicais de umbu-cajazeira tratadas com Radimax® e Sela Gel®. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Variáveis avaliadas

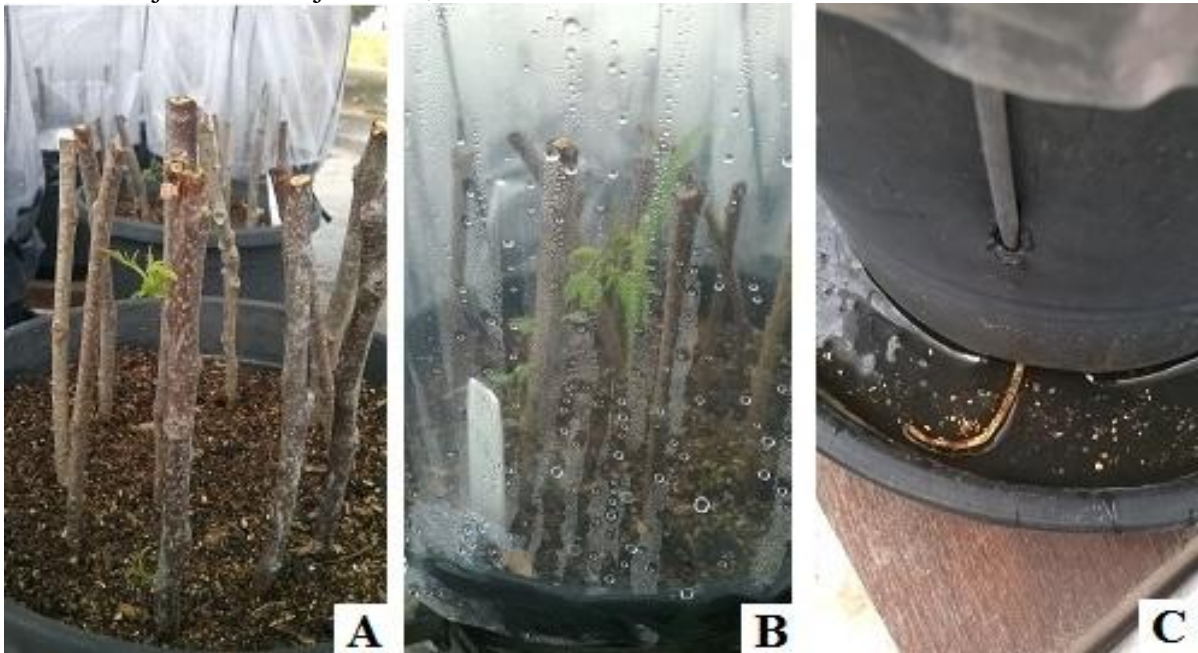
Avaliações registradas semanalmente:

Número de gemas brotadas (NGB): contagem das gemas que brotaram em cada estaca (FIGURA 4).

Avaliações registradas ao término do experimento:

- a) Número de folhas (NFL): contagem do número total de folhas em cada estaca;
- b) Número de folíolos (NFLo): contagem do número de folíolos presente nas folhas de cada estaca;
- c) Percentagem (%) de estacas com calo (EC): contagem do número de estacas com presença de calo dividido pelo número total de estacas do tratamento;
- d) Percentagem (%) de estacas enraizadas (EE): contagem do número de estacas com presença de raiz dividido pelo número total de estacas do tratamento;
- e) Percentagem (%) de mudas aptas para o plantio (MAP): contagem do número de mudas aptas para plantio dividido pelo número total de estacas do tratamento;
- f) Percentagem (%) de estacas mortas (EM): contagem do número de estacas mortas dividido pelo número total de estacas do tratamento;
- g) Número de raízes: número de raízes adventícias (NR) (FIGURA 4); e
- h) Tamanho (cm) da maior raiz (TR): mensurado com régua milimetrada, a partir da inserção à extremidade da maior raiz.

Figura 4 – Brotações fora do estufim (A), dentro do estufim (B) e raiz (C) em estacas apicais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Análise estatística e composição de tabelas e gráfico

As análises estatísticas foram feitas utilizando o software Statistical Analysis System - SAS[®] versão 9.2. (SAS Institute, 2009). Para a análise de variância os dados foram testados e transformados para $\sqrt{x + 1}$ (STEEL; TORRIE, 1980) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de REGWQ (Ryan, Einot, Gabriel e Welsch Q) a 5% de probabilidade.

Tabelas e gráfico foram produzidos por meio dos programas MS Excel[®] 2013 e Sigmaplot[®] 11.

Resultados e discussão

A análise de variância revelou que não houve interação significativa entre os fatores enraizador (ENR) e estufim (EST) para todas as variáveis avaliadas. No entanto ao desdobrar a interação observou-se efeito significativo a ($p < 0,01$) do enraizador sobre o número de folhas, de folíolos, o percentual de estacas enraizadas, de mudas aptas para o plantio, o número de raízes e o tamanho da maior raiz; e, ($p < 0,05$) sobre o percentual de estacas com calo. Já o estufim teve efeito significativo a ($p < 0,05$), apenas para o percentual de estacas com calo (TABELAS 1 e 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para número de gema brotada (NGB), número de folhas (NFL), número de folíolos (NFLo), estacas com calo (EC) e estacas enraizadas (EE), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliados aos 80 dias após o plantio. Pacajus – CE, 2017.

FV	Quadrado médio					
	GL	NGB	NFL	NFLo	EC (%)	EE (%)
Enraizador	2	0,1455 ^{ns}	10,3831**	120,0228**	0,1437*	0,5283**
Estufim	1	0,1742 ^{ns}	0,1522 ^{ns}	0,0186 ^{ns}	0,2316*	0,0000 ^{ns}
Enr x Est	2	0,0285 ^{ns}	1,1129 ^{ns}	15,6380 ^{ns}	0,0150 ^{ns}	0,0279 ^{ns}
Erro	234	0,0636	0,7317	8,4335	0,0377	0,0316
CV (%)		17,60	55,00	101,70	15,30	15,86
Média geral		1,12	2,23	16,51	65	29,1

** Significativo a 1% de probabilidade, * Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo pelo teste F.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para mudas aptas para o plantio (MAP), estacas mortas (EM), número de raízes (NR) e tamanho da maior raiz (TR), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliados aos 80 dias após o plantio. Pacajus – CE, 2017.

FV	Quadrado médio				
	GL	MAP (%)	EM (%)	NR	TR
Enraizador	2	0,2195**	0,0257 ^{ns}	3,1436**	49,1461**
Estufim	1	0,0007 ^{ns}	0,0865 ^{ns}	0,3083 ^{ns}	0,0403 ^{ns}
Enr x Est	2	0,0350 ^{ns}	0,0200 ^{ns}	0,4995 ^{ns}	2,6420 ^{ns}
Erro	234	0,0210	0,0260	0,1216	3,6927
CV (%)		13,55	14,98	28,54	87,40
Média geral		15,42	18,75	0,64	7,87

** Significativo a 1% de probabilidade, ^{ns} não significativo pelo teste F.

Notou-se nas variáveis avaliadas alta diferença entre os coeficientes de variação de 13,55% a 101,70%, indicando que houve grande diferença nas médias, sobretudo, nas variáveis número de folhas, de folíolos e do tamanho da maior raiz. Pode-se atribuir tal fato aos propágulos, que apesar de retirados de uma única planta-matriz, provavelmente, possuíam o conteúdo de reservas nutricionais e condições fisiológicas diferentes, bem como pela interação entre os fatores endógenos e exógenos. As estacas que enraizaram primeiro, provavelmente, foram as que possuíam as maiores quantidades de reservas e de gemas diferenciadas.

Na Tabela 3 observa-se que o número de folhas nas estacas tratadas com Sela Gel[®] tiveram as maiores médias (3,95), diferindo estatisticamente das tratadas com Radimax[®]

(1,43) e das testemunha (1,31). Como o número de folhas emitidas é um dos indicativos de muda bem formada, o tratamento com Sela Gel[®] foi eficaz e proporcionou a formação de mudas vigorosas. Segundo Rebouças (2011), o número de folhas tende a aumentar de acordo com o tipo de estaca e a parte da planta da qual o propágulo foi retirado. Mudas formadas de estacas retiradas da porção basal tendem a apresentar maior número de folhas do que as estacas apicais, possivelmente pela maior quantidade de reservas e carboidratos. Vieira (2013), avaliando a propagação assexuada de umbu-cajazeira na mesorregião Centro-Sul do Ceará, constatou que estacas propagadas em tubetes, tratadas com AIB, apresentaram médias superiores às estacas que não receberam tratamento, com destaque para o Sela Gel[®] com 3,3 folhas; resultado inferior ao obtido neste trabalho.

Tabela 3 – Número de folhas (NFL) e número de folíolos (NFLo), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliados aos 80 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

Enraizador	Variável	
	NFL	NFLo
Testemunha	1,31 b	10,08 b
Radimax [®]	1,43 b	9,95 b
Sela Gel [®]	3,95 a	29,50 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de REGWQ ao nível de 1% de probabilidade.

Ainda na Tabela 3 observa-se que a média do número de folíolos em estacas apicais tratadas com Sela Gel[®] foi de 29,5 e diferiram significativamente das que foram tratadas com Radimax[®] que tinham 9,95 e da testemunha com 10,08 folíolos. Vieira (2013) não encontrou diferença significativa para o número de folíolos entre as doses de 1.000 e 3.000 mg.L⁻¹ de AIB em estacas finas e estacas medianas de umbu-cajazeira plantadas em tubetes. Rebouças (2011), avaliando tipos de estacas de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico, constatou que não houve influência do regulador em relação ao número de folíolos; contudo, as estacas apicais obtiveram médias inferiores às basais. Tosta *et al.* (2012), estudando o efeito do ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira, obtiveram a maior média, 38,4 folíolos, na dose de 4.218 mg.L⁻¹ de AIB.

Observa-se na Tabela 4 que as estacas submetidas ao enraizador Sela Gel[®] tiveram 73,75% de calos e não diferiram das estacas tratadas com Radimax[®] que tinham 67,5% de calos; no entanto, diferiram de estacas não tratadas que tiveram 53,75%. Não houve diferença significativa entre estacas tratadas com Radimax[®] e as testemunhas. A formação de calo na

base da estaca é importante para a iniciação da raiz, seja induzida por lesões ou não, como observado neste trabalho. A lesão estimula a divisão celular, a mitose, eleva a absorção de água e de fitohormônios, proporcionando, aumento na formação de calo e, posteriormente, de raízes adventícias (FACHINELLO *et al.*, 2005; HARTMANN *et al.*, 2011). Rebouças (2011) e Oliveira (2012) trataram estacas de cajazeira com AIB na forma líquida em doses até 1.000 e 2.000 mg.L⁻¹, respectivamente, e não observaram efeito significativo para a variável estacas com calo. Vieira (2013), avaliando a propagação assexuada de umbu-cajazeira, observou 14,07% de formação de calo nas estacas em sacos plásticos e 28,14% de calo nas estacas em tubetes. Esses resultados diferem bastante dos obtidos neste trabalho, notadamente com o Sela Gel[®].

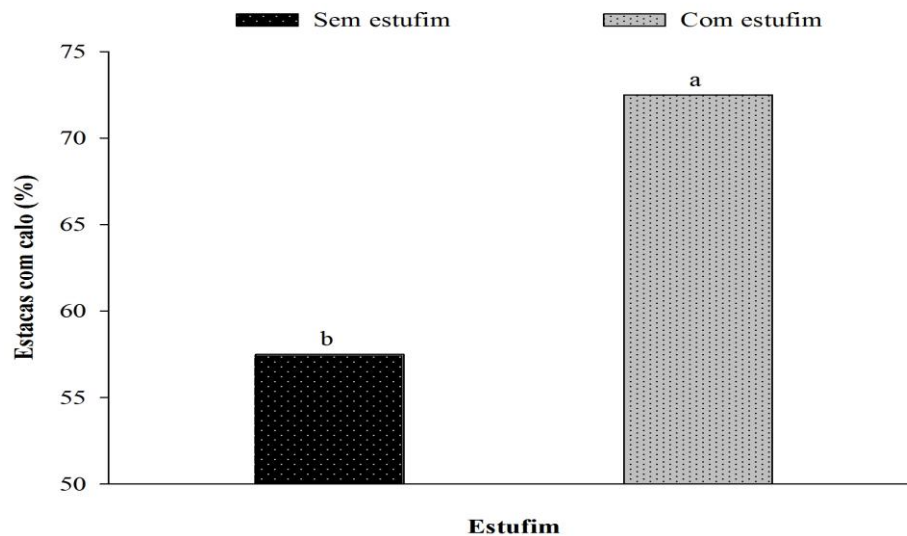
Tabela 4. Percentagem de estacas com calo (EC), de estacas enraizadas (EE) e de mudas aptas para o plantio (MAP), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 80 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

Enraizador	Variáveis		
	EC (%)	EE (%)	MAP (%)
Testemunha	53,75 b	13,75 b	8,75 b
Radimax [®]	67,50 ab	22,50 b	7,50 b
Sela Gel [®]	73,75 a	51,25 a	30,00 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de REGWQ ao nível de 5% (EC) e ao nível de 1% (EE e MAP) de probabilidade.

No Gráfico 1 observa-se os percentuais de estacas com calos. As estacas que foram cobertas com estufins apresentaram os maiores percentuais de calo (72,5%); já as que não foram cobertas com estufins tiveram 57,5% de estacas com calo. Os estufins aumentam a umidade e a temperatura, estimulando a divisão celular e a diferenciação das gemas e meristemas da estaca (HARTMANN *et al.*, 2011). Pereira *et al.* (2002), avaliando o enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. em estufim, concluíram que a utilização de estufim por 35 dias estimula o enraizamento de estacas.

Gráfico 1 – Efeito do estufim na emissão de calo, em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 80 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.



Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 observa-se que as estacas tratadas com Sela Gel[®] tiveram 51,25% de enraizamento, diferindo das estacas que foram tratadas com Radimax[®] (22,5%) e das que não receberam tratamento (13,75%). Esses resultados foram superiores aos obtidos por Façanha (1997), avaliando o enraizamento de estacas de caule de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.), que obteve 22,5% de enraizamento em estacas tratadas com AIB a 1.000 mg.L⁻¹ e os de Souza e Araújo (1999), que obtiveram, também, 22,5% de enraizamento em estacas tratadas com 1.000 mg.L⁻¹ de AIB. Já Vieira (2013) obteve 20,74% de enraizamento na dose de 1.000 mg.L⁻¹ e 11,11% na dose de 3.000 mg.L⁻¹ de AIB. Enquanto Bastos *et al.* (2014) obtiveram 35% de enraizamento com estacas de umbu-cajazeira tratadas com 3.000 mg.L⁻¹ de AIB. Esses resultados corroboram a afirmativa de Souza e Costa (2010), de que a umbu-cajazeira é planta de difícil enraizamento.

Na Tabela 4 nota-se que das estacas tratadas com o enraizador Sela Gel[®], 30% delas formaram mudas aptas para o plantio, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As estacas testemunhas tiveram 8,75% de mudas aptas para o plantio e não diferiram das tratadas com o Radimax[®] que tinham apenas 7,5% de mudas aptas para o plantio. Vieira (2013), avaliando a propagação assexuada de umbu-cajazeira na mesorregião Centro-Sul do Ceará, observou que na dose de 1.000 mg.L⁻¹ de AIB as estacas tiveram 18,55% de mudas aptas para o plantio. Já Souza e Lima (2005) obtiveram 20% de mudas aptas para o plantio em estacas de cajazeira tratadas com 1.000 mg.L⁻¹ de AIB. Apesar do baixo percentual de mudas aptas para o plantio observado nesta pesquisa, notou-se valor superior aos descritos na literatura para

algumas *Spondias*.

Na Tabela 5 observa-se que as estacas submetidas ao tratamento Sela Gel[®] foram as que apresentaram as maiores médias (1,35) de raízes, diferindo das estacas tratadas com Radimax[®] (0,35) e das que não receberam tratamento (0,23). Vieira (2013), utilizando Sela Gel[®] em estacas de umbu-cajazeira, constatou média 1 para as finas, resultados próximos dos encontrados neste trabalho, e média 2,8 para as medianas para o número de raízes. Os resultados obtidos neste trabalho com a aplicação de AIB na forma de gel estão, também, próximos dos observados por Rios *et al.* (2012), em que o maior número de raízes por estacas de umbuzeiro (1,65) ocorreu na concentração de 6.000 mg.L⁻¹.

Tabela 5 – Número de raízes (NR) e tamanho da maior raiz (TR), em estacas apicais de umbu-cajazeira, avaliados aos 80 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

Enraizador	Variável	
	NR	TR (cm)
Testemunha	0,23 b	4,35 b
Radimax [®]	0,35 b	5,64 b
Sela Gel [®]	1,35 a	13,61 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de REGWQ ao nível de 1% de probabilidade.

Na Tabela 5 observa-se que estacas tratadas com Sela Gel[®] tiveram maior tamanho de raízes 13,61 cm, diferindo dos demais tratamentos. Estacas tratadas com Radimax[®] tiveram média de 5,64 cm e as testemunhas tiveram 4,35 cm. Vieira (2013) observou valor médio de comprimento de raiz de estacas de umbu-cajazeira de 25 e 19,4 centímetros nas doses 1.000 e 3.000 mg.L⁻¹ de AIB respectivamente. Já Tosta *et al* (2012) observaram que estacas de cajaraneira obtiveram maior comprimento de raiz (5,0 cm) na dose de 1.295,2 mg.L⁻¹ de AIB.

Conclusões

O agroquímico Sela Gel[®], aplicado na base de estacas apicais de caule de umbu-cajazeira, induz o enraizamento e a formação de mudas clonadas vigorosas;

O agroquímico Radimax[®], aplicado na base de estacas apicais de caule de umbu-cajazeira, não promove enraizamento e a formação de mudas; e

O uso de estufim promove a formação de calo, porém não foi eficiente no enraizamento e na formação de mudas de umbu-cajazeira.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. J. N. *et al.* **Dados climatológicos:** Estação de Pacajus, 2001. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2002. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 60).
- ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, P. C. L.; GUERRA, M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid umbu-cajá (Anacardiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 155, n. 4, p. 541-547, 2007.
- BASTOS, L. P. *et al.* Propagação vegetativa de umbu-cajazeira. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia - GO, v.10, n.18, p. 2508, 2014.
- CODA, 2016. Disponível em: <<http://www.coda-agri.com/pt/produtos/aminoacidos-e-biostimulants>>. Acesso em 08 de abril de 2017.
- ECOPLANET, 2012. Disponível em: <<http://www.ecoplanet.agr.br>>. Acesso em: 08 de abril de 2017.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). Propagação de plantas frutíferas. Brasília: EMBRAPA, 2005, p. 69-109.
- FAÇANHA, R. E. **Enraizamento de estacas de caule de umbu-cajá (*Spondias* sp.)**. Fortaleza: UFC, 1997. 24 p.
- FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas - BA, v. 19, n. 1, p. 113-121, 1997.
- GIACOMETTI, D.C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1993. p. 13-27.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.
- LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n.2, p. 338-343, 2002.
- MACHADO, M. C.; CARVALHO, P. C. L.; van den BERG, C. Domestication, hybridization, speciation, and the origins of an economically important tree crop of *Spondias* (Anacardiaceae) from the brazilian caatinga dry forest. **Neodiversity**, v. 8, p. 8-49, 2015.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, New York, v. 55, p. 1-92. 2015.

- OLIVEIRA, R. T. **Estaquia e interenxertia em clones de cajazeira**. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- PEREIRA, A. B. *et al.* Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. em estufim. **Revista Agrotrópica**, Itabuna - BA, v. 14, n. 3, p. 91-96, 2002.
- PIO, R. *et al.* Propagação de estacas apicais de figueira: diferentes ambientes, ácido indolbutírico e tipo de estaca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 30, n. 5, p. 1021-1026, 2006.
- REBOUÇAS, K. O. **Regeneração de tipos de estacas de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- RIOS, E. S. *et al.* Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró - RN, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's Guide**. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869 p.
- SILVA JÚNIOR, J. F. *et al.* Collecting, ex situ conservation and characterization of “cajá-umbu” (*Spondias mombim* x *Spondias tuberosa*) germ-plasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, p. 343-349, 2004.
- SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas *Spondias* agro-industriais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Comunicado técnico, 31).
- SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das *Spondias* cajazeira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbuzeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 133).
- SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza - CE, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.
- TOSTA, M. S. *et al.* Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 33, n. 6 supl 1, p. 2727-2740, 2012.
- VIEIRA, A. R. **Propagação assexuada e qualidade de frutos de genótipos de umbu-cajazeira da mesorregião Centro-Sul do Ceará**. 2013. 155 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

4 FORMAÇÃO DE MUDAS DE UMBU-CAJAZEIRA POR ESTACAS BASAIS DE CAULE

RESUMO

A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é frutífera tropical nativa do Nordeste brasileiro, cujos frutos são muito valorizados pelas agroindústrias de polpa, sucos e sorvetes. A planta é de difícil propagação sexual e vegetativa. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de agroquímicos comercializáveis que contém efeito enraizador, bem como de lesão feita na base das estacas de caule no enraizamento e na formação de mudas de umbu-cajazeira. O experimento foi instalado em blocos casualizados, com cinco tratamentos, quatro repetições (blocos) e oito estacas por parcela, totalizando 160 estacas, plantadas em vasos de polietileno com capacidade de 6 L. Os tratamentos: T1= testemunha (estacas que não receberam qualquer tratamento), T2= estacas com dois ferimentos e untadas com Sela Gel[®], T3= estacas com dois ferimentos e base imersa em solução de Radimax[®], T4= estacas com duas incisões e untadas com Sela Gel[®] e T5= estacas com duas incisões e base imersa em solução de Radimax[®]. Os blocos (ambientes): A1= pleno sol, A2= sombra 100% no teto, A3= telado 50% fechado e A4= telado 50% no teto. Os vasos foram preenchidos com mistura de vermiculita, bagana de carnaúba, pó de coco e palha de arroz carbonizada, na proporção volumétrica de 2:1:1:1 v/v, previamente pasteurizado, por imersão em água em torno de 80 °C por 4 minutos. Os vasos, logo após o plantio das estacas, foram cobertos com estufins e colocados dentro de pratos sobre suportes de madeira, nos quatro ambientes de enraizamento. As regas foram feitas por subirrigação duas vezes/semana, colocando-se água dentro dos pratos sob os vasos, forçando a absorção por capilaridade. Os estufins foram retirados de todos os vasos aos 34 dias após o plantio das estacas, devido as brotações e folhas estarem em contato com o plástico. Houve diferenças significativas entre os tratamentos. As estacas tratadas com duas incisões e untadas com Sela Gel[®] diferiram significativamente das submetidas aos outros tratamentos em todas as variáveis avaliadas, tendo 93,75% de enraizamento, com 84,38% de mudas aptas para o plantio, vigorosas e com médias superiores a 25 folhas desenvolvidas e a 156 folíolos. Assim, conclui-se que incisões basais em estacas associado a aplicação de Sela Gel[®], induziram o enraizamento, a formação de mudas clonadas vigorosas de umbu-cajazeira e aptas para plantio no campo; mas o Radimax[®] não foi eficiente no enraizamento e na formação de mudas. O nível de sombreamento do ambiente também influencia o enraizamento e a formação de mudas de umbu-cajazeira, com destaque para os ambientes com pelo menos 50%

de sombreamento.

Palavras-chave: *Spondias* sp. Frutífera tropical. Lesão na estaca. Enraizador.

ABSTRACT

The ‘umbu-caja’ (*Spondias* sp.) is a tropical fruit tree native from northeast Brazil and is being domesticated for its nutritious and delicious fruits are highly valued by the pulp, juice and ice cream processing. Plant propagation sexually or asexually is very difficult, thus there is no defined method for seedling production. This work aimed to evaluate the effects of commercial root inducing chemicals and branch cutting wounding at the bottom for the ‘umbu-caja’ sapling formation. The experiment was carried out in randomized blocks with five treatments, four replicates (blocks) and eight cuttings per replicate, adding to a total of 160 cuttings, planted in 6-liter polyethylene vases. Treatments consisted of: T1= control (untreated cuttings), T2= cuttings with two wounds and greased with Sela Gel[®], T3= cuttings with two wounds and base immersing into Radimax[®] solution, T4= cuttings with two incisions and greased with Sela Gel[®] and T5= cuttings with two incisions and with base immersion in Radimax[®] solution. The blocks (environments): A1= full sunlight, A2= 100% shade, A3= closed 50% screen and A4= 50% screen under roof. Vases were filled with a mixture of vermiculite, carnauba processing residue, powdered coconut fiber and carbonized rice straw in a 2:1:1:1 v/v ratio, previously pasteurized by hot water treatment at 80 °C for 4 minutes. Immediately after planting the cuttings, the vases were covered with plastic bags and placed on plates over wooden benches, into the four rooting environments. Vases were watering twice a week by underwater irrigation. Coverage was completely removed at 34, as leaves and sprouts reached plastic bags. There was significant difference among treatments. Cuttings treated with two incisions and greased with Sela Gel[®] significantly differed from the other treatments in all variables, presenting 93.75% rooting and 84.38% vigorous saplings ready for the field and with means higher than 25 developed leaves and 156 leaflets. Therefore, basal incisions into cuttings associated with the application of Sela Gel[®] induced rooting and formation of cloning of ‘umbu-caja’; however, Radimax[®] was not efficient in rooting and in sapling formation. Light also influences rooting and the sapling formation as at least 50% sunlight was required.

Keywords: *Spondias* sp. Tropical fruit tree species. Wound in the cutting. Rooting.

Introdução

A umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) é uma árvore frutífera, pertencente à família Anacardiaceae. Existem relatos científicos de que a umbu-cajazeira é um híbrido resultante do cruzamento entre o umbuzeiro e a cajazeira, porém, as pesquisas mais recentes apontam que se trata de uma variante do umbuzeiro ou, ainda, que a planta é uma nova espécie (GIACOMETTI, 1993; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2004; ALMEIDA; CARVALHO; GUERRA, 2007, MACHADO; CARVALHO; Van den BERG, 2015; MITCHELL; DALY, 2015).

Nativa do Semiárido brasileiro (CARVALHO *et al.*, 2008), a umbu-cajazeira é explorada economicamente com base em seu fruto, o umbu-cajá, que é normalmente consumido *in natura* (OLIVEIRA *et al.*, 2015), apresentando potencial para a utilização na forma processada como polpa congelada, sucos, néctares e sorvetes (LIMA *et al.*, 2002). Cerca de 90% dos frutos não apresentam sementes viáveis (SOARES FILHO, 2011), tornando a propagação vegetativa a opção para essa espécie. A estaquia é um dos principais métodos de propagação da umbu-cajazeira, que consiste em retirar pedaços de caule, preparar estacas e colocar para enraizar, com a finalidade de formar uma planta nova e completa, pela indução do enraizamento adventício (HARTMANN *et al.*, 2011).

Entretanto, as técnicas de estaquia empregadas têm proporcionado baixos percentuais de enraizamento e demora na formação de mudas (SOUZA; COSTA, 2010). O aumento do percentual de enraizamento pode ser obtido com a utilização de técnicas que estimulam a emissão de raízes, como a aplicação de reguladores de crescimento e a incisão basal da estaca (injúria mecânica). O AIB (ácido indolbutírico) é uma substância estimuladora do enraizamento, que por ser estável a fotodegradação, de ação localizada e atóxico vem sendo bastante utilizado em estacas de difícil enraizamento (FACHINELLO *et al.*, 2005).

A injúria mecânica faz parte da técnica de enraizamento que consiste na aplicação de lesão na base das estacas, a qual pode estimular a emissão de raízes adventícias, devido a divisão celular, a formação de calo e os primórdios radiculares, provavelmente, graças ao acúmulo de carboidratos, auxinas e síntese de etileno na região lesionada (HARTMANN *et al.*, 2011). De acordo com Fachinello *et al.* (2005), as lesões também facilitam a absorção de substâncias promotoras do enraizamento.

O exposto justifica a necessidade de investigações para viabilizar o enraizamento e a formação de mudas por estaquia da umbu-cajazeira. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos de agroquímicos comercializáveis, de lesão na base das estacas de caule basais e de ambientes no enraizamento e na formação de mudas de umbu-cajazeira.

Material e métodos

Local de instalação do experimento

O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Pacajus - Embrapa Agroindústria Tropical, localizado na margem da CE-253 km 42, Pacajus - CE, situado geograficamente nas coordenadas 4°11' Sul e 38°29' Oeste de Greenwich, com altitude de 60 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw', caracterizando-se pela precipitação média anual de 931 mm, com estação chuvosa de janeiro a junho e outra seca no restante do ano; a umidade relativa média do ar é de 77%, a temperatura média anual é de 26,3 °C e a velocidade média do vento é de 1 m/s (AGUIAR *et al.*, 2002).

Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos, quatro ambientes (blocos) e oito estacas por parcela, totalizando 160 estacas, plantadas em vasos de polietileno com capacidade de 6 L. Os vasos foram colocados sobre pratos onde procedeu-se a reposição de água para manter umidade disponível às estacas, contendo substrato constituído de vermiculita, bagana de carnaúba, pó de coco e palha de arroz carbonizada, na proporção volumétrica de 2:1:1:1 v/v, o substrato foi previamente pasteurizado, por meio de imersão em água com temperatura em torno de 80 °C por 4 minutos. A mistura desses materiais foi em razão da disponibilidade na região, custos e para melhorar a retenção de água e as características estruturais para aumentar aeração e, conseqüentemente, tornar um espaço propício ao enraizamento.

Após o plantio das 160 estacas, os vasos foram cobertos com sacos plásticos transparentes de 40 x 60 cm sobre hastes de arame fixadas nos vasos e amarrados na base com ligas de borracha para formar os estufins. Em seguida, os vasos com as parcelas dos respectivos tratamentos foram colocados dentro de pratos sobre suportes de madeira, de alvenaria e de ferro nos quatro ambientes de enraizamento, estratificados como blocos. As regas foram feitas por subirrigação duas vezes/semana, colocando-se água dentro dos pratos sob os vasos, forçando a absorção por capilaridade, para manter uniformidade da umidade, não molhar a parte superior das estacas e evitar o escoamento de água.

Os tratamentos consistiram de: T1= testemunha (estacas que não receberam qualquer tratamento), T2= estacas com dois ferimentos e untadas com Sela Gel[®], T3= estacas com dois

ferimentos e base imersa em solução de Radimax[®], T4= estacas com duas incisões e untadas com Sela Gel[®], T5= estacas com duas incisões e base imersa em solução de Radimax[®]; e, os ambientes foram: A1= pleno sol, A2= sombra 100% no teto, A3= telado 50% fechado (sombrite disposto no teto e nas laterais) e A4= telado 50% no teto (sombrite disposto apenas no teto). Todas as estacas foram mantidas em vasos cobertos com estufim até 34 dias, retirando-se depois o estufim por causa do contato das brotações e das folhas com o plástico.

Segundo o fabricante, o Sela Gel[®] é um produto formulado para evitar a embolia das estacas após o corte, formando uma película protetora para evitar a entrada de ar; todavia, permite a passagem de umidade, fazendo com que a estaca não sofra rapidamente os efeitos da desidratação, nem com o ataque de fungos e de bactérias. Recomenda-se, ainda, após o corte imergir a base da estaca no produto, 3 a 5 mm, e aguardar um período de 5 a 10 minutos antes de colocar a estaca no substrato (ECOPLANET, 2012); este produto possui quantidade considerável de AIB (3.000 mg.L^{-1}). Conforme o fabricante, o Radimax[®] é um produto desenvolvido para aplicação em diferentes sistemas de fertilização para melhorar o enraizamento baseado em mistura ótima de N-P-K com aminoácidos específicos e oligoelementos que promovem o desenvolvimento das raízes (CODA, 2016). Neste produto há garantias de: N total 3,7% (produto/volume); P_2O_5 solúvel em água 11,1% (p/v); K_2O solúvel em água 4,1% (p/v); Zn quelatado e solúvel em água 4,08% (p/v) aminoácidos livres 5,76% (p/v).

Coleta de propágulos e preparo das estacas

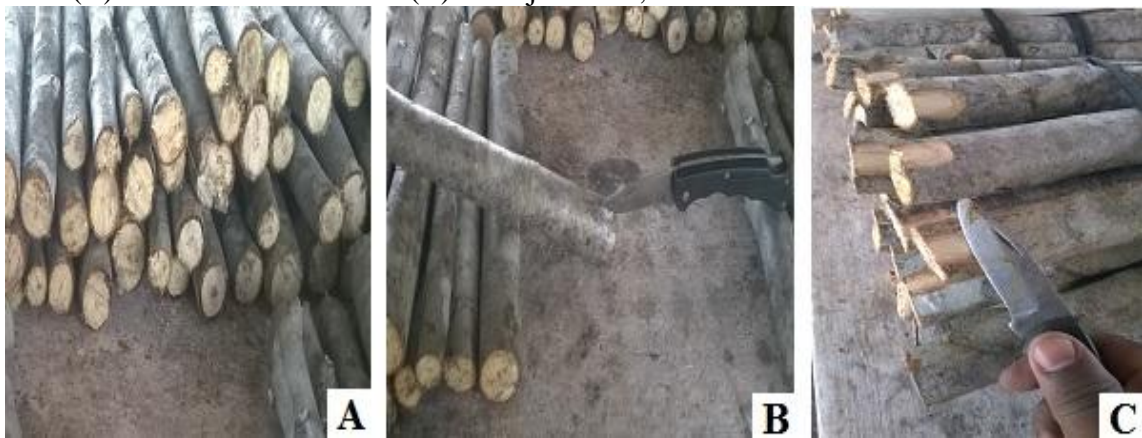
Os propágulos foram coletados em outubro de 2016, de duas plantas clonadas de umbu-cajazeira com dezoito anos de idade, cultivadas no Campo Experimental de Pacajus. Foram retirados ramos basais lenhosos sem folhas e mantidos na vertical sob a copa da própria planta durante sete dias; posteriormente, as estacas foram preparadas com 25 cm de comprimento, cerca de 29,7 mm de espessura e média de 8,7 gemas para receberem os respectivos tratamentos.

As estacas, depois de preparadas, foram cobertas com sacos de juta para manter a umidade das mesmas até o dia seguinte; posteriormente, foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 4 minutos e, em seguida, fez-se as lesões e aplicou-se os tratamentos na base das estacas. Os ferimentos e as incisões tinham cerca de 3 cm de comprimento e foram feitos com canivete em lados opostos das bases das estacas. Os dois ferimentos foram feitos com a lâmina do canivete na vertical, penetrando toda a casca até o

câmbio, e, as duas incisões, com a lâmina do canivete na horizontal, retirando pedaços da casca até atingir o câmbio (FIGURA 5).

Em seguida, fez-se a aplicação do Sela Gel[®] por pincelamento em toda a extensão do ferimento, da incisão e, também, na superfície transversal da base da estaca; do Radimax[®] por imersão em uma solução de 10 mL por 1 L d'água até cobrir o ferimento e a incisão; durante 10 minutos (FIGURAS 6 e 7). As estacas foram plantadas 10 minutos após aplicação dos tratamentos.

Figura 5 – Estacas basais de umbu-cajazeira sem lesão na base (A), com ferimento na base (B) e com incisão na base (C). Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 6 – Aplicação de Radimax[®] (A) e de Sela Gel[®] (B) no ferimento da base em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 7 – Aplicação de Radimax® (A) e Sela Gel® (B) na incisão da base em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Variáveis avaliadas

Avaliações registradas semanalmente:

- a) Número de gemas brotadas (NGB): contagem das gemas que brotaram em cada estaca (FIGURA 8);
- b) Número de brotações (NB): contagem das brotações oriundas das gemas em cada estaca (FIGURA 8).

Avaliações registradas ao término do experimento:

- a) Número de folhas (NFL): contagem do número total de folhas em cada estaca (FIGURA 9);
- b) Número de folhas desenvolvidas (NFLD): contagem do número de folhas desenvolvidas, ou seja, que se apresentavam totalmente expandidas, a partir do total de folhas em cada estaca (FIGURA 9);
- c) Número de folhas em expansão (NFLE): contagem do número de folhas em expansão, isto é, que se apresentavam em expansão, a partir do total de folhas em cada estaca (FIGURA 9);
- d) Número de folíolos (NFLo): contagem do número de folíolos presente nas folhas de cada estaca (FIGURA 9);
- e) Percentagem (%) de estacas com calo (EC): contagem do número de estacas com presença de calo dividido pelo número total de estacas do tratamento (FIGURA 10);
- f) Percentagem (%) de estacas enraizadas (EE): contagem do número de estacas com presença de raiz dividido pelo número total de estacas do tratamento (FIGURA 11);

- g) Percentagem (%) de mudas aptas para o plantio (MAP): contagem do número de mudas aptas para plantio dividido pelo número total de estacas do tratamento (FIGURA 12);
- h) Número de raízes: número de raízes adventícias (NR) (FIGURA 11); e
- i) Tamanho (cm) da maior raiz (TR): mensurado com régua milimetrada, a partir da inserção à extremidade da maior raiz (FIGURA 11).

Figura 8 – Gema brotada (A) e brotações (B) em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



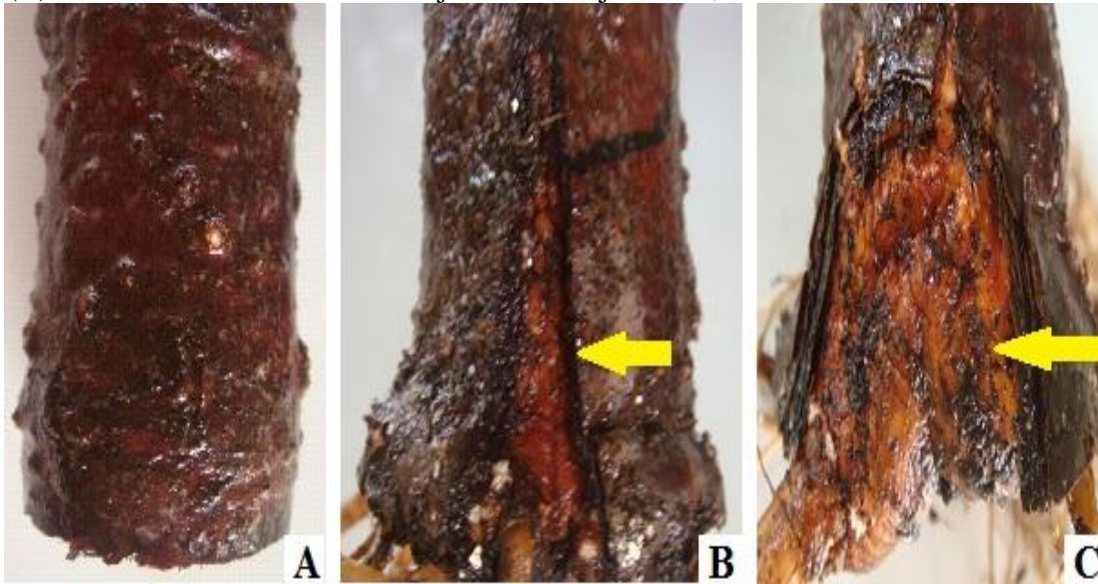
Fonte: Autor, 2017.

Figura 9 – Folhas (A e B), folhas desenvolvidas (A) e folhas em expansão (B) em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 10 – Estacas sem calo (A), com calo no ferimento (B) e com calo na incisão (C) em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 11 – Número de raízes e tamanho da maior raiz em estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Figura 12 – Mudas aptas para o plantio de estacas basais de umbu-cajazeira. Pacajus – CE, 2017.



Fonte: Autor, 2017.

Análise estatística e composição de tabelas e gráficos

As análises estatísticas foram feitas utilizando o software Statistical Analysis System - SAS[®] versão 9.2. (SAS Institute, 2009). Para a análise de variância os dados foram testados e transformados para $\sqrt{x+1}$ (STEEL; TORRIE, 1980) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de REGWQ (Ryan, Einot, Gabriel e Welsch Q) a 5% de probabilidade. Aplicou-se o teste de Dunnett para comparar as médias do tratamento testemunha com as médias dos demais tratamentos a 5% de significância.

Para verificar se o ambiente exercia influência sobre os tratamentos e vice versa, testou-se a interação entre eles.

Tabelas e gráficos foram produzidos por meio dos programas MS Excel[®] 2013 e Sigmaplot[®] 11.

Resultados e discussão

Para os ambientes (blocos), os resultados da análise de variância revelaram efeitos

significativos ($p < 0,01$) sobre o número de folhas desenvolvidas e ($p < 0,05$) sobre o número de folíolos, o percentual de estacas enraizadas e de mudas aptas para plantio; as demais variáveis não foram significativas. Já para os tratamentos, os resultados da análise de variância revelaram efeitos significativos ($p < 0,01$) sobre o número de folhas, de folhas desenvolvidas, de folhas em expansão, de folíolos, o percentual de estacas com calo, de estacas enraizadas, de mudas aptas para o plantio, o número de raízes e o tamanho da maior raiz (TABELAS 6 e 7).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para número de gema brotada (NGB), número de brotações (NB), número de folhas (NFL), número de folhas desenvolvidas (NFLD), número de folhas em expansão (NFLE), número de folíolos (NFLo), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

FV	Quadrado médio						
	GL	NGB	NB	NFL	NFLD	NFLE	NFLo
Ambientes	3	0,1289 ^{ns}	0,2120 ^{ns}	3,4736 ^{ns}	9,4188 ^{**}	4,0654 ^{ns}	84,3145 [*]
Tratamentos	4	0,1899 ^{ns}	0,2143 ^{ns}	8,8642 ^{**}	59,3124 ^{**}	20,4653 ^{**}	535,1519 ^{**}
Trat x Amb	12	0,1590 ^{ns}	0,2078 ^{ns}	1,9117 ^{ns}	3,0590 ^{ns}	2,0800 ^{ns}	33,9283 ^{ns}
Erro	140	0,1762	0,2255	2,1282	2,3488	1,6320	21,9924
CV (%)		24,18	25,77	34,18	59,74	42,89	82,70
Média geral		2,19	2,62	19,51	9,53	10,04	67,91

** Significativo a 1% de probabilidade, * Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo pelo teste de F.

Tabela 7 – Resumo da análise de variância para estacas com calo (EC), estacas enraizadas (EE), mudas aptas para o plantio (MAP), número de raízes (NR) e tamanho da maior raiz (TR), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

FV	Quadrado médio					
	GL	EC (%)	EE (%)	MAP (%)	NR	TR (cm)
Ambientes	3	0,0257 ^{ns}	0,0715 [*]	0,0726 [*]	0,3208 ^{ns}	4,8146 ^{ns}
Tratamentos	4	0,1137 ^{**}	0,7576 ^{**}	0,6128 ^{**}	11,9975 ^{**}	62,6274 ^{**}
Trat x Amb	12	0,0400 ^{ns}	0,0134 ^{ns}	0,0252 ^{ns}	0,4153 ^{ns}	0,9409 ^{ns}
Erro	140	0,0178	0,0236	0,0237	0,2911	2,1966
CV (%)		9,86	13,06	13,43	35,81	59,46
Média geral		85,00	42,50	35,62	1,86	8,86

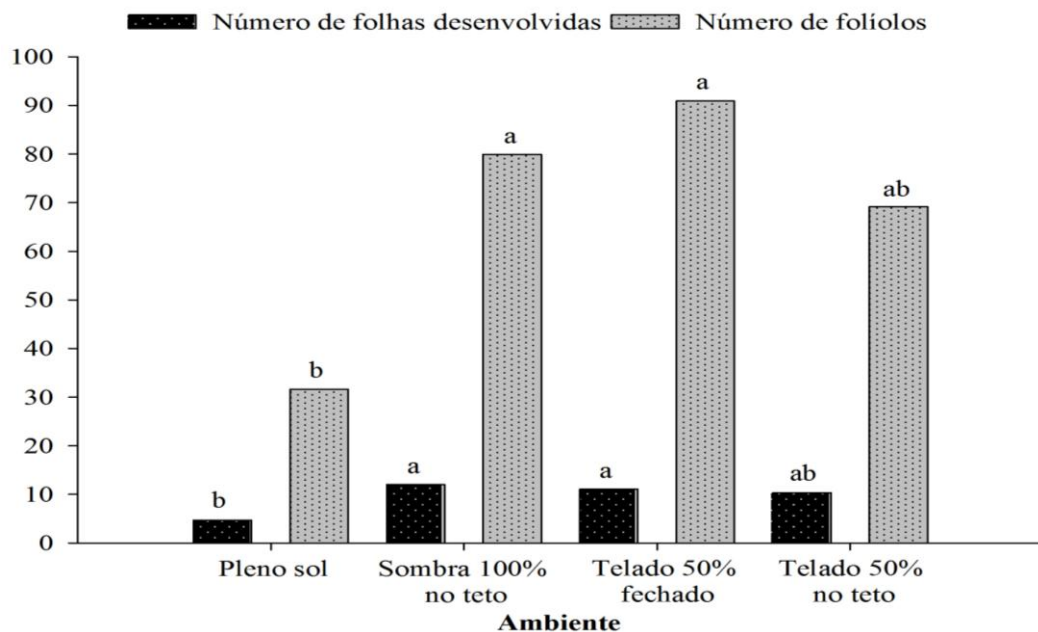
** Significativo a 1% de probabilidade, * Significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo pelo teste de F.

Os coeficientes de variação oscilaram entre 9,86% e 82,70%, indicando que houve grande diferença nas médias, principalmente, nas variáveis número de folhas desenvolvidas, de folhas em expansão, de folíolos e do tamanho de raiz. Isso pode ser explicado pelo número

de estacas usadas no experimento, pelo comportamento delas dentro de cada variável estudada, pelo diferente período que as estacas levaram para emitir brotação e para enraizar, pelo conteúdo de reservas das estacas e pela interação entre os diversos fatores. As estacas que enraizaram primeiro foram, provavelmente, as que possuíam as maiores quantidades de reservas e de folhas do que as que enraizaram depois.

No Gráfico 2 observa-se que as estacas sob os ambientes sombra 100% no teto (12,00) e telado 50% fechado (11,05) alcançaram as maiores médias para o número de folhas desenvolvidas, não diferindo estatisticamente das que foram mantidas sob o ambiente telado 50% no teto (10,35); no entanto, diferiram das que permaneceram sob o ambiente pleno sol (4,70).

Gráfico 2 – Número de folhas desenvolvidas (NFLD) e de folíolos (NFLo), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.



Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de REGWQ ao nível de 1% (NFLD) e 5% (NFLo) de probabilidade.

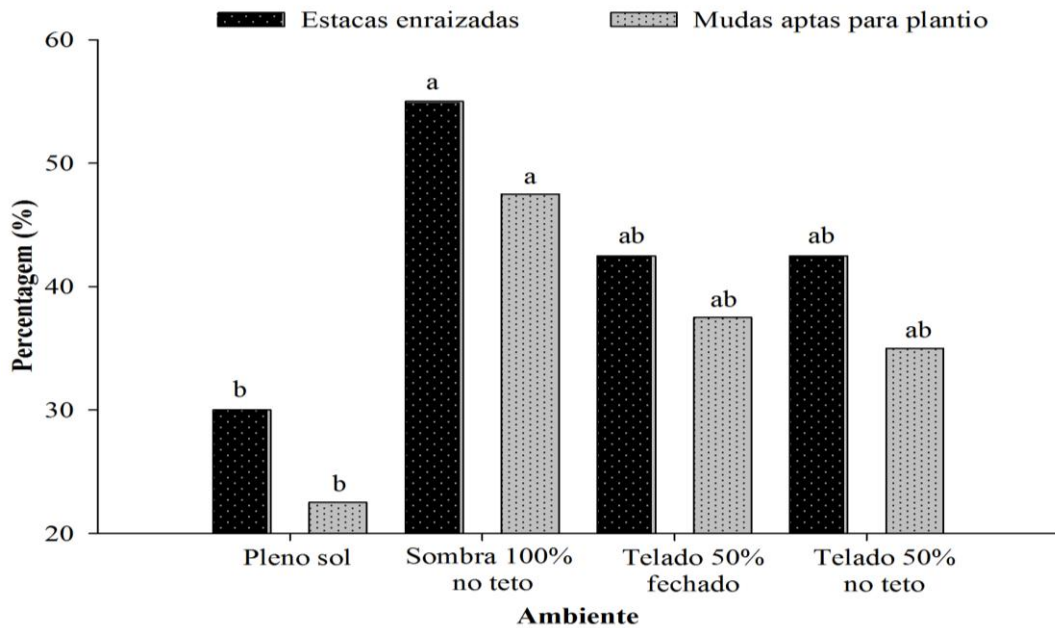
Em plantas decíduas, como as do gênero *Spondias*, a quantidade de folhas desenvolvidas é importante, pois indica que a planta está em fase vegetativa, produzindo e acumulando reservas para seu metabolismo e manutenção durante o período de repouso vegetativo. Já para as estacas, a emissão de brotações e de folhas influenciam na formação de raízes adventícias por serem órgãos eficazes na produção de auxinas, carboidratos e cofatores (FACHINELLO *et al.*, 2005; HARTMANN *et al.*, 2011) que atuando de forma sincronizada promovem o enraizamento.

No Gráfico 2 observa-se que o número de folíolos em estacas mantidas nos ambientes telado 50% fechado (90,00) e sombra 100% no teto (79,95) alcançaram as maiores médias, sem diferirem estatisticamente do ambiente telado 50% no teto (69,15); no entanto, diferiram de estacas sob o ambiente pleno sol (31,63). Os ambientes que proporcionaram pelo menos 50% de sombra para as estacas foram os que tiveram as melhores médias; ressalta-se que uma muda bem formada de umbu-cajazeira deve apresentar pelo menos 60 folíolos expandidos, o que corresponde à média de 6 folhas fisiologicamente ativas. Tosta *et al.* (2012), estudando o efeito do ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira, mantiveram os propágulos em bandejas sob telado tipo sombrite com 50% de interceptação luminosa, constatando a maior média para folíolos no valor de 38,4.

Notou-se comportamento similar das estacas para as variáveis número de folhas desenvolvidas e número de folíolos propagadas nos diferentes ambientes, sendo que os ambientes sombra 100% no teto e telado 50% fechado obtiveram médias que os destacaram com opções para enraizamento e formação de mudas por estaquia de umbu-cajazeira. Por sua vez, o ambiente pleno sol proporcionou médias inferiores aos demais ambientes, o que indica que não se trata de ambiente propício para a propagação por estaquia da espécie em estudo.

No Gráfico 3 observa-se que as estacas mantidas no ambiente com sombra 100% no teto obtiveram 55% de enraizamento, não diferindo estatisticamente dos ambientes que possuíam 50% de sombreamento que apresentaram 42,5% de enraizamento cada. Todavia, estacas mantidas no ambiente a pleno sol obtiveram percentual de enraizamento (30%) bastante inferior ao ambiente de sombra 100% no teto. Pressupõe-se que temperaturas moderadas podem promover o enraizamento de estacas; por outro lado, temperaturas elevadas podem levar a morte das mesmas; observou-se neste trabalho que no ambiente sob sombra houve o maior percentual de enraizamento das estacas, sendo indicativo de ambiente propício à propagação por estaquia de umbu-cajazeira. De acordo com Hartmann *et al.* (2011), as temperaturas adequadas para o enraizamento da maioria das plantas situam-se entre 21 °C e 27 °C diurnos e 15 °C noturnos; e, temperaturas elevadas devem ser evitadas, pois estimulam o desenvolvimento de gemas laterais antes do aparecimento de raízes, aumentando assim, a transpiração e a perda de água pelas folhas resultando na seca e morte das estacas.

Gráfico 3 – Percentagem de estacas enraizadas (EE) e de mudas aptas para o plantio (MAP), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.



Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de REGWQ ao nível de 5% de probabilidade.

Ainda no Gráfico 3 observa-se que estacas propagadas no ambiente de sombra 100% no teto (47,5%) promoveram o maior percentual de mudas aptas para o plantio, diferindo de estacas sob o ambiente a pleno sol (22,5%) em 25 pontos percentuais. As estacas propagadas nos ambientes telado 50% fechado e no ambiente telado 50% no teto, apresentaram respectivamente 37,5% e 35% para a variável analisada; portanto, não diferiram dos dois ambientes citados acima e nem entre si. Com isso, os ambientes que promoveram pelo menos 50% de sombra para as estacas foram os que se mostraram ideais para a propagação de mudas de umbu-cajazeira por estaquia. Souza e Lima (2005) mantiveram estacas de cajazeira sob sombrite com 50% de interceptação luminosa e constataram percentuais de mudas aptas para plantio variando de 5% a 20%.

Na Tabela 8 observa-se que o número de folhas nas estacas tratadas com Sela Gel[®] + incisão alcançaram as maiores médias (26,00), não diferindo estatisticamente dos tratamentos Sela Gel[®] + fermento e Radimax[®] + incisão 20,38 e 20,28 respectivamente. Estacas que não foram submetidas a tratamento (15,56) e ao tratamento Radimax[®] + fermento (15,31) foram as que tiveram as menores médias. Como o número de folhas é um dos indicativos de planta bem formada quando propagada por estaquia, o tratamento Sela Gel[®] + incisão mostrou-se eficaz.

Tabela 8 – Número de folhas (NFL), número de folhas desenvolvidas (NFLD), número de folhas em expansão (NFLE) e número de folíolos (NFLo), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

Tratamento	Variável			
	NFL	NFLD	NFLE	NFLo
Testemunha	15,56 b	2,75 b	12,81 a	18,06 b
Sela Gel [®] + ferimento	20,38 ab	15,59 a	5,09 b	112,34 a
Radimax [®] + ferimento	15,31 b	2,69 b	12,63 a	17,56 b
Sela Gel [®] + incisão	26,00 a	21,66 a	4,34 b	156,00 a
Radimax [®] + incisão	20,28 ab	4,94 b	15,34 a	35,56 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de REGWQ ao nível de 1% de probabilidade.

Rebouças (2011) e Oliveira (2012) trataram estacas de cajazeira com AIB na forma líquida em doses até 1.000 e 2.000 mg.L⁻¹, respectivamente, e não observaram efeito significativo para a variável número de folhas. Vieira (2013), avaliando a propagação assexuada de umbu-cajazeira na mesorregião Centro-Sul do Ceará, constatou que a aplicação de AIB na forma líquida a 1.000 mg.L⁻¹ em estacas alcançou a maior média (27,46), porém não diferiu estatisticamente das que foram tratadas com AIB na forma de gel 3.000 mg. L⁻¹ (12,40). Cunha (2013), avaliando o enraizamento de estacas de *Spondias* submetidas a doses de ácido indolbutírico (AIB) e diferentes substratos, constatou que para a ciriguela a dose máxima estimada de 369,80 mg.L⁻¹ de AIB promoveu o maior valor na variável número de folhas (7,01); contudo, com o aumento dos níveis da auxina ocorreu decréscimo desta variável. Neste estudo, estacas que foram tratadas com AIB na forma de gel promoveram as maiores médias para número de folhas. Conforme Pacheco e Franco (2008), as folhas são locais de síntese de auxina e carboidratos e, portanto, a presença dessas estruturas em estacas favorece a sobrevivência e a formação de raízes.

Observa-se na Tabela 8 que o número de folhas desenvolvidas nos tratamentos que continham Sela Gel[®], combinado com incisão (21,66) ou ferimento (15,59), destacaram-se em relação aos demais. Folhas desenvolvidas podem ser caracterizadas como completamente expandidas, que atuarão diretamente nos processos fisiológicos da planta; em *Spondias*, o rápido desenvolvimento das folhas é benéfico, pois se trata de um tecido clorofilado com capacidade de fazer fotossíntese, indispensável à geração de fotoassimilados que suprirão o vegetal antes de senescerem, o que é característico de plantas deste gênero.

Ainda na Tabela 8 observa-se que o número de folhas em expansão nas estacas não

submetidas a tratamento ou que foram tratadas com Radimax[®], independente do tipo de lesão na base, alcançaram as maiores médias comparadas com as estacas que foram tratadas com Sela Gel[®]. O elevado número de folhas em expansão na estaca pode torná-la uma muda com muitas folhas futuramente, porém, compromete o pleno desenvolvimento da mesma, pois folhas em desenvolvimento não são capazes de suprir alguns processos fisiológicos desejáveis na planta.

Ressalta-se que as variáveis número de folhas desenvolvidas e número de folhas em expansão, que foram quantificadas a partir da variável número de folhas, apresentaram comportamento inversamente proporcional para estacas submetidas aos diferentes tratamentos.

Na Tabela 8 observa-se que o número de folíolos em estacas submetidas aos tratamentos Sela Gel[®] + incisão (156,00) e Sela Gel[®] + ferimento (112,34) tiveram as maiores médias, diferindo dos demais tratamentos. Segundo Vieira (2013), o número de folhas tem relação direta com o número de folíolos, fato observado nesta pesquisa, pois os tratamentos que promoveram os maiores números de folhas, principalmente as desenvolvidas, foram os que obtiveram as maiores médias para o número de folíolos. Rebouças (2011) não encontrou diferença significativa para a variável número de folíolos em estacas de cajazeira tratadas com diferentes doses de AIB; no entanto, avaliando diferentes tipos de estacas (basal, mediana e apical), constatou que estacas basais obtiveram maiores médias para o número de folíolos.

Observa-se na Tabela 9 que o tratamento Sela Gel[®] + incisão foi o único que proporcionou às estacas 100% de formação de calos, embora não tenha diferido estatisticamente do tratamento Radimax[®] + incisão (93,75%), Sela Gel[®] + ferimento (87,50%) e Radimax[®] + ferimento (81,25%). Estacas que não receberam qualquer tratamento (testemunhas 62,50%) apresentaram baixo percentual de formação de calo. A formação de calo na base da estaca é essencial para a iniciação da raiz, seja induzido por lesões ou não, como constatado neste trabalho. A lesão estimula a divisão celular, a mitose, eleva a absorção de água e de fitohormônios, proporcionando aumento na formação de calo e, posteriormente, a formação de raízes adventícias (FACHINELLO *et al.*, 2005; HARTMANN *et al.*, 2011); constatou-se neste trabalho que a lesão provocada na base das estacas promoveu médias que variaram entre 18,75% e 37,5% de diferença em relação às estacas que não receberam lesão.

Tabela 9 – Percentagem de estacas com calo (EC), de estacas enraizadas (EE) e de mudas aptas para o plantio (MAP), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliadas aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

Tratamento	Variável		
	EC (%)	EE (%)	MAP (%)
Testemunha	62,50 b	12,50 b	9,38 c
Sela Gel [®] + ferimento	87,50 a	68,75 a	56,25 b
Radimax [®] + ferimento	81,25 ab	9,38 b	9,38 c
Sela Gel [®] + incisão	100,00 a	93,75 a	84,38 a
Radimax [®] + incisão	93,75 a	28,13 b	18,75 c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de REGWQ ao nível de 1% de probabilidade.

Na Tabela 9 observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + incisão com 93,75% e Sela Gel[®] + ferimento com 68,75% foram os que obtiveram os maiores percentuais de enraizamento das estacas, diferindo dos demais tratamentos. Ainda que o tratamento Radimax[®] + incisão tenha resultado em maior percentual (28,13%) em relação Radimax[®] + ferimento (9,38%) e testemunha (12,50%), não houve diferença significativa entre os três tratamentos.

A maior área de contato provocada pela incisão na base da estaca, quando comparada ao ferimento e a testemunha, aumentou a percentagem de enraizamento; a aplicação do Sela Gel[®] foi, também, superior em relação a aplicação do Radimax[®] ao se comparar os tratamentos, pois observou-se que o enraizamento proporcionado nas estacas dos tratamentos foi bastante distinto. Na literatura as taxas de enraizamento obtidas por estaquia das *Spondias* são baixas; para a umbu-cajazeira, que é espécie com menos estudos comparada a cajazeira e ao umbuzeiro, espécies do gênero mais estudadas no Brasil, os percentuais além de baixos são variáveis. Façanha (1997), avaliando o enraizamento de estacas de caule de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.), verificou 22,5% de enraizamento em estacas tratadas com AIB a 1.000 mg.L⁻¹. Vieira (2013), avaliando a propagação assexuada de umbu-cajazeira da mesorregião Centro-Sul do Ceará, observou que estacas tratadas com AIB na forma líquida 1.000 mg.L⁻¹ proporcionaram 20,74% de enraizamento, não diferindo, porém, das estacas tratadas com AIB a 3.000 mg.L⁻¹ aplicado na forma de gel, que tiveram 11,11% de enraizamento. Souza e Araújo (1999) observaram 22,5% de enraizamento em estacas de caule de umbu-cajazeira na dose de 1.000 mg.L⁻¹ de AIB. Bastos *et al.* (2014), avaliando a propagação vegetativa de umbu-cajazeira, constataram 35% de enraizamento utilizando a dose de 3.000 mg.L⁻¹ de AIB.

Souza e Lima (2005), avaliando o enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira, obtiveram 25% de enraizamento com a dose de 1.000 mg.L^{-1} de AIB. Rios *et al.* (2012), avaliando as concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro, alcançaram 31% de enraizamento com a dose de 6.000 mg.L^{-1} de AIB. Pelos dados apresentados constata-se que as *Spondias* são plantas de difícil enraizamento, conforme afirmam Souza e Costa (2010). A estaquia é um processo importante na propagação assexual e utilizada na produção de mudas de muitas frutíferas, seja pelo plantio direto de mudas como a goiabeira, a aceroleira, a cirigueleira, a umbu-cajazeira ou na produção de portas-enxertos clonais de videira e de macieira.

Na Tabela 9 observa-se que estacas submetidas ao tratamento Sela Gel[®] + incisão mostraram-se superiores, alcançando 84,38% de mudas aptas para o plantio, diferindo estatisticamente dos outros tratamentos. O tratamento Sela Gel[®] + ferimento com 56,25% de mudas aptas para o plantio foi o que ficou mais próximo do tratamento anterior, indicando comportamento mediano para essa variável. Os demais tratamentos mostraram baixos percentuais de mudas aptas para o plantio, isto é, a não aplicação ou a combinação entre a lesão na base da estaca com Radimax[®] não implicou no aumento de mudas aptas para o plantio.

As variáveis estacas com calo, estacas enraizadas e mudas aptas para o plantio têm relação entre si, pois, a partir da formação do calo na estaca ocorre a formação da raiz; e, para que se considere uma planta formada por estaquia ela deve possuir sistema radicular e parte aérea bem formados. O tratamento Sela Gel[®] + incisão foi o que permitiu às estacas alcançarem os maiores percentuais nas variáveis EC, EE e MAP; provavelmente a ação do produto na base da estaca protegeu-a contra a embolia e forneceu quantidade suficiente de auxina, proporcionando maior formação de calo, o que resultou no maior enraizamento das estacas; e, por fim, no maior percentual de mudas aptas para o plantio.

Na Tabela 10 observa-se o número de raízes de estacas submetidas ao tratamento Sela Gel[®] + incisão foram as que apresentaram as maiores médias (5,41) de raízes, diferindo dos demais tratamentos. O tratamento Sela Gel[®] + ferimento proporcionou média de 3,31. Porém, estacas tratadas com Radimax[®], independente da lesão, e as que não sofreram tratamento apresentaram médias bastante inferiores, ficando com valores abaixo de 1.

Vieira (2013), utilizando AIB na forma de gel, obteve a média de 1,93 de raízes por estaca; com a aplicação na forma líquida observou valor médio de 6,2 raízes por estaca plantada em saco plástico, resultados que mostraram médias abaixo e acima do constatado nesta pesquisa. Os resultados obtidos neste trabalho com a aplicação de AIB na forma de gel

diferiram dos obtidos por Rios *et al.* (2012), em que o maior número de raízes por estacas de umbuzeiro (1,65) ocorreu na concentração de 6.000 mg.L⁻¹. Tosta *et al.* (2012), estudando o efeito do ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajareira, verificaram que o número de raízes por estacas aumentou conforme houve acréscimo nas concentrações de AIB, alcançando 3,8 raízes por estacas, com concentração máxima de 8.545 mg.L⁻¹ de AIB.

Tabela 10 – Número de raízes (NR) e tamanho da maior raiz (TR), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

Tratamento	Variável	
	NR	TR (cm)
Testemunha	0,16 c	2,16 b
Sela Gel [®] + ferimento	3,31 b	16,84 a
Radimax [®] + ferimento	0,13 c	1,88 b
Sela Gel [®] + incisão	5,41 a	19,38 a
Radimax [®] + incisão	0,31 c	4,06 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de REGWQ ao nível de 1% de probabilidade.

Ainda na Tabela 10 observa-se que o tamanho da raiz das estacas foi influenciado pelos tratamentos Sela Gel[®] + incisão e Sela Gel[®] + ferimento 19,38 e 16,84 respectivamente. Estacas que não receberam tratamento ou as que foram tratadas com o Radimax[®] tiveram tamanho médio de raízes inferiores. O tamanho da raiz foi influenciado pela ação do AIB na forma de gel, combinado com a lesão na base da estaca, pois, observou-se diferenças significativas para os demais tratamentos. Ressalta-se que a aplicação do Sela Gel[®], combinado com a incisão ou ferimento, promoveu as maiores médias, também, para o número de folhas desenvolvidas e para o número de folíolos; assim, pode-se inferir que existem relações entre essas variáveis e o desenvolvimento radicular das estacas. Para muitas espécies há necessidade da manutenção da folha e da brotação durante a propagação por meio de estaquia, pois são órgãos responsáveis pela produção de reguladores de crescimento e acúmulo de nutrientes, atribuindo-se a folha papel fundamental na formação de raízes devido a sua capacidade de sintetizar carboidratos e cofatores (FACHINELLO *et al.*, 2005).

Nas Tabelas 11, 12, 13 e 14 estão apresentadas as comparações das médias dos tratamentos que foram constituídos de enraizador e lesão, com o tratamento testemunha para todas as variáveis e obtido o intervalo de confiança para as médias ao nível de 95% de

confiabilidade.

Para a variável número de folhas em estacas de umbu-cajazeira (TABELA 11), nota-se que o tratamento Sela Gel[®] + incisão diferiu estatisticamente do tratamento testemunha, com diferença média de 10,44; isso mostra a real diferença entre os dois tratamentos, dentro do intervalo de confiança que se situou entre 3,70 e 17,18.

Para a variável número de folhas desenvolvidas em estacas de umbu-cajazeira (TABELA 11), observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + ferimento (12,84) e Sela Gel[®] + incisão (18,91) apresentaram médias significativamente diferentes em relação ao tratamento testemunha, com intervalo de confiança situando-se de 6,24 a 19,45 e de 12,30 a 25,51 respectivamente.

Tabela 11 – Comparação dos tratamentos constituídos de enraizador e lesão com a testemunha para número de folhas (NFL) e número de folhas desenvolvidas (NFLD), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

Tratamento	Variável			
	NFL		NFLD	
	Diferença média	IC	Diferença média	IC
SG [®] + Fer - Test	4,81	[-1,93; 11,55]	12,84*	[6,24; 19,45]*
Rad [®] + Fer - Test	-0,25	[-7,00; 6,50]	-0,06	[-6,67; 6,55]
SG [®] + Inc - Test	10,44*	[3,70; 17,18]*	18,91*	[12,30; 25,51]*
Rad [®] + Inc - Test	4,72	[-2,02; 11,46]	2,19	[-4,42; 8,80]
dms	6,74	-	6,61	-

* Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett com IC a 95% de confiança. Test = testemunha, SG[®] = Sela Gel[®], Rad[®] = Radimax[®], Fer = ferimento, Inc = incisão, IC = intervalo de confiança e dms = diferença mínima significativa.

Para a variável número de folhas em expansão em estacas de umbu-cajazeira (TABELA 12), observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + ferimento (-7,72) e Sela Gel[®] + incisão (-8,47) apresentaram médias significativas em relação ao tratamento testemunha; a média se situou no intervalo de confiança entre -12,72 e -2,72 e entre -13,47 e -3,47 respectivamente.

Para a variável número de folíolos (TABELA 12), observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + ferimento (94,28) e Sela Gel[®] + incisão (137,94) apresentaram médias significativas em relação ao tratamento testemunha; logo, a média situou-se no intervalo de confiança entre 44,06 e 144,50 e entre 87,72 e 188,16 respectivamente.

Tabela 12 – Comparação dos tratamentos constituídos de enraizador e lesão com a testemunha para número de folhas em expansão (NFLE) e número de folíolos (NFLo), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017.

Tratamento	Variável			
	NFLE		NFLo	
	Diferença média	IC	Diferença média	IC
SG [®] + Fer - Test	-7,72*	[-12,72; -2,72]*	94,28*	[44,06; 144,50]*
Rad [®] + Fer - Test	-0,19	[-5,19; 4,81]	-0,50	[-50,72; 49,72]
SG [®] + Inc - Test	-8,47*	[-13,47; -3,47]*	137,94*	[87,72; 188,16]*
Rad [®] + Inc - Test	2,53	[-2,47; 7,53]	17,50	[-32,72; 67,72]
dms	5,00	-	50,22	-

* Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett com IC a 95% de confiança. Test = testemunha, SG[®] = Sela Gel[®], Rad[®] = Radimax[®], Fer = ferimento, Inc = incisão, IC = intervalo de confiança e dms = diferença mínima significativa.

Para a variável estacas com calos (TABELA 13), observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + ferimento (25%), Sela Gel[®] + incisão (37,5%) e Radimax[®] + incisão (31,25%) tiveram médias significativas, comparadas ao tratamento testemunha; as médias situaram-se no intervalo de confiança entre 5,13% e 44,87%; 17,63% e 57,37%; e 11,38% e 51,12% respectivamente.

Tabela 13 – Comparação dos tratamentos constituídos de enraizador e lesão com a testemunha para percentagens de estacas com calos (EC), estacas enraizadas (EE) e mudas aptas para o plantio (MAP), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017

Tratamento	Variável					
	EC (%)		EE (%)		MAP (%)	
	Diferença média	IC	Diferença média	IC	Diferença média	IC
SG [®] + Fer - Test	25,00*	[5,13; 44,87]*	56,25*	[33,35; 79,15]*	46,88*	[23,90; 69,85]*
Rad [®] + Fer - Test	18,75	[-1,12; 38,62]	-3,13	[-26,02; 19,77]	0,00	[-22,97; 22,97]
SG [®] + Inc - Test	37,50*	[17,63; 57,37]*	81,25*	[58,35; 100]*	75,00*	[52,03; 97,97]*
Rad [®] + Inc - Test	31,25*	[11,38; 51,12]*	15,63	[-7,27; 38,52]	9,38	[-13,60; 32,35]
dms	19,87	-	22,90	-	22,97	-

* Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett com IC a 95% de confiança. Test = testemunha, SG[®] = Sela Gel[®], Rad[®] = Radimax[®], Fer = ferimento, Inc = incisão, IC = intervalo de confiança e dms = diferença mínima significativa.

Para a variável estacas enraizadas (TABELA 13), observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + ferimento (56,25%) e Sela Gel[®] + incisão (81,25%) apresentaram médias

significativas comparadas ao tratamento testemunha; as médias situaram-se no intervalo de confiança de 33,35% a 79,15% e de 58,35% a 100% respectivamente.

Para a variável mudas aptas para o plantio (TABELA 13), observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + ferimento (46,88%) e Sela Gel[®] + incisão (75%) tiveram médias significativas comparadas ao tratamento testemunha; as médias encontram-se no intervalo de confiança de 23,90% a 69,85% e de 52,03% a 97,97% respectivamente.

Para a variável número de raízes (TABELA 14), observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + ferimento (3,16) e Sela Gel[®] + incisão (5,25) alcançaram médias significativas comparadas ao tratamento testemunha; as médias encontram-se no intervalo de confiança de 1,62 a 4,69 e de 3,72 a 6,78 respectivamente.

Para a variável tamanho da maior raiz (TABELA 14), observa-se que os tratamentos Sela Gel[®] + ferimento (14,69) e Sela Gel[®] + incisão (17,22) alcançaram médias significativas comparadas ao tratamento testemunha; as médias encontram-se no intervalo de confiança de 8,44 a 20,93 e de 10,97 a 23,46 respectivamente.

Tabela 14 – Comparação dos tratamentos constituídos de enraizador e lesão com a testemunha para número de raízes (NR) e tamanho de raízes (TR), em estacas basais de umbu-cajazeira, avaliados aos 90 dias após plantio. Pacajus – CE, 2017

Tratamento	Variável			
	NR		TR (cm)	
	≠ médias	IC	≠ médias	IC
SG [®] + Fer - Test	3,16*	[1,62; 4,69]*	14,69*	[8,44; 20,93]*
Rad [®] + Fer - Test	-0,03	[-1,56; 1,50]	-0,28	[-6,53; 5,96]
SG [®] + Inc - Test	5,25*	[3,72; 6,78]*	17,22*	[10,97; 23,46]*
Rad [®] + Inc - Test	0,16	[-1,38; 1,69]	1,91	[-4,34; 8,15]
dms	1,53	-	22,90	-

* Diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett com IC a 95% de confiança. Test = testemunha; SG[®] = Sela Gel[®]; Rad[®] = Radimax[®]; Fer = ferimento; Inc = incisão e dms = diferença mínima significativa.

Conclusões

O agroquímico Sela Gel[®], aplicado na base de estacas de caule basais com lesão mecânica, induz o enraizamento e a formação de mudas clonadas vigorosas de umbu-cajazeira;

O agroquímico Radimax[®], aplicado na base de estacas de caule basais com lesão mecânica, não viabilizou o enraizamento e a formação de mudas de umbu-cajazeira;

A incisão na base da estaca de caule de umbu-cajazeira proporcionou as maiores médias; e

O ambiente influencia na propagação por estaquia de umbu-cajazeira, com destaque para os ambientes que proporcionaram pelo menos 50% de sombra.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. J. N. *et al.* **Dados climatológicos:** Estação de Pacajus, 2001. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2002. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 60).
- ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, P. C. L.; GUERRA, M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid umbu-cajá (Anacardiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 155, n. 4, p. 541-547, 2007.
- BASTOS, L. P. *et al.* Propagação vegetativa de umbu-cajazeira. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia - GO, v.10, n.18, p. 2508, 2014.
- CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 140-147, 2008.
- CODA, 2016. Disponível em: <<http://www.coda-agri.com/pt/produtos/aminoacidos-e-biostimulants>>. Acesso em 08 de abril de 2017.
- CUNHA, P. S. C. F. **Enraizamento de estacas de *Spondias* submetidas a diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB) e substratos.** 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.
- ECOPLANET, 2012. Disponível em: <<http://www.ecoplanet.agr.br>>. Acesso em: 08 de abril de 2017.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas.** Brasília: EMBRAPA, 2005, p. 69-109.
- FAÇANHA, R. E. **Enraizamento de estacas de caule de umbu-cajá (*Spondias* sp.).** Fortaleza: UFC, 1997. 24 p.
- GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993. p. 13-27.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices.** 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.
- LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 24, n.2, p. 338-343, 2002.

- MACHADO, M. C.; CARVALHO, P. C. L.; van den Berg, C. Domestication, hybridization, speciation, and the origins of an economically important tree crop of *Spondias* (Anacardiaceae) from the Brazilian Caatinga dry forest. **Neodiversity**, v. 8, p. 8-49, 2015.
- OLIVEIRA, E. N. A. *et al.* Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de geleias de umbu-cajá elaboradas com e sem a adição de sacarose. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impresso) São Paulo - SP, v. 74, n. 2, p. 111-120, 2015.
- OLIVEIRA, R. T. **Estaquia e interenxertia em clones de cajazeira**. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.38, n.7, p. 1900-1906, 2008.
- REBOUÇAS, K. O. **Regeneração de tipos de estacas de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- RIOS, E. S. *et al.* Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró - RN, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's Guide**. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869 p.
- SILVA JÚNIOR, J. F. *et al.* Collecting, ex situ conservation and characterization of “cajá-umbu” (*Spondias mombim* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, n. 4, p. 343-349, 2004.
- SOARES FILHO, W. S. Prospecção e seleção de genótipos de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. In: LUCENA, E. M. P.; AMORIM, A. V. (org.). **Botânica e desenvolvimento sustentável**. Fortaleza: Ed. UECE, 2011. p. 306 - 308.
- SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas *Spondias* agro-industriais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Comunicado técnico, 31).
- SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza - CE, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005.
- SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das *Spondias* cajazeira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbuzeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 133).
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.
- TOSTA, M. S. *et al.* Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 33, n. 6 supl 1, p. 2727-2740, 2012.

**VIEIRA, A. R. Propagação assexuada e qualidade de frutos de genótipos de umbu-
cajeira da mesorregião Centro-Sul do Ceará. 2013. 155 f. Tese (Doutorado em
Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.**

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fato do agroquímico Radimax[®] ter apresentado efeito limitado à formação dos calos, não afetando efetivamente o enraizamento e a formação das mudas de umbu-cajazeira, pode estar relacionado à sua composição, apenas nutrientes, não contendo reguladores relacionados ao enraizamento. Assim, embora não tendo apresentado efeito na fase de enraizamento, poderá ser avaliado em trabalhos futuros como fornecedor de nutrientes para estacas já enraizadas.

Por sua vez, a maior efetividade do agroquímico Sela Gel[®] no enraizamento e na formação das mudas de umbu-cajazeira é atribuída à presença de regulador de crescimento em sua composição, bem como à ação do gel na formação de película protetora contra embolia na estaca.

A utilização de estufins para cobertura das estacas se mostrou efetiva para a formação de calo, porém pelo curto período que ficou sobre as estacas não mostrou efetividade nas demais variáveis avaliadas. Caso seja possível montar estruturas maiores para o enraizamento de estacas de umbu-cajazeira a utilização do estufim poderá ser eficiente, pois o único problema observado e que foi determinante para a retirada foi o contato das brotações e das folhas com o plástico, que impedia o desenvolvimento normal das mesmas. Notou-se que as estacas cobertas com estufins foram as primeiras a iniciarem a emissão de brotações importante para fixação de fotoassimilados e indução do enraizamento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. J. N. *et al.* **Dados climatológicos:** Estação de Pacajus, 2001. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2002. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 60).
- ALBERTINO, S. M. F. *et al.* Enraizamento de estacas de cultivares de guaranazeiro com adubação de plantas matrizes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 47, n. 10, p. 1449-1454, 2012.
- ALMEIDA, C. C. S.; CARVALHO, P. C. L.; GUERRA, M. Karyotype differentiation among *Spondias* species and the putative hybrid umbu-cajá (*Anacardiaceae*). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 155, n. 4, p. 541-547, 2007.
- ANDREJOW, G. M. P. **Minijardim clonal de *Pinus taeda* L.** 2006. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- BARBOSA, W. *et al.* Enraizamento de estacas lenhosas de pereira tratadas com AIB e mantidas em ambiente de estufa tipo B.O.D. e de telado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 589-594, 2007.
- BASTOS, D. C. *et al.* Influência da idade biológica da planta matriz e do tipo de estaca caulinar de caramboleira na formação de raízes adventícias. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 33, n. spe 1, p. 1915-1918, 2009.
- BASTOS, L. P. *et al.* Propagação vegetativa de umbu-cajazeira. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia - GO, v.10, n.18, p. 2508, 2014.
- BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A. N. **Enraizamento de estacas: especificações técnicas para construção do modelo de propagação.** Piracicaba: IPEF, 8 p. (circular técnica), 1980.
- CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 30, n. 1, p. 140-147, 2008.
- CODA, 2016. Disponível em: <<http://www.coda-agri.com/pt/produtos/aminoacidos-e-biostimulants>>. Acesso em 08 de abril de 2017.
- CUNHA, P. S. C. F. **Enraizamento de estacas de *Spondias* submetidas a diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB) e substratos.** 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.
- DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. IBA e carboidratos no enraizamento de brotações procedentes de estacas radiciais de *Rubus* spp. **Revista Brasileira de fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 33, n. spe 1, p. 666-671, 2011.
- ECOPLANET, 2012. Disponível em: <<http://www.ecoplanet.agr.br>>. Acesso em: 08 de abril de 2017.

FAÇANHA, R. E. **Enraizamento de estacas de caule de umbu-cajá (*Spondias* sp.)**. Fortaleza: UFC, 1997. 24 p.

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

FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas - BA, v. 19, n. 1, p. 113-121, 1997.

FRAZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de mudas: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2010, 56 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 283).

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993. p. 13-27.

HARTMANN, H. T; KESTER, D. E; DAVIES JR., F. T; GENEVE, R. L. **Hartmann and Kester's Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.

HESS, C. E. Internal and external factors regulating root initiation. In: WHITTINGTON, W. J. (Ed.). **Root growth**. London: Butterworth, 1969. p. 42-53.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Formas de propagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: EMBRAPA, 2005, p. 45-56.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

LIMA, A. K. C.; REZENDE, L. P.; CAMARA, F. A. A.; NUNES, G. H. S. Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) e cirigüela (*Spondias purpurea*) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró-RN. **Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1/2, p. 33-38, 2002.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n.2, p. 338-343, 2002.

LOPES, L. C.; BARBOSA, J. G. **Propagação de plantas ornamentais**. Viçosa: UFV, 2002. 46 p.

LOPES, W. F. **Propagação assexuada de cajá (*Spondias mombim* L.) e cajá-umbu (*Spondias* spp.) através de estacas**. 1997. 41 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1997.

LOSS, A. *et al.* Indução do enraizamento em estacas de *Malvaviscus arboreus* Cav. com diferentes concentrações de ácido indol-butírico (AIB). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá - PR, v. 31, n. 2, p. 269-273, 2009.

- MACHADO, M. C.; CARVALHO, P. C. L.; van den BERG, C. Domestication, hybridization, speciation, and the origins of an economically important tree crop of Spondias (Anacardiaceae) from the Brazilian caatinga dry forest. **Neodiversity**, v. 8, p. 8-49, 2015.
- MELETTI, L. M. M.; TEIXEIRA, L. A. J. Propagação de plantas. In: MELETTI, L. M. M. (Coord.) **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000, p. 13-49.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, New York, v. 55, p. 1-92. 2015.
- NACHTIGAL, J. C. **Propagação de araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine) através de estacas semilenhosas**. 1994. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1994.
- NACHTIGAL, J. C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R. A. *et al.* Enraizamento de estacas semilenhosas de araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas - BA, v. 16, n. 1, p. 229-235, 1994.
- NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.
- OLIVEIRA, A. P.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de cultivares de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 282-285, 2003.
- OLIVEIRA, E. N. A. *et al.* Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de geleias de umbu-cajá elaboradas com e sem a adição de sacarose. **Revista do Instituto Adolfo Lutz** (Impresso) São Paulo - SP, v. 74, n. 2, p. 111-120, 2015.
- OLIVEIRA, R. T. **Estaquia e interenxertia em clones de cajazeira**. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.38, n.7, p. 1900-1906, 2008.
- PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 40 p. (UFV, Boletim, 322), 1995.
- PAULA, L. A.; BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. S.; CELOTO, M. I. B. Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 29, n. 3, p. 411-414, 2007.
- PEREIRA, A. B. *et al.* Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. em estufim. **Revista Agrotrópica**, Itabuna - BA, v. 14, n. 3, p. 91-96, 2002.
- PIO, R. *et al.* Propagação de estacas apicais de figueira: diferentes ambientes, ácido indolbutírico e tipo de estaca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 30, n. 5, p. 1021-1026, 2006.

- REBOUÇAS, K. O. **Regeneração de tipos de estacas de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- RIOS, E. S. *et al.* Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró - RN, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869 p.
- SILVA JÚNIOR, J. F. *et al.* Collecting, ex situ conservation and characterization of “cajá-umbu” (*Spondias mombim* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 51, n. 4, p. 343-349, 2004.
- SOARES FILHO, W. S. Prospecção e seleção de genótipos de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. In: LUCENA, E. M. P.; AMORIM, A. V. (org.). **Botânica e desenvolvimento sustentável**. Fortaleza: Ed. UECE, 2011. p. 306 - 308.
- SOUZA, F. X. **Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de Cajazeira na Chapada do Apodi, Ceará**. 2005. 81 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- SOUZA, F. X. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT / SEBRAE/CE, 1998.
- SOUZA, F. X.; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas Spondias agro-industriais**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 4 p. (Comunicado técnico, 31).
- SOUZA, F. X.; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 790-792, 2002.
- SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das Spondias cajazeira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbuzeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 133).
- SOUZA, F. X.; INNECCO, R.; ARAÚJO, C. A. T. **Métodos de enxertia recomendados para produção de mudas de cajazeira e de outras frutíferas do gênero Spondias**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Comunicado técnico, 37).
- SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza - CE, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005.
- SOUZA, F. X.; OLIVEIRA, R. T. **Formação de mudas interenxertadas de cajazeira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2014. 17 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 94).
- SOUZA, F. X.; SOUSA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S. Caracterização morfológica de endocarpos de umbu-cajá. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 48., 1997, Crato, CE. **Anais...** Fortaleza: SBB/BNB, 1997. p. 121.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TOSTA, M. S. *et al.* Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PR, v. 33, n. 6 supl 1, p. 2727-2740, 2012.

VASCONCELOS, R.T. **Enraizamento de estacas de *khaya senegalensis* A. Juss. em diferentes concentrações de ácido indolbutírico**. 2012. 45 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

VIEIRA, A. R. **Propagação assexuada e qualidade de frutos de genótipos de umbu-cajazeira da mesorregião Centro-Sul do Ceará**. 2013. 155 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

XAVIER, A. **Silvicultura Clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa, MG: UFV, 2002, 64 p (Cadernos didáticos, 92).