

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA
DE *Tamarindus indica* L.**

ANTONIO FLÁVIO ARRUDA FERREIRA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA
DE *Tamarindus indica* L.**

ANTONIO FLÁVIO ARRUDA FERREIRA

Orientador: Prof^a Dra. Aparecida Conceição Boliani

Co-Orientador: Dra. Flávia Dionísio Pereira

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia - UNESP – Câmpus de Ilha Solteira,
para obtenção do título de Mestre em
Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira/SP
2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F383p Ferreira, Antonio Flávio Arruda.
 Propagação vegetativa de *Tamarindus indica* L. / Antonio Flávio Arruda
Ferreira . -- Ilha Solteira: [s.n.], 2014
 95 f. : il.

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistema de Produção, 2014

 Orientador: Aparecida Conceição Boliani
 Co-orientador: Flávia Dionísio Pereira
 Inclui bibliografia

 1. Tamarindo. 2. Estaquia. 3. Alporquia. 4. Cultura de tecidos.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Tamarindus indica* L.

AUTOR: ANTONIO FLÁVIO ARRUDA FERREIRA

ORIENTADORA: Profa. Dra. APARECIDA CONCEIÇÃO BOLIANI

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. FLÁVIA DIONÍSIO PEREIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. APARECIDA CONCEIÇÃO BOLIANI

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. JOSE LUIS SUSUMU SASAKI

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. SONIA MARIA NALESSO MARANGONI MONTES

Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / Agencia Paulista de Tecnologia dos
Agronegocios

Data da realização: 13 de janeiro de 2014.

DEDICO

Aos meus pais que foram meus primeiros orientadores e que me apoiaram sempre.

A minha orientadora pelo conhecimento, carinho, atenção e confiança.

A todos meus amigos que contribuíram para que essa etapa fosse realizada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde, fé e força para vencer as barreiras impostas pela vida. Ao meu pai Rodrigo Martins Ferreira e minha mãe Patrícia Roberta B. A. M. Ferreira, pelo amor, carinho, força e suporte que me proporcionaram durante toda essa etapa.

A Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’ agradeço pela oportunidade de cursar um curso de pós-graduação de qualidade e pelo suporte acadêmico.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudos, pelo auxílio financeiro para elaboração dos experimentos e para a divulgação dos nossos trabalhos em eventos da área.

Agradeço a minha orientadora Aparecida Conceição Boliani, por ter me aceito como orientado, pelos puxões de orelhas nos momentos necessários, pelo suporte e por todas as portas que me abriu, pelos conselhos, pela paciência, principalmente pela confiança depositada no meu trabalho, sem esquecer os “pedala Tonho”.

A minha amiga Belisa Saito, que mesmo não estando aqui em Ilha Solteira pra fazer amizade com ninguém, agradeço pelos minutos perdidos ou ganhos nos banquinhos da universidade, dos papos e pela amizade incondicional.

A Juliana Cabral agradeço pela confidencialidade, pela orientação em todos os momentos, por abrir as portas de sua casa em Rio Verde/GO, por dividir sua família, que por sinal sou muito grato a Liamar, pelas jantas, pela cama e pela hospitalidade, Ju sempre que precisar estou aqui.

Agradeço também a Flávia Dionísio, por ter aberto as portas do Instituto Federal Goiano, para que fosse possível a montagem dos experimentos e principalmente pelo conhecimento e aprendizado que me forneceu.

Ao meu amigo Douglas Xavier agradeço por todos os momentos juntos, pela amizade e companheirismo e a minha irmã Maria Rita A. Ferreira agradeço pela companhia durante esse período.

MUITO OBRIGADO!

“O temor do senhor é o princípio da sabedoria...”

(Prov. 9, 10)

RESUMO

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) é uma árvore comum em países tropicais e possui grande potencial para exploração, devido ao seu elevado valor nutritivo e suas importantes características farmacêuticas, justificando assim, sua potencialidade como uma cultura promissora. O objetivo deste trabalho foi desenvolver métodos de propagação vegetativa para produção de mudas de tamarindeiro. Foram avaliados os meios de cultivo Murashige e Skoog (MS) e Woody Plant Medium (WPM), adicionados ou não de 2g L⁻¹ de carvão ativado, nas concentrações de macronutrientes e micronutrientes em 0, 25, 50, 75 e 100% no estabelecimento de segmentos nodais e na germinação e crescimento de embriões zigóticos de tamarindeiro; o enraizamento de alporques utilizando como substrato composto orgânico, esfagno, bagaço de cana e fibra de coco de textura fina e concentrações de AIB (0, 500, 750, 1000 e 1250mg L⁻¹) e o enraizamento de estacas herbáceas, semi-lenhosas e lenhosas, submetidas a cinco concentrações de AIB (0, 500, 1000, 1500 e 2000mg Kg⁻¹) nas estações de primavera, verão, outono e inverno. A cultura de tecidos é um método viável para produção de mudas, o meio MS + carvão ativado e a concentração de sais em 25% proporcionam melhores resultados na regeneração de segmentos nodais e na germinação de embriões zigóticos de tamarindeiro. A alporquia é um método viável para produção de mudas, o esfagno favorece a porcentagem de alporques enraizados mesmo sem aplicação de regulador vegetal. A estaquia não é um método de propagação viável para a produção de mudas de tamarindeiro nas condições testadas.

Palavras-chave - Tamarindo. Estaquia. Alporquia. Cultura de tecidos.

ABSTRACT

The tamarind (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) is a common tree in tropical countries and has great potential for exploitation due to their high nutritional value and its major pharmaceutical characteristics, thus justifying its potential as a promising culture. The aim of this work was to develop methods for propagating seedlings of tamarind. The culture medium Murashige and Skoog (MS) and Woody Plant Medium (WPM) , added to 2 g L⁻¹ activated charcoal, the concentrations of macronutrients and micronutrients at 0, 25, 50, 75 and 100% were evaluated establishment of nodes and the germination and growth of zygotic embryos of tamarind, the rooting of air layers as substrate using organic compost, sphagnum , bagasse and coconut fiber and fine texture IBA concentrations (0, 500, 750, 1000 and 1250 mg L⁻¹) and rooting of semi-hardwood and hardwood softwood cuttings, received five IBA concentrations (0 , 500, 1000, 1500 and 2000 mg kg⁻¹) in the spring, summer, autumn and winter. Tissue culture is a viable method for the production of seedlings, MS medium plus charcoal and salt concentration by 25% provide better results in the regeneration of nodal segments and germination of zygotic embryos of tamarind. The layering is a viable method for producing seedlings, sphagnum favors the percentage of rooted air layers without application of plant growth regulator. Cutting is not a viable method for propagating seedlings of tamarind in the conditions tested.

Keywords - Tamarind. Cuttings. Air layering. Tissue culture.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1	Origem, Distribuição Geográfica e Variedades.....	13
2.2	Importância Econômica, Características Nutricionais e Uso do Tamarindeiro.....	14
2.3	Classificação Botânica.....	17
2.4	Descrição e Fenologia da Planta.....	17
2.5	Exigências Edafoclimáticas.....	20
2.6	Métodos de Propagação.....	21
2.6.1	Método de Propagação por Cultura de Tecidos Vegetais.....	22
2.6.2	Método de Propagação por Mergulhia Aérea (Alporquia).....	26
2.6.3	Método de Propagação por Estaquia.....	27
	REFERÊNCIAS.....	30
3	ESTABELECIMENTO IN VITRO DE <i>Tamarindus indica</i> L. (FABACEAE): MEIOS DE CULTIVO E CONCENTRAÇÕES DE SAIS.....	42
3.1	Introdução.....	44
3.2	Material e Métodos.....	45
3.3	Resultados e Discussão.....	47
3.4	Conclusões.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
4	GERMINAÇÃO IN VITRO DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE <i>Tamarindus indica</i> L. (FABACEAE): MEIOS DE CULTIVO E CONCENTRAÇÕES DE SAIS.....	56
4.1	Introdução.....	58
4.2	Material e Métodos.....	59
4.3	Resultados e Discussão.....	61
4.4	Conclusões.....	65
	REFERÊNCIAS.....	66
5	ALPORQUIA EM <i>Tamarindus indica</i> L. (FABACEAE): SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES DE AIB.....	69
5.1	Introdução.....	71
5.2	Material e Métodos.....	72
5.3	Resultados e Discussão.....	76
5.4	Conclusões.....	79
	REFERÊNCIAS.....	80

6	ESTAQUIA EM <i>Tamarindus indica</i> L. (FABACEAE): ÉPOCAS DE COLETA, TIPOS DE ESTACAS E CONCENTRAÇÕES DE AIB.....	83
6.1	Introdução.....	85
6.2	Material e Métodos.....	86
6.3	Resultados e Discussão.....	90
6.4	Conclusões.....	92
	REFERÊNCIAS.....	93
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95

1. INTRODUÇÃO

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) é uma árvore comum em países tropicais e sua casca, folhas, frutos, sementes e raízes são utilizadas como matéria-prima farmacêutica, alimentos, forragem animal e muito utilizada para proteção do solo contra erosões, evapotranspiração excessiva e radiação solar direta. Sendo amplamente utilizado como cultura de subsistência e cultivado comercialmente em vários países asiáticos (EL-SIGGID et al., 2006; AJIBOYE; AGBOOLA; ATAYESE, 2010; AJIBOYE; AGBOOLA, 2011).

Por possuir grande potencial para uso industrial na produção de sucos, em projetos paisagísticos, urbanização, arborização e ornamentação e devido ao elevado valor nutritivo do fruto e características farmacêuticas, o tamarindeiro vem justificando sua potencialidade como uma cultura promissora. No Brasil, as plantas mostram-se bem adaptadas e subespontâneas em vários estados das regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, encontradas em plantações não organizadas e dispersas, devido a pouca ou quase nenhuma atenção dada à cultura (COELHO et al., 1987; PEREIRA et al., 2008; PEREIRA et al., 2010a; PEREIRA et al., 2010b).

O método de propagação do tamarindeiro é predominantemente via sexuada, porém, as plantas cultivadas a partir de sementes podem levar mais de sete anos para iniciar sua produção, e demorando de 10-12 anos para que a produção se estabilize. Portanto, a propagação vegetativa torna-se uma opção na redução do período de juvenilidade, além de produzir mudas com alta produtividade e resistência a pragas e doenças (EL-SIDDIG et al., 2006; ALMEIDA et al., 2010; GÓES, 2011; DANTAS et al., 2012).

Um entrave para o estabelecimento de plantios comerciais do tamarindeiro é a produção tardia das plantas propagadas sexualmente, e a escassez de pesquisas nacionais em relação ao tamarindeiro é muito grande, principalmente em relação aos métodos de propagação vegetativa.

As técnicas de cultura de tecidos têm sido recorridas quando a propagação sexuada é insatisfatória, ou seja, a progênie obtida é muito heterogênea ou em casos em que a propagação por semente não ocorre naturalmente. Desta forma, o cultivo in vitro, através da micropropagação e cultivo de embriões, são métodos viáveis para a propagação de diversas espécies, proporcionando produção de mudas com alta sanidade, populações com plantas homogêneas, além de acelerar os métodos de propagação convencional como a enxertia e estaquia (PIERIK, 1990; SOUZA et al., 2007).

Pelo alto percentual de enraizamento e sua independência de infraestrutura a propagação pelo método de mergulhia aérea (alporquia) concilia o enraizamento de uma porção do ramo ainda conectado à planta-matriz, melhorando as condições para rizogênese e a estaquia também é um método viável de produção de mudas de plantas frutíferas de interesse comercial. Para uma maior qualidade, uniformidade, velocidade e porcentagem de enraizamento à aplicação exógena de auxina desempenha um papel importante na indução de primórdios radiculares (CASTRO; SILVEIRA, 2003; FACHINELLO et al., 2005; SILVA et al., 2012; PIVETTA et al., 2012).

Os métodos de propagação vegetativa através de cultura de tecidos de plantas, alporquia e estaquia vêm a ser métodos que podem acelerar o processo de produção de mudas de qualidade, baixo custo, além de reduzir o tempo de juvenilidade do tamarindeiro. Em função do exposto objetivou-se com este trabalho avaliar métodos de propagação vegetativa de tamarindeiro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem, Distribuição Geográfica e Variedades

São citadas várias áreas geográficas como centro de origem do tamarindeiro: Índia (MORTON, 1987), Extremo Oriente e África (COATES-PALGRAVE, 1988), porém em consenso determinam a África como o centro de origem (EL-SIDDIG et al., 2006; AJIBOYE; AGBOOLA, 2011).

O tamarindeiro cresce nativo em toda África Central e tem sido amplamente cultivada na Ásia tropical, Oceania, Austrália, América do Norte, América Central, América do Sul e Caribe como frutífera exótica (Figura 1) (EL-SIDDIG et al., 2004; DIALLO et al., 2007; PASTRANA, RUARO, ACEVEDO, 2012).

Figura 1 – Distribuição mundial do tamarindeiro.



Fonte: EL-SIDDIG et al., 2006.

Segundo Orwa et al. (2009), o tamarindeiro é distribuído geograficamente da seguinte forma:

- **Nativa:** Burkina Faso, Camarões, República Centro-Africana, Chade, Etiópia, Gâmbia, Guiné, Guiné-Bissau, Quênia, Madagascar, Mali, Níger, Nigéria, Senegal, Sudão, Tanzânia, Uganda, Cabo Verde.
- **Exótica:** Afeganistão, Austrália, Bangladesh, Brasil, Brunei, Camboja, China, Colômbia, Côte d'Ivoire, Cuba, República Dominicana, Egito, Gana, Maior e Pequenas Antilhas, Haiti, Havaí, Honduras, Índia, Indonésia, Irã, Jamaica, Laos, Libéria, Malásia, Mauritânia, México, Myanmar, Nicarágua, Paquistão, Papua Nova Guiné, Filipinas, Porto Rico, Sri Lanka, Tailândia, Trindade, Tobago, Togo, Estados Unidos, Vietnã, Zâmbia.

O tamarindeiro é uma espécie alógama que possui grande variação nas suas características morfológicas, principalmente em relação às diferenças em relação à cor, forma e tamanho das flores, frutas e sementes, da qualidade da madeira e da polpa comercial (do doce ao ácido), além da idade para primeira frutificação (BRENNAN, 1967; MORTON, 1987; GUNASENA, HUGHES, 2000; EL- SIDDIG et al., 2006; GUNASENA, PUSHPAKUMARA, 2007; DIALLO et al., 2008; PASTRANA, RUARO, ACEVEDO, 2012).

Na Índia, uma variedade comum, com frutos de casca e mesocarpo avermelhados, tem sido considerada uma variedade intraespecífica, *Tamarindus indica* var. *rhodocarpa*. Na Venezuela, foram identificados com base em estruturas reprodutivas, pelo menos dois fenótipos e outros dez foram descritos em Benin (África Ocidental) usando taxonomia popular e 8-15 variedades distintas foram identificadas na Índia, Tailândia e Filipinas de acordo com o tamanho do fruto e o seu grau de doçura (BHATTACHARYYA, 1974; MARCANO et al., 2006; EL- SIDDIG et al., 2006; FANDOHAN et al., 2011).

Possui ampla capacidade de adaptação a diferentes latitudes e altitudes, tolerância à seca, ventos, solos pobres, baixo e alto pH e pastejo e entre as espécies de fruteiras exóticas cultivadas no Brasil o tamarindeiro tem destaque devido sua alta capacidade de adaptação as condições edafoclimáticas, principalmente nas regiões semiáridas (GUNASENA; PUSHPAKUMARA, 2007; PEREIRA et al., 2010a; PEREIRA et al., 2010b).

2.2 Importância Econômica, Características Nutricionais e Uso do Tamarindeiro

A Índia é o maior produtor de tamarindo do mundo com uma produção estimada de 250 mil toneladas por ano, sendo destinado a indústrias farmacêuticas, alimentícias e consumo in natura e no processamento de compotas, doces e geleias (ICUC, 2002; BOUROU et al., 2010).

O tamarindeiro é uma planta versátil e vários produtos obtidos servem para subsistência da população rural. O sabor doce/azedo do mesocarpo é único e muito utilizado popularmente na culinária, além das suas várias partes (raízes, madeira, casca, folhas e frutos) possuírem características nutricionais e farmacêuticas (EL-SIDDIG et al., 2006; BUYINZA; SENJONGA; LUSIBA, 2010; AJIBOYE; AGBOOLA, 2011; AZMAN et al., 2012; AMADO et al., 2011).

Na África o tamarindeiro é muito utilizado como uma árvore com grande potencial para o manejo, nutrição e reciclagem dos nutrientes no solo e no uso de sistemas

agroflorestais, devido a sua frondosa copa e seu sistema radicular profundo, auxiliando no controle da erosão do solo, em programas de reflorestamento, recuperação de solo, fitorremediação e na produção de energia (MEHTA; BARRETO; HAZRA, 2004; EL-SIDDIG et al., 2006; AJIBOYE, 2009; AJIBOYE; AGBOOLA; ATAYESE, 2010).

Sua madeira possui dureza e resistência elevada, sendo usada para vários fins, desde madeira para construção até na fabricação de móveis. As folhas e ramos são utilizados para fins medicinais em vários países do continente africano, inclusive no tratamento de meningite bacteriana. Os frutos são utilizados como matéria-prima para vários produtos como: ácido tartárico, farinha, suco concentrado, geleias, xaropes, doces e vinhos artesanais. A farinha de arroz e de batata pode ser substituída no preparo de alimentos pela farinha das sementes (BUYINZA; SENJONGA; LUSIBA, 2010; KAUR; SANDHU; KAUR, 2011).

Além de ser uma fruta nutritiva com uma variedade de utilizações, as propriedades desta espécie têm sido extensivamente estudadas, principalmente em relação aos componentes presentes nos frutos e sementes como vitamina B, carboidratos, proteínas, lupeol, lupanone e orientina (KOEPPEN; ROUX, 1965; IMAN et al., 2007)

Por séculos o tamarindeiro vem sendo utilizado como uma planta medicinal, relatado como curativo em várias farmacopeias e com propriedades valiosas (AZMAN et al., 2012). O mesocarpo dos frutos possuem altos níveis de proteínas e carboidratos do que qualquer fruta e é uma ótima fonte de sais minerais (por exemplo: fósforo, potássio e cálcio) e vitaminas (por exemplo: tiamina e niacina) (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição média de frutos de Tamarindeiro.

CONSTITUINTES	QUANTIDADE (mg 100g ⁻¹)
Água	1780 – 3580
Proteína	2000 – 3000
Carboidratos	4110 – 6140
Cálcio	34,00 – 94,00
Fósforo	34,00 – 78,00
Ferro	0,20 – 0,90
Tiamina	0,33
Riboflavina	0,10
Niacina	1000
Vitamina C	34,00

Fonte: FEUNGCHAN et al., 1996a; FEUNGCHAN et al., 1996e; FEUNGCHAN et al., 1996f.

As sementes de tamarindeiro compreendem 20-30% de tegumento e 70-75% de endosperma e são utilizadas na fabricação de farinha, polissacarídeos, adesivos, tanino e é

uma fonte alternativa de proteína, rica em certos aminoácidos essenciais e óleos (Tabela 2) (SHANKARÂCHÂRYA, 1998).

Tabela 2 – Porcentagem da composição das sementes, cotilédones e tegumento de tamarindeiro.

CONSTITUINTES	SEMENTE INTEIRA	COTILÉDONES	TESTA (TEGUMENTO)
	(%)		
Proteína	13,30 – 26,90	15,00 – 20,90	-
Gorduras/Óleos	4,50 – 16,20	3,90 – 16,20	-
Fibra Bruta	7,40 – 8,80	2,50 – 8,20	21,60
Carboidratos	50,00 – 57,00	65,10 – 72,20	-
Açúcares Totais	11,30 – 25,30	-	-

Fonte: BHATTACHARYYA et al., 1974; MORAD et al., 1978; ISHOLA et al., 1990.

As folhas e ramos são usados na alimentação de animais domésticos e selvagens, devido ao valor nutricional contendo 4,0-5,8% de proteínas além de ser uma fonte razoável de vitamina C, betacaroteno, minerais (especialmente em potássio, fósforo, cálcio e magnésio), ácido tartárico e ácido maleico (EL-SIDDIG et al., 2006).

Tabela 3 – Porcentagem da composição química de folhas tenras e flores de tamarindeiro.

CONSTITUINTES	FOLHAS TENRAS	FLORES
	(%)	
Proteínas	4,00 – 5,80	2,80
Gorduras/Óleos	1,20 – 2,10	1,50
Carboidratos (Total)	16,00 – 18,00	-
Cálcio (mg)	101,00 – 250,00	35,50
Magnésio (mg)	71,00	-
Fósforo (mg)	140,00	45,60
Ferro (mg)	2,00 – 5,20	1,50
Cloro (mg)	94,00	-
Enxofre (mg)	63,00	-
Tiamina (mg)	0,10 – 0,20	0,07
Riboflavina (mg)	0,10 – 0,20	0,14
Niacina (mg)	1,50 – 4,10	1,14
Vitamina C (mg)	3,00 – 6,00	13,80
Potássio (mg)	270,00	-
β-Caroteno (µg)	2500,00	-
Calorias (Kcal)	75,00	-
Acido Oxálico (mg)	196,00	-

Fonte: LEWIS; NEELAKANTAN, 1964a; LEWIS; NEELAKANTAN, 1964b; DUKE, 1981.

O tamarindeiro uma grande importância medicinal e são utilizados pelas populações rurais africanas no tratamento de infecções bacterianas, distúrbios gastrointestinais, icterícia,

febre além de possuírem outras atividades farmacológicas como antifúngicas, anti-inflamatórias, antiespasmódica e antidiabéticas (ALI et al., 1998; SOUZA, AKA, 2007; FERRARA, 2005; KHANZADA et al., 2008; ALI; SHAH, 2010; HAVINGA et al., 2010; FANDOCHAN et al., 2010; VAN DER STEGE, 2010; AMADO et al., 2011).

O lupeol presente em flores, a acetona e o extrato metanólico extraídos de sementes possuem efeitos antimicrobianos (ALI et al., 1998; AL-FATIMI et al., 2007; KOTHARI; SESHADRI, 2010).

Extratos das cascas das raízes de tamarindeiro possuem pinitol uma substância conhecida pelas suas atividades antidiabéticas, anti-inflamatórias e estimulantes (JAIN et al., 2007). Estudos realizados por Amado, Prada e Arranz (2011), Amado et al. (2011), Amado et al. (2012a) e Amado et al. (2012b) vem desenvolvendo e testando diferentes partes da planta de tamarindeiro na produção de comprimidos hepático-protetores.

Além disso, foi demonstrado que a suplementação diária de extrato aquoso da polpa e folhas pode inverter a formação de esteatose hepática além de possuir efeito hipolipemiantes e antioxidante (RAMOS et al., 2003; IFTEKHAR et al., 2006; AZMAN et al., 2012).

Além das características farmacológicas as sementes de tamarindeiro e casca dos frutos tem alta capacidade de remoção de cromo do que qualquer outro solvente, reduzindo a concentração na fase aquosa e alcançando níveis não detectáveis (RAO POPURI et al., 2007; AGARWAL; BHUPTAWAT; CHAUDHARI, 2006; AHALYA; KANAMADI; RAMACHANDRA, 2008).

2.3 Classificação Botânica

O tamarindeiro, tamarineiro ou tamarineira (*Tamarindus indica* L.) pertence à divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Subfamília Caesalpinioideae) (LORENZI et al., 2003; BUYINZA; SENJONGA; LUSIBA, 2010).

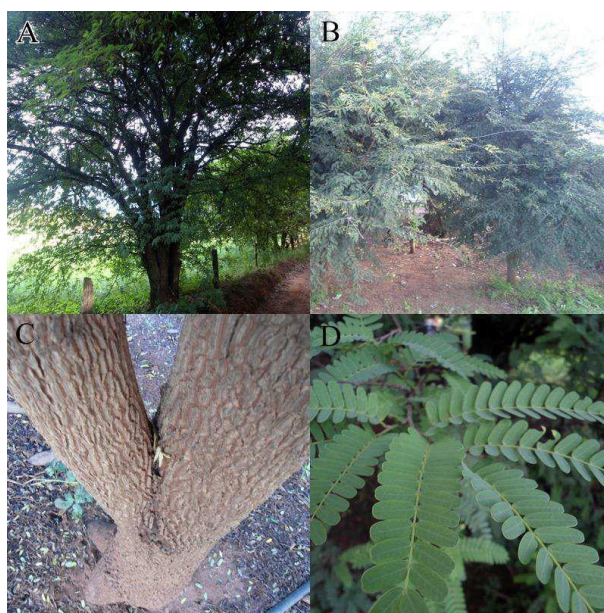
2.4 Descrição e Fenologia da Planta

O tamarindeiro é uma árvore semiperene, com 20-30m de altura, seu tronco pode chegar a 1,5-2m de diâmetro e 8m de circunferência (Figura 2A e 2B). O tronco e os ramos exsudam uma goma vermelha escura quando são danificados e sua casca é cinza-amarronzado, áspera, escamosa e seu sistema radicular principal é profundo com raízes laterais que abrangem um grande volume de solo, podendo se tornar atrofiadas em solos mal

drenados ou compactados (MORTON, 1987; EL-SIDDIG et al., 2006; AJIBOYE; AGBOOLA, 2011) (Figura 2C).

As folhas são de coloração verde-clara na superfície abaxial e verde-escuro na superfície adaxial, compostas, pinadas, alternas, glabras, com 10-18 pares de folíolos oblongos opostos de 12-25mm de comprimento. Na base da folha há um pulvino que é um espessamento da base foliar responsáveis pelos movimentos foliares, rápidos ou lentos, em resposta a estímulos externos ou endógenos e duas pequenas estípulas 0,5-1,0cm de comprimento, falciformes, acuminadas e pubescentes. Os folíolos dobram-se após escurecer devido à presença de lupeol sintetizado quando há luz e degradado no escuro (ALI et al., 1998; EL-SIDDIG et al., 2006) (Figura 2D).

Figura 2 – Árvores adultas (A e B), coloração do tronco e da casca (C) e folhas de tamarindeiro (D). Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

As flores são hermafroditas, protogínicas, nectaríferas de coloração branca ou rosada, agrupadas em cachos irregulares (racemos) com até 18 flores, irregulares com 1,5cm de comprimento e 2-2,5cm de diâmetro, a corola é composta por cinco pétalas, oblongas, imbricadas de coloração pálidas amarelas, creme, rosa ou branca, estriadas com vermelho. Possuem de 3-5 estames, as anteras são transversais de coloração marrom avermelhado, o ovário é superior, com poucos a muitos óvulos (até 18) (Figura 3A e 3B) e produzidas nos ápices dos ramos (EL-SIDDIG et al., 2006).

O fruto do tamarindeiro é simples, seco, indeiscente, monocárpico, mono ou polispérmico, do tipo vagem com 5-16cm de comprimento e até 2cm de largura e amadurecem cerca de 10 meses após a floração e pode permanecer na árvore até o próximo período de floração caso não sejam colhidos, possuem um epicarpo exterior escamoso de coloração cinza claro ou marrom e a semente é recoberta por um mesocarpo polposo-gelatinoso de coloração marrom e de sabor ácido (Figura 3C) (EL-SIDDIG et al., 2006; SOUSA, 2010).

Todas as vagens contêm 1-12 sementes achatadas, brilhantes, orbiculares, duras, de coloração vermelha ao marrom, de tamanho variável chegando de 300 a 1000 sementes por quilo de semente (Figura 3D). (EL-SIDDIG et al., 2006).

Figura 3 – Diferentes cores de botões e flores (Figura A e B), frutos (C) e sementes de tamarindeiro (D). Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor

O período de floração do tamarindeiro varia de acordo com a região e o país, dependendo da latitude e altitude do local. Na maioria dos casos as flores brotam nos ramos mais novos no período da primavera e verão e a polinização é cruzada, podendo ocorrer autopolinização, realizada principalmente por abelhas melíferas (*Apis* spp.) já que a polinização anemófila não é muito eficiente (FEUNGCHAN et al., 1996b; FEUNGCHAN et al., 1996c; FEUNGCHAN et al., 1996d).

A floração do tamarindeiro ocorre no mês de janeiro, com plena floração em fevereiro e a formação do fruto ocorre em três dias após a antese, com início de formação do mesocarpo

aos 70 dias e das sementes aos 130 dias, levando aproximadamente 280 dias após a antese para completar o ciclo, desde a floração até a colheita, representado pelo crescimento, maturação e amadurecimento dos frutos que coincide com desprendimento natural dos frutos da planta matriz, adequado para o consumo in natura (GURJÃO et al., 2006).

2.5 Exigências Edafoclimáticas

O tamarindeiro está adaptado a uma vasta gama de condições ecológicas, refletindo a sua ampla distribuição geográfica nas regiões tropicais, subtropicais e semiárido. A planta necessita de uma precipitação média anual de 500-1500mm bem distribuídos, uma exigência mínima de 250mm e máxima de até 4000mm, desde que o solo seja bem drenado e sob essas condições a planta não floresce (DUKE; TERRELL, 1974; ALLEN; ALLEN, 1981; JAMA et al., 1989; HOCKING, 1993).

O tamarindeiro pode ser cultivado em áreas muito secas com irrigação suplementar, podendo suportar até seis meses sem chuvas devido ao seu sistema radicular profundo e extenso. O clima seco é importante para o início da floração, para o desenvolvimento dos frutos e para a alta produtividade e a ocorrência de chuvas fortes durante esse período é prejudicial à produção (ALLEN; ALLEN, 1981; VON MAYDELL, 1986; MORTON, 1987).

Como característica de uma árvore de climas tropicais, o tamarindeiro suporta uma amplitude térmica de 9,5-37°C, são árvores muito sensíveis ao fogo e gelo e necessitam de proteção quando jovens sendo as mais velhas mais resistentes aos extremos de temperatura (TROUP, 1921; NRC, 1979).

O crescimento do tamarindeiro é muito lento e requer muita luminosidade, sendo observadas muitas vezes plantas isoladas de outras vegetações. Em torno da planta geralmente o solo é nu ou com poucas gramíneas, devido ao sombreamento proporcionado pela densa copa (EL-SIDDIG et al., 2006).

O tamarindeiro é muito resistente a ventos fortes e tem sido relatado o crescimento em altitudes de 0-2000m, na qual a ausência de crescimento de tamarindeiro em altitudes mais elevadas está mais associado com a diminuição da temperatura do que a própria altitude (BRENAN, 1967; JAMA et al., 1989; LI et al., 2004).

Cresce em diferentes tipos de solos, pobres e rochosos, possuindo certa tolerância a solos salinos e áreas degradadas, prosperando melhor em solos argilosos, profundos, bem drenados, o que favorece o desenvolvimento do sistema radicular. A árvore não tolera encharcamento e prefere solos mais arejados. O pH ótimo para o tamarindeiro é 5,5-6,8

embora também cresça bem em solos alcalinos (GEBAUER et al., 2001; EL-SIDDIG et al., 2004; EL-SIDDIG et al., 2006; GÓES et al., 2009).

2.6 Métodos de Propagação

A propagação é um conjunto de práticas destinadas a perpetuar espécies de forma controlada, aumentando em número e garantindo a manutenção das características agronômicas essenciais das plantas. É agrupada em propagação sexuada, que se baseia no uso de sementes, e propagação assexuada, quando se baseia no uso de estruturas vegetativas (HOFFMANN; FACHINELLO; NACHTIGAL, 2005).

O tamarindeiro pode ser propagado por ambos os métodos, tanto via sexuada como assexuada através de estacas, alporques, enxertia e cultura de tecidos. Porém o método de propagação do tamarindeiro é predominantemente via sexuada e as plantas cultivadas a partir desse método levam mais de sete anos para iniciar sua produção e demoram de 10-12 anos para que a produção se estabilize. Porém, mudas propagadas vegetativamente além de produzir mudas com alta produtividade, resistentes a pragas e doenças iniciam sua produção em 3-4 anos (EL-SIDDIG et al., 2006; GÓES, 2011).

A propagação sexuada é um método mais simples na qual a qualidade e a capacidade produtiva da planta não podem ser garantida e o tempo para o início de produção é usualmente mais longo quando comparado com mudas propagadas vegetativamente.

Diversos trabalhos relacionados a formação de mudas de tamarindeiro por sementes são encontrados na literatura, desde o uso de substratos e ambientes, profundidade de semeadura, massa e posição da semente na germinação e no crescimento inicial, na adubação e no transplântio de mudas para o campo (SILVA et al., 2007; MENDONÇA et al., 2008; FLORES et al., 2009; PAULA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2010; QUEIROZ et al., 2011; COSTA et al., 2012).

Já a propagação assexuada é o processo de multiplicação que ocorre por mecanismos de divisão e diferenciação celular, por meio de regeneração de partes da planta matriz, por estacas da parte aérea ou raiz, gemas ou outras estruturas especializadas, meristemas, ápices caulinares, calos e embriões de uma planta madura de qualidade (ICUC, 2002; FACHINELLO; NACHTIGAL; HOFFMANN, 2005; HOFFMANN; FACHINELLO; NACHTIGAL, 2005).

A propagação vegetativa leva em consideração os princípios da totipotencialidade e da regeneração celular e permite a formação de plantas provenientes de uma matriz em comum,

que possuam uma carga genética uniforme e com necessidades edafoclimáticas, nutricionais e de manejo idênticas, assegurando a formação de pomares comerciais homogêneos, antecipação do período reprodutivo e facilidade no manejo de cultivo (FACHINELLO et al., 1995; HARTMANN et al., 2002; SASSO; CITADIN; DANNER, 2010).

O tamarindeiro pode ser propagado vegetativamente por enxertia pelos métodos garfagem no topo em fenda cheia, garfagem no topo à inglesa complicada e garfagem no topo à inglesa simples e os métodos para a manipulação de tecidos in vitro de tamarindo têm sido restritas na multiplicação de meristemas apicais, segmentos nodais, tecidos cotiledonares e de brotações axilares (JAIWAL; GULATI, 1991; JAIWAL; GULATI; DAHIYA, 1998; MEHTA; KRISHNAMURTHY; HAZRA, 2000; MEHTA; BARRETO; HAZRA, 2004; GÓES, 2011).

2.6.1 Método de Propagação por Cultura de Tecidos Vegetais

A cultura de tecidos vegetais é uma alternativa para a produção de mudas e conservação de espécies em cultivo asséptico e condições controladas de nutrição, luminosidade, fotoperíodo e temperatura. A aplicação desta técnica vem tornando-se comum no mercado, visando suprir à demanda de uma fruticultura mais tecnificada, produzindo assim, mudas sadias e livres de patógenos, em qualquer época do ano, em tempo e espaço físico reduzido, com alta fidelidade genética, maior produtividade, uniformidade e desempenho no campo (SCHUCH; ERIG, 2005; COSTA et al., 2007; LÉDO et al., 2007; SOARES et al., 2007; SOARES et al., 2009; CHAGAS et al., 2008; REIS et al., 2008; GEORGE, 2008; GUTIÉRREZ et al., 2011).

As vantagens da cultura de tecidos é a possibilidade de obtenção várias plantas independentemente da estação do ano, em período reduzido, melhores condições sanitárias, e a propagação de espécies vegetais difíceis de serem propagadas por outros métodos e como desvantagem desse método tem-se a variação somoclinal, a perda de caracteres devido à intensa multiplicação, o elevado custo de produção e as dificuldades técnicas de aclimatização (SCHUCH; ERIG, 2005).

A cultura de tecidos divide-se em três etapas: a seleção, desinfestação e o estabelecimento do explante; a fase de multiplicação; e a fase de enraizamento e transferência das plantas obtidas para o ambiente externo, durante essas etapas vários fatores podem influenciar o crescimento e desenvolvimento, como o meio de cultivo utilizado, a orientação

dos explantes e as condições do ambiente de cultivo (GRATTAPLAGLIA; MACHADO, 1998; REIS et al., 2008).

Diferentes meios de cultivo vêm sendo utilizados para a regeneração de diferentes espécies e alguns desses meios foram especificamente desenvolvidos para fornecer os requisitos particulares à espécie estudada, como o meio básico de cultivo de Murashige e Skoog (MS) (MURASHIGE; SKOOG, 1962), desenvolvido inicialmente para tecido medular de *Nicotiana tabacum*, e o Woody Plant Medium (WPM), elaborado por Lloyd e Mccown (1980), atendendo melhor, em alguns casos, a propagação de plantas lenhosas, por isso, todos os nutrientes do meio de cultivo devem estar em concentrações otimizadas, de forma a assegurar o crescimento da espécie utilizada (BASSAN et al., 2006; FICK et al., 2007).

A composição básica dos meios constitui de água, macro e micronutrientes, carboidratos, vitaminas, mioinositol, podendo ainda conter regulador de crescimento, misturas complexas como água de coco e extratos vegetais e outros aditivos, como os antioxidantes, antibióticos, aminoácidos e se for preparado sólido, acrescenta-se ágar. Essas soluções de sais e açúcares que compõem os meios de cultivo não exercem efeito apenas nutritivo, mas também influenciam o crescimento celular e a morfogênese por meio de propriedades osmóticas (NUNES et al., 2008; STANCATO et al., 2008; PASQUAL et al., 2009; BRAUN et al., 2010; FERMINO JUNIOR; SCHERWINSKI-PEREIRA, 2012).

Os macronutrientes são fornecidos ao meio de cultivo na forma de sais, contendo nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio, enxofre e magnésio, que são requeridos em quantidades milimolares e são absorvidos pelas células vegetais como cátions (Ca^{+2} , Mg^{+2} e K^{+}), o nitrogênio em forma de amônio (NH_4^{+}) ou nitrato (NO_3^{-}), o fosforo como íons fosfato (HPO_4^{-2} e $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$) e enxofre como íon sulfato (SO_4^{-2}), variando a concentração ótimo de cada nutriente dependendo da espécie e do tipo de propagação (Tabela 4) (CALDAS; HARIDASAN; FERREIRA, 1998; QUISEN; ANGELO, 2008).

Os elementos que são requeridos em concentrações micromolares, micronutrientes, são o ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), boro (B), cobre (Cu) e molibdênio (Mo), além do cobalto (Co) e o iodo (I), que também possuem importância (Tabela 4) (CALDAS; HARIDASAN; FERREIRA, 1998; QUISEN; ANGELO, 2008).

As plantas, no seu ambiente natural, sintetizam as vitaminas necessárias para seu crescimento e desenvolvimento, já quando suas células ou tecidos são colocados in vitro, essas vitaminas podem ser limitantes para o crescimento. As vitaminas mais frequentemente utilizadas na cultura de tecidos são a tiamina (vitamina B1), ácido nicotínico (niacina), piridoxina e vitamina B6, as quais fazem parte do meio MS e são adicionadas em diferentes

concentrações e o mio-inositol que é considerado um estimulador de processos de crescimento in vitro e pode servir como fonte de carboidratos para a propagação (CALDAS; HARIDASAN; FERREIRA, 1998; QUISEN; ANGELO, 2008).

A fonte comum de carbono é a sacarose, que pode ser total ou parcialmente hidrolisada em glucose ou frutose e na maioria das vezes nas concentrações de 2-3%. Outros carboidratos também vêm sendo utilizados como a maltose, galactose, amido e lactose (CALDAS; HARIDASAN; FERREIRA, 1998; QUISEN; ANGELO, 2008).

Tabela 4 – Composição dos meios MS e WPM para macronutrientes, micronutrientes e compostos orgânicos.

COMPONENTES	MS	WPM
MACRONUTRIENTES	mg L ⁻¹	
CaCl ₂ .2H ₂ O	440,00	96,00
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	-	556,00
KH ₂ PO ₄	170,00	170,00
KNO ₃	1900,00	-
K ₂ SO ₄	-	990,00
MgSO ₄ .7H ₂ O	370,00	370,00
NH ₄ NO ₃	1650,00	400,00
MICRONUTRIENTES	mg L ⁻¹	
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025	-
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025	0,25
H ₃ BO ₃	6,20	6,20
KI	0,83	-
MnSO ₄ .4H ₂ O	22,30	22,30
H ₂ MoO ₄ .H ₂ O	0,25	0,25
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	8,60	8,60
ZnSO ₄ .7H ₂ O	27,80	27,80
Fe(SO ₄).7H ₂ O	37,20	37,20
ORGÂNICOS	mg L ⁻¹	
Ácido nicotínico	0,50	-
Glicina	2,00	-
Mio-inositol	100,00	-
Piridoxina	0,50	-
Tiamina	0,10	1,00

Fonte: CALDAS; HARIDASAN; FERREIRA, 1998; QUISEN; ANGELO, 2008.

O meio de cultivo MS é o mais utilizado, principalmente em trabalhos de multiplicação de diversas espécies, porém, esse meio não é satisfatório em alguns casos, quando as composições mais diluídas em macronutrientes têm melhor desempenho. Já o meio WPM contém 25% das concentrações de íons nitrato e amônia do meio MS, além de uma maior concentração de potássio e um alto nível de íons sulfato, sendo amplamente utilizado

para a micropropagação de espécies lenhosas (VILLA et al., 2006; BASSAN et al., 2006; SOARES et al., 2009; JESUS et al., 2010; WERNER et al., 2010).

A primeira etapa de um sistema de micropropagação é o estabelecimento in vitro de explantes, tendo início na seleção dos mais adequados para posterior multiplicação, o nível de diferenciação do tecido utilizado e a finalidade da micropropagação devem ser considerados para a seleção dos explantes, adotando a totipotência das células vegetais como princípio (SCHUCH; ERIG, 2005; COSTA et al., 2010).

A preferência de explantes que contenham maior proporção de tecido meristemático ou que tenham maior capacidade de expressar sua totipotencialidade é frequentemente utilizada, principalmente segmentos nodais, as gemas apicais e axilares de frutíferas e espécies arbóreas tropicais (BASSAN et al., 2006; SOUZA et al., 2007; DISARZ, 2009; GUTIÉRREZ, 2011; SILVA, 2012; FERMINO JUNIOR; SCHERWINSKI-PEREIRA, 2012).

O cultivo de embriões in vitro constitui uma técnica promissora para avançar nos conhecimentos de determinadas espécies, uma vez que a partir dela é possível reproduzir e estudar o desenvolvimento embrionário, a quebra da dormência, a produção de plântulas, testar a viabilidade das sementes e como fonte de explantes, sendo esse último, na atualidade, o mais frequente pelo fato de que tecidos embrionários serem excelentes explantes em virtude de sua natureza juvenil e alto potencial regenerativo (COLLINS; GROSSER, 1984; PASQUAL; PINTO, 1988; PIERIK, 1990; HU; FERREIRA, 1998).

Os métodos para a manipulação de tecidos in vitro de tamarindo têm sido restritos e de forma limitada na multiplicação de meristemas apicais, segmentos nodais, tecidos cotiledonares e de brotações axilares e apicais de árvores adultas ou na germinação de sementes (JAIWAL; GULATI, 1991; JAYWAL; GULATI; DAHIYA, 1998; MEHTA; KRISHNAMURTHY; HAZRA, 2000; MEHTA; BARRETO; HAZRA, 2004).

O uso de segmentos nodais na micropropagação vem crescendo, principalmente com espécies lenhosas da família Fabaceae como no caso do gênero *Acacia* onde o crescimento, a regeneração, o número de gemas e a maior taxa de multiplicação dos explantes são obtidos com o uso do meio MS com suas concentrações de sais variadas e na presença e ausência de carvão ativado. Em catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul. - Fabaceae) e barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart. - Fabaceae) os meios MS e WPM em concentrações de sais variadas também influenciam no estabelecimento in vitro dessas espécies (BECK; DUNLOP; STADEN, 2000; VENGADESAN et al., 2002; DISARZ; CORDER, 2009; CASTRO et al., 2007; BORGES et al., 2013).

Nas plantas lenhosas, como no paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby – Fabaceae), no murici-pequeno (*Byrsonima intermedia* A. Juss. - Malpighiaceae) e na macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart. – Arecaceae) a cultura de tecidos através de embriões zigóticos também vem sendo estudada (NOGUEIRA et al., 2004; REIS et al., 2007; BANDEIRA et al., 2013).

2.6.2 Método de Propagação por Mergulhia Aérea (Alporquia)

Quando a espécie possui dificuldades de multiplicação por outros métodos clonais ou mesmo por sementes, a alporquia é o método mais indicado, em que a planta a ser originada só é destacada da planta-mãe após ter formado seu próprio sistema radicular. Baseando-se no princípio de que, pelo sombreamento parcial ou total do ramo, proporcionando condições de aeração, umidade e ausência de luminosidade, a rizogênese é induzida por provocarem a redução da velocidade de transporte de carboidratos e fitorreguladores na região anelada (ROCHA et al., 2003; FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A mergulhia é o mais simples e menos drástico processo de propagação vegetativa, e que requer menor cuidado com o ambiente, sendo bastante utilizado na obtenção de porta-enxertos de frutíferas e deve ser realizada durante ou no final da estação de crescimento das plantas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; CAMPOS, 2010; DUTRA et al., 2012b).

Por ser um processo trabalhoso e exigir grande quantidade de tempo e mão-de-obra, a alporquia possui um custo mais elevado do que os outros métodos e fatores como substrato, a nutrição da planta matriz, a fisiologia da planta, a idade do ramo, umidade contínua, boa aeração, temperatura moderada na zona de enraizamento, ausência de luz, a juvenilidade do ramo e o uso dos reguladores de crescimento são importantes para a formação de raízes (HARTMANN et al., 2002; FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; DUTRA et al., 2012b).

O substrato ideal precisa fornecer água, oxigênio e nutrientes para a alporquia deve possuir textura leve, boa capacidade de absorção e retenção de água, boa drenagem e aeração, evitando o acúmulo de umidade e ser isento de substâncias tóxicas, além de permitir o crescimento das raízes e fornecer suporte estrutural à parte aérea dos alporques, garantindo o desenvolvimento de uma planta de qualidade (KÄMPF, 2000; FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; LIMA et al., 2010; DUTRA et al., 2012a; DUTRA et al., 2012b).

Tradicionalmente utiliza-se como substrato o esfagno, que é um produto desidratado, leve, poroso e apresenta grande capacidade de retenção de água (10 a 20 vezes o peso original), além de possuir conteúdo mineral baixo e o pH variando de 3,5 a 4,0 (CAMPOS, 2010). Porém, a utilização de substratos alternativos como fibra de coco, bagaço de cana e composto orgânico vem sendo testados em frutíferas (SERRANO et al., 2006; BITENCOURT; MAYER; ZUFFELLATO-RIBAS 2007; DUTRA et al., 2012b).

A formação de raízes em alporques além de estar relacionado com o substrato a ser utilizado, relaciona-se também com o uso de reguladores de crescimento e o uso exógeno de auxinas sintéticas é uma forma de favorecer o balanço hormonal, uniformizando o sistema radicular e o enraizamento (TAIZ; ZEIGER, 2004; DUTRA et al., 2012a).

O método de alporquia é viável na produção de mudas de lichia (*Litchi chinensis* Sonn. – Sapindaceae), mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes – Apocynaceae) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam – Anacardiaceae) em diferentes substratos sem o uso de reguladores vegetais e para o enraizamento de umezeiro (*Prunus mume* Sieb. & Zucc. – Rosaceae), da figueira (*Ficus carica* L. – Moraceae) e do urucum (*Bixa orellana* L. – Bixaceae) o uso de AIB na concentração de 1000mg L^{-1} é o mais indicado (MONTOVANI; OTONI; GRANDO, 2007; DANELUZ et al., 2009; REIS, 2011; DUTRA et al. 2012a; CHAGAS et al., 2012).

2.6.3 Método de Propagação por Estaquia

A estadia é um método de propagação vegetativa que possui a vantagem de garantir a seleção de genótipos superiores, maior produção de mudas em menor espaço de tempo e redução no período de juvenilidade e como desvantagens incluem a dificuldade de se induzir a produção de raízes adventícias em muitas espécies e a diminuição da capacidade de enraizamento (MELETTI, 2000; NEVES et al., 2006).

O enraizamento de estacas tem sido a técnica de multiplicação vegetativa mais comumente utilizada para a clonagem de plantas lenhosas em larga escala e a viabilidade da propagação comercial de mudas depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (NEVES et al., 2006; GRATIERI-SOSSELLA; PETRY; NIENOW, 2008).

A idade e as condições fisiológicas da planta matriz, o período de coleta e o tipo de estaca, sua juvenilidade, o estiolamento e/ou a presença de folhas e gemas e os fatores ambientais, como disponibilidade de água, luminosidade e substrato são fatores decisivos para

o bom enraizamento de estacas (HARTMANN et al., 2002; DUTRA; KERSTEN; FACHINELLO, 2002; PIO et al., 2003).

As estacas podem ser classificadas conforme a época de coleta em herbáceas que são estacas obtidas no período de crescimento vegetativo e quando os tecidos apresentam alta atividade meristemática e baixo grau de lignificação; em semilenhosas, as estacas com folhas, porém mais lignificadas que as herbáceas; e as lenhosas, quando apresentam maior taxa de regeneração potencial e são altamente lignificadas, assim os órgãos em crescimento ativo apresentam maiores concentrações de auxinas e apresentando taxas de enraizamento variáveis (FACHINELLO et al., 2005; NEVES et al., 2006; FISCHER et al., 2008).

A presença de folhas e idade das plantas matrizes é um fator que determina o sucesso da estaquia, geralmente, estacas provenientes de material vegetativo juvenil enraízam com maior facilidade, especialmente em espécies de difícil enraizamento. Possivelmente, à medida que aumenta a idade da planta, ocorre o aumento no conteúdo de inibidores e à diminuição de cofatores que influenciam no enraizamento (COSTA JÚNIOR, 2000; OLIVEIRA, 2000; LATTUADA; SPIER; SOUZA. 2011).

A viabilidade da técnica tem aumentado com a utilização de alguns procedimentos, a observância das melhores épocas de realização e o uso exógeno de reguladores de crescimento. Um balanço hormonal endógeno adequado entre promotores e inibidores do processo de rizogênese, especialmente entre auxinas, giberelinas e citocininas é necessário para uma eficiente formação de raízes (FACHINELLO et al., 1995; PASQUAL et al., 2001; GRATIERI-SOSSELLA; PETRY, NIENOW, 2008).

A maneira mais comum para promover o equilíbrio hormonal é a aplicação exógena dos reguladores de crescimento sintéticos. Esses reguladores, principalmente os dos grupos das auxinas, são essenciais no processo de enraizamento por possivelmente estimularem a síntese de etileno, favorecendo assim a emissão de raízes. O uso de concentrações adequadas de ácido indolbutírico (AIB) e a dose ideal varia com a espécie e são de extrema importância para o enraizamento das estacas (NORBERTO et al., 2001; HARTMANN et al., 2002; GONTIJO et al., 2003; FACHINELLO et al., 2005; HAN et al., 2009).

O uso da irrigação que proporcione uma umidade adequada às estacas em ambientes protegidos, fornecendo condições ambientais favoráveis à produção de mudas por estacas, são métodos utilizados para controlar os fatores externos. E o uso de substrato que proporcione sustentação às estacas, mantenha na sua base um ambiente úmido, escuro e com boa aeração é de importância no processo de estaquia e a vermiculita, apesar de seu custo elevado, adequada-se no enraizamento de estacas herbáceas e semilenhosas, possui baixa peso, elevada

porosidade, boa retenção de umidade e não disseminam doenças, sendo na maioria das vezes a vermiculita e a areia os mais utilizados (HOFFMANN et al., 1996; HARTMANN et al., 2002; OLIVEIRA, 2002).

Segundo El-Siddig et al (2006) o método mais fácil e barato de obter mudas de tamarindeiro é pela estaquia, utilizando estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas com comprimentos entre 15-20cm, podendo ser coletadas em todas as estações, com a aplicação de ácido idolbutírico (AIB) na concentração de 1000g L⁻¹.

REFERÊNCIAS

- AGARWAL, G. S.; BHUPTAWAT, H. K.; CHAUDHARI, S. Biosorption of aqueous chromium (VI) by *Tamarindus indica* seeds. **Bioresource Technology**, Essex, v. 97, n. 7, p. 949-956, 2006.
- AHALYA, N.; KANAMADI, R. D.; RAMACHANDRA, T. V. Biosorption of Chromium (VI) by *Tamarindus indica* pod shells. **Journal of Environmental Science Research International**, New Delhi, v. 1, n. 2, p. 77-81, 2008.
- AJIBOYE A. A.; AGBOOLA, D. A. Effect of some chemical scarifications on seed germination of some savanna tree species. **Journal Research in Bioscience**, New Delhi, v. 6, n. 2, p. 70-78, 2009.
- AJIBOYE, A. A.; AGBOOLA, D. A.; ATAYESE, M. A. Seed germination and peroxidase analysis of some valuable savanna tree seed species. **The Pacific Journal of Science and Technology**, Hawaii, v. 11, n. 2, p. 463-470, 2010.
- AJIBOYE, A. A.; AGBOOLA, D. A. Effect of coconut milk and *Briophyllum pinnatum* extracts on seed germination of some tree seed species. **International Research Journal of Biotechnology**, New Delhi, v. 2, n. 1, p. 29-32, 2011.
- AL-FATIMI, M. et al. Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of selected medicinal plants from Yemen. **Journal of Ethnopharmacology**, Netherlands, v. 111, n. 1, p. 657-666, 2007.
- ALI, M. S. et al. Chemotropism and antimicrobial activity of *Tamarindus indica*. **Fitoterapia**, Milano, v. 69, n. 1, p. 43-69, 1998.
- ALI, N; SHAH, S. W. A. Spasmolytic activity of fruits of *Tamarindus indica* L. **Journal Young Pharmacology**, Malaysia, v. 2, n. 3, p. 261-264, 2010.
- ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. **The Leguminosae**: a source book of characteristics, uses and nodulation. Madison: University of Wisconsin Press, 1981. 812 p.
- ALMEIDA, M. S. et al. Massa de sementes e profundidades de semeadura no desenvolvimento de mudas de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 555-560, 2010.
- AMADO, J. R. R.; PRADA, A. L.; ARRANZ, J. C. E. Formulaci3n de comprimidos de tamarindo por el m3todo de granulaci3n h3meda. **Revista Cubana de Farmacia**, Havana, v. 45, n. 3, p. 414-422, 2011.
- AMADO, J. R. R. et al. Preformulaci3n de tabletas de *Tamarindus indica* L. **Revista Cubana de Farmacia**, Havana, v. 45, n. 4, p. 553-562, 2011.
- AMADO, J. R. et al. Standardization of the quality control parameters of the *Tamarindus indica* L. soft extract. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v. 17, n. 1, 108-114, 2012a.

AMADO, J. R. R. et al. Estabilidad em estante de tabletas de las hojas de Tamarindus indica L. **Revista Cubana de Farmacia**, Havana, v. 46, n. 2, p. 240-248, 2012b.

AZMAN, K. F. et al. Antiobesity effect of Tamarindus indica L. pulp aqueous extract in high-fat diet-induced obese rats. **Journal Natural of Medicines**, Tokyo, v. 66, n. 1, p. 333-342, 2012.

BANDEIRA, F. S.; et al. Germinação in vitro de embriões zigóticos maduros de macaúba influenciada por temperaturas de armazenamento dos frutos e concentrações de sacarose. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 691-700, 2013.

BASSAN, J. S. et al. Oxidação fenólica, tipo de explante e meios de cultura no estabelecimento in vitro de canafístula (Peltophorum dubium (SPRENG.) TAUB.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 381-390, 2006.

BECK, S. L.; DUNLOP, R.; STADEN, J. V. Meristem culture of Acacia mearnsii. **Plant Growth Regulation**, London, v. 32, n. 1, p. 49-58, 2000.

BHATTACHARYYA, P. K. A note on the presence of anthocyanin pigment in the stem of red-fruited variety of tamarind. **The Indian Forester**, Rajasthan, v. 100, n. 1, p. 255-258, 1974.

BITENCOURT, J.; MAYER, J. L. S.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetative de Ginkgo biloba por alporquia. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 71-74, 2007.

BORGES, B. P. S. et al. Estabelecimento in vitro de Caesalpinia pyramidalis Tull. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS, 15, 2011, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2011. Disponível em: <<http://www2.uefs.br/semic/upload/2011/2011XV-032B%C3%A1828-220.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2013.

BOUROU, S. et al. Tamarind (Tamarindus indica L.) parkland mycorrhizal potential within three agro-ecological zones of Senegal. **Fruits**, Paris, v. 65, n. 6, p. 3-13, 2010.

BRAUN, H. et al. Germinação in vitro de sementes de beterraba tratadas com ácido giberélico em diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura. **Revista Semina**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 539-546, 2010.

BRENAN, J. P. M. Leguminosae: subfamily Caesalpinioideae. In: MILNE-REDHEAD, E.; POLHILL, R. M. **Flora of Tropical East Africa**. London: Crown Agents for Overseas Governments and Administrations, 1967. p. 151-153.

BUYINZA, M.; SENJONGA, M.; LUSIBA, B. Economic valuation of a tamarind (Tamarindus indica L.) production system: Green money from drylands of eastern Uganda. **Small-scale Forestry**, Garpenberg, v. 9, n. 1, p. 317-329, 2010.

CALDAS, L. S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M. E. Meios nutritivos. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas**. Brasília: Embrapa, 1998. p. 87-132.

- CAMPOS, G. N. F. **Clonagem de *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm. (Faveleira) por alporquia**. 2010. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais: Ecologia e Manejo de Recursos Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, 2010.
- CASTRO, L. A. S.; SILVEIRA, C. A. P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 368-370, 2003.
- CASTRO, A. H. F. et al. Cultivo in vitro e aspectos da anatomia foliar de Barbatimão [*Stryphnodendro adstringens* (Mart.) Coville Fabaceae – Papilionoideae]. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 55-107, 2007.
- CHAGAS, J. H. et al. Produção de mudas de hortelã-japonesa em função da idade e de diferentes tipos de estaca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2157-2163, 2008.
- CHAGAS, E. A. et al. Concentrações de ácido indolbutírico na propagação de umezeiro por alporquia. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1015-1020, 2012.
- COATES-PALGRAVE, K. **Trees of Southern Africa**: *Tamarindus indica* L. Cape Town: Striuk Publishers, 1988.
- COELHO, R. L. M. et al. Avaliação da preservação da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) por baixa e alta temperatura. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 18, n. 2, p. 15-22, 1987.
- COLLINS, G. B.; GROSSER, J. W. Culture of embryos. In: VASIL, I. K. (Ed.). **Cell culture and somatic cell genetics of plants**. New York: Academic, 1984, p. 241-257.
- COSTA, E. et al. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1189-1198, 2012.
- COSTA JÚNIOR, W.H. **Enraizamento de estacas de goiabeira: influência de fatores fisiológicos e mesológicos**. 2000. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- COSTA, F. H. S. et al. Efeito de agentes geleificantes alternativos no meio de cultura no cultivo in vitro de abacaxizeiro e bananeira. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 41-46, 2007.
- COSTA, G. M.; NEPOMUCENO, C. F.; SANTANA, J. R. F. Propagação in vitro de *Erythrina velutina*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1090-1096, 2010.
- DANELUZ, S. et al. Propagação da figueira ‘Roxo de valinhos’ por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 285-290, 2009.
- DANTAS, A. C. V. L. et al. Effect of gibberellic acid and the biostimulant Stimulate® on the initial growth of tamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 8-14, 2012.

DIALLO, B. O. et al. Genetic diversity of *Tamarindus indica* populations: Any clues on the origin from its current distribution? **African Journal of Biotechnology**, Victoria Island, v. 6, n. 7, p. 853-860, 2007.

DIALLO, B. O. et al. Breeding system and pollination biology of the semi-domesticated fruit tree, *Tamarindus indica* L. (Leguminosae: Caesalpinioideae): Implications for fruit production, selective breeding, and conservation of genetic resources. **African Journal of Biotechnology**, v. 7, n. 22, p. 4068-4075, 2008.

DISARZ, R.; CORDER, M. P. M. Multiplicação de gemas axilares de *Acacia mearnsii* de Wild. sob diferentes meios de cultura. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 599-606, 2009.

DUKE, J. A.; TERRELL, E. E. **Crop diversification matrix**: introduction taxon. New York: Plenum Press, 1974. 799 p.

DUKE, J. A. **Handbook of legumes of world economic importance**. New York: Plenum Press, 1981. p. 228-230.

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 327-333, 2002.

DUTRA, T. R. et al. Ácido indolbutírico e substratos na alporquia de umbuzeiro. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 424-429, 2012a.

DUTRA, T. R. et al. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 65-71, 2012b.

EL-SIDDIG, K. et al. Influence os salinity on emergence and early seedling growth of *Tamarindus indica* L. **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 69, n. 2, p. 79-81, 2004.

EL-SIDDIG, K. et al. Tamarind (*Tamarindus indica* L.). **International Centre for Underutilised Crops University of Southampton – ICUC**. Southampton: University of Southampton, 2006. 188 p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; HOFFMANN, A. Propagação por sementes. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. Cap. 3, p. 57-67.

FACHINELLO, J. C. et al. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. Cap. 4, p. 69-109.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Propagação Vegetativa por Mergulhia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. Cap. 6, p. 141-147.

FANDOHAN, B. et al. Women's traditional knowledge, use value, and the contribution of Tamarind (*Tamarindus indica* L.) to rural households' cash income in Benin. **Economic Botany**, New York, v. 64, n. 3, p. 248-259, 2010.

FANDOHAN, B. et al. Quantitative morphological descriptors confirm traditionally classified morphotypes of *Tamarindus indica* L. fruits. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 58, n. 1, p. 299-309, 2011.

FERMINO JUNIOR, P. C. P.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Germinação e propagação in vitro de cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A.C. Smith – Fabaceae). **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2012.

FERRARA, L. Antioxidant activity of *Tamarindus indica* L. **Ingredient alimentary**, New York, v. 4, n. 1, p. 13-18, 2005.

FEUNGCHAN, S. et al. Tamarind (*Tamarindus indica* L.): plant genetic resources in Thailand. **Thai Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v. 1, n. 1, p. 1-11, 1996a.

FEUNGCHAN, S. et al. Studies on the selection of tamarind rootstock. **Thai Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v. 1, n. 1, p. 34-41, 1996b.

FEUNGCHAN, S. et al. Effect of spacing on shoot formation for propagation of tamarind seedlings. **Thai Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v. 1, n. 1, p. 42-44, 1996c.

FEUNGCHAN, S. et al. Effect of plant regulators in fruit setting. **Thai Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v. 1, n. 1, p. 48-51, 1996d.

FEUNGCHAN, S. et al. Evaluation of tamarind cultivars on the chemical composition of pulp. **Thai Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v. 1, n. 1, p. 28-33, 1996e.

FEUNGCHAN, S. et al. Studies on the color change of tamarind pulp in storage. **Thai Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v. 1, n. 1, p. 52-56, 1996f.

FICK, T. A. et al. Estabelecimento e crescimento in vitro de plântulas de Louro-pardo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 343-349, 2007.

FISCHER, D. L. O. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de mirtilo sob o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 557-559, 2008.

FLORES, E. et al. Evaluación de la emergencia y las características morfológicas iniciales de *Tamarindus indica* L. con fines agroforestales. **Pastos y Forrajes**, Venezuela, v. 32, n. 2, p. 1-1, 2009.

GEBAUER, J.; EL-SIDDIG, K.; EBERT, G. Response of *Tamarindus indica* seedlings to salt stress. **Journal of Applied Botany**, Hamburg, v. 75, n. 3, p. 97-100, 2001.

GEORGE, E. F. Plant tissue culture procedure: background. In: GEORGE, E. F. et al. (Ed.). **Plant propagation by tissue culture**. 3. ed. Dordrecht: Springer, 2008. v. 1, 28 p.

GÓES, G. B. et al. Crescimento inicial de muda tipo pé-franco de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) em diferentes níveis de salinidade na água. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 5, p. 63-70, 2009.

GÓES, G. B. de. **Propagação do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) e da pitombeira (*Talisia esculenta* Raldk) por enxertia**. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

GONTIJO, T. C. A. et al. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

GRATIERI-SOSSELA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A. A. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPq, 1998. v. 1, n.1, p. 183-260.

GUNASENA, H. P. M.; HUGHES, A. Tamarind: *Tamarindus indica* L. In: HUGHES, A.; HAG, N.; SMITH, R. W. (Ed.). **Fruits for the future**. Southampton: International Centre for Underutilized Crops, 2000. p. 169.

GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G. Tamarind: *Tamarindus indica* L. In: PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; GUNASEMA, H. P. M.; SINGH, V. P. **Underutilised fruit trees in Sri Lanka**. New Delhi: World Agroforestry Centre, 2007. p. 352-388.

GURJÃO, K. C. O. et al. Desenvolvimento de frutos e sementes de tamarindo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 351-354, 2006.

GUTIÉRREZ, I. E. M. et al. Regeneração in vitro via organogênese direta de *Bauhinia cheilantha*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 260-265, 2011.

HAN, H. et al. A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin. **African Journal of Biotechnology**, Victoria Sland, v. 8, n. 3, p.348-353, 2009.

HARTMANN, H. T. et al. **Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HAVINGA, R. M. et al. *Tamarindus indica* L. (Fabaceae): Patterns of use in traditional African medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 127, n. 10, p. 574-586, 2010.

HOCKING, D. **Trees for drylands: *Tamarindus indica* L. Family Leguminosae: Caesalpinoideae**. New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co, 1993. p. 305-307.

HOFFMANN, A. et al. **Fruticultura comercial**: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319 p.

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

HU, C. Y.; FERREIRA, A. G. Cultura de Embriões. In: TORRES, A.T.; CALDAS, L.S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa/ SPI, 1998, p. 371-393.

IFTEKHAR, A. S. M. M. et al. Effect of Tamarindus indica fruits on blood pressure and lipid-profile in human model: an in vivo approach. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, Karachi, v. 19, n. 2, p. 125-129, 2006.

IMAN, S. et al. Two triterpenes lupanone and lupeol isolated and identified from Tamarindus indica L. **Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences**, Karachi, v. 20, n. 1, p. 125-127, 2007.

INTERNATIONAL CENTRE FOR UNDERUTILISED CROPS (ICUC). **Tamarind extension manual**. [S. l]: International Centre for Underutilised Crops, 2002. 30 p.

ISHOLA, M. M.; AGBAJI, E. B.; AGBAJI, A. S. A chemical study of Tamarindus indica (Tsamia) fruits grown in Nigeria. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 51, n. 1, p. 141-143, 1990.

JAIN, R. et al. Isolation of (+)-pinitol and other constituents from the root bark of Tamarindus indica Linn. *Journal of Natural Medicine*, Cornwall , v. 61, n. 3, p. 355-356, 2007.

JAIWAL, S. P. K.; GULATI, A. In vitro high frequency plant regeneration of a tree legume Tamarindus indica (L.). **Plant Cell Reports**, Secaucus , v. 10, n. 1, p. 569-573, 1991.

JAIWAL, S. P. K.; GULATI, A.; DAHIYA, S. Direct organogenesis in hypocotyls cultures of Tamarindus indica. **Biologia Plantarum**, Dordrecht, v. 41, n. 3, p. 331-337, 1998.

JAMA, B.; NAIR, P. K. R.; KURIRA, P. W. Comparative growth performance of some multipurpose species and shrubs grown at Machakos, Kenya. **Agroforestry Systems**, Dordrecht, v. 9, n. 1, p. 17-27, 1989.

JESUS, A. M. S. et al. Desenvolvimento in vitro de brotações de cafeeiro em diferentes meios de cultura e reguladores de crescimento de planta. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 6, p. 431-436, 2010.

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

KAUR, M.; SANDHU, K. S.; KAUR, J. Pasting properties of Tamarind (Tamarindus indica) kernel powder in the presence of Xanthan, Carboxymethylcellulose and Locust bean gum in comparison to Rice and Potato flour. **Journal Food Science Technology**, London, v. 50., n. 4, p. 809-814, 2011.

KHANZADA, S.K. et al. Chemical constituents of *Tamarindus indica* L. medicinal plant in Sindh. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 40, n. 6, p. 2553-2559, 2008.

KOEPPEN, B. H.; ROUX, D.G. C-Glycosylflavonoids: The chemistry of orientin and iso-orientin. **The Journal of Biochemistry**, Tokyo, v. 97, n. 1, p. 444-448, 1965.

KOTHARI, V.; SESHADRI, S. In vitro antibacterial activity in seed extracts of *Manilkara zapota*, *Anona squamosa*, and *Tamarindus indica*. **Biological Research**, Santiago, v. 43, n. 2, p. 165-168, 2010.

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

LÉDO, A. S. et al. Crescimento inicial de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes meios de germinação in vitro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 989-993, 2007.

LEWIS, Y. S.; NEELAKANTAN, S. The chemistry, biochemistry and technology of tamarind. **Journal of Science and Industrial Research**, New Delhi, v. 23, n. 1, p. 150-204, 1964a.

LEWIS, Y. S.; NEELAKANTAN, S. The real nature of tamarind anthoxanthins. **Current Science**, Bangalore, v. 15, n. 1, p. 460, 1964b.

LI, K. et al. A study on the fitting afforestation tree species during converting the land for forestry in hot and arid valley of Jinsha-river. **Forest Research**, Seoul, v. 17, n. 5, p. 555-563, 2004.

LIMA, J. F. et al. Avaliação de diferentes substratos na qualidade fisiológica de sementes de melão de caroá (*Sicana odorifera* (Vell.) Naudim). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 163-167, 2010.

LLOYD, G.; MCCOWN, B. Commercially feasible micropropagation of montain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. **Combined Proceedings International Plant Propagators Society**, Carlisle, v. 30, n.1, p. 421-327, 1980.

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 384 p.

MARCANO, H. Y.; PALMA, P. A. A.; MARIÑO, S. N. Caracterización morfológica de las estructuras reproductivas de dos fenotipos de *Tamarindus indica* L. In: CONGRESO LATINO AMERICANO DE BOTÁNICA, 9., 2006, Santo Domingo. **Resúmenes...** Santo Domingo, p. 132.

MEHTA, U. J.; BARRETO, S. M.; HAZRA, S. Effect of Thidiazuron in germinating tamarindo seedlings. **In vitro cellular & Developmental Biology Plant**, New York, v. 40, n. 1, p. 279-283, 2004.

MEHTA, U. J.; KRISHNAMURTHY, K. V.; HAZRA, S. Regeneration of plants via adventitious bud formation from mature zygotic embryo axis of tamarind (*Tamarindus indica* L.). **Current Science**, Bangalore, v. 78, n. 10, p. 1231-1234, 2000.

MELETTI, L. M. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 239p.

MENDONÇA, V. et al. Diferentes ambientes e Osmocote® na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 391-397, 2008

MONTOVANI, N.; OTONI, W. C.; GRANDO, M. F. Produção de explantes através da alporquia para o cultivo in vitro do urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 597-599, 2007.

MORAD, M. M.; EL MAGOLI, S. B.; SEDKY, K. A. Physico-chemical properties of Egyptian tamarind seed oil. **Fette Seifen Anstrichmittel**, Weinheim, v. 80, n. 1, p. 357-359, 1978.

MORTON, J. F. **Fruits of warm climates**. Winterville: Creative Resources Systems, 1987. 505 p.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Tropical Legumes: resources for the Future**. Washington: [s. n.], 1979. p.117-121.

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

NOGUEIRA, R. C. et al. Germinação in vitro de Murici-pequeno (*Byrsonima intermedia* A. Juss.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1053-1059, 2004.

NORBERTO, P. M. et al. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n.3, p.533-541, 2001.

NUNES, C. F. et al. Diferentes suplementos no cultivo in vitro de embriões de pinhão-mansão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p. 9-14, 2008.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito dos substratos artificiais no enraizamento e no desenvolvimento de maracujazeiro-azedo e doce por estaquia**. 2000. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

OLIVEIRA, A. P. **Uso de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro**. 2002. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2002.

ORWA, C. et al. 2009. **Agroforestry Database**: a tree reference and selection guide. Version 4.0. [S. l.]: World Agroforestry Centre. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

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

PASQUAL, M.; PINTO, J. E. B. P. Cultura de embriões. **Associação Brasileira de Cultura de Tecidos de Plantas**, Brasília, v. 9, n. 1, 1988, p. 2-12.

PASQUAL, M. et al. Fontes de nitrogênio, polpa de banana e ágar no desenvolvimento in vitro de plântulas de orquídea. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 211-216, 2009.

PASTRANA, F. T.; RUARO, P. M.; ACEVEDO, S. G. Contribución a La citogenética de *Tamarindus indica* (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Acta Botanica Mexicana**, Veracruz, v. 98, n. 1, p. 99-110, 2012.

PAULA, Y. C. M. et al. Doses de sulfato de potássio na produção de porta-enxerto de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.). **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 5, p. 71-79, 2009.

PEREIRA, P. C. et al. Influência do tamanho de sementes na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 73-79, 2008.

PEREIRA, P. C. et al. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 136-142, 2010a.

PEREIRA, P. C. et al. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de ateria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 152-159, 2010b.

PIERIK, R. L. M. **Cultivo in vitro de las plantas superiores**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990. 326p.

PIO, R.; et al. Enraizamento de estacas apicais de figueira tratadas com sacarose e ácido indolbutírico por imersão rápida. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 35-38, 2003.

PIVETTA, K. F. L. et al. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espiroleira (*Nerium oleander* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 17-23, 2012.

QUEIROZ, J. M. O. et al. Emergência de plântulas e crescimento inicial de tamarindeiro em diferentes substratos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p. 221-227, 2011.

QUISEN, R. C.; ANGELO, P. C. S. Manual de procedimentos do laboratório de cultura de tecidos da Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus, 2008, 44 p. (Documento 61).

RAMOS, A. et al. Screening of antimutagenicity via antioxidant activity in Cuban medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 87, n. 1, p. 241-246, 2003.

- RAO POPURI, S. et al. Biosorption of hexavalent chromium using tamarind (*Tamarindus indica*) fruit shell-a comparative study. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v. 10, n. 3, p. 358-367, 2007.
- REIS, E. S. et al. Tipos de explantes e volumes de meio de cultura no cultivo in vitro de *Melissa officinalis* L. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 83-88, 2007.
- REIS, E. S. et al. Influência do meio de cultura na germinação de sementes in vitro e taxa de multiplicação de *Melissa officinalis* L. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 3, p. 160-167, 2008.
- REIS, L. L. **Propagação de *Hancornia speciosa* Gomes: apocunaceae, por alporquia e micropropagação**. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.
- ROCHA, M. S. et al. Propagação de porta-enxertos de pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 108, n. 1, p. 1-5, 2003.
- SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jaboticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 571-576, 2010.
- SCHUCH, M. W.; ERIG, A. C. Micropropagação de Planta Frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. Cap. 8, p. 155-173.
- SERRANO, L. A. L. et al. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 487-491, 2006.
- SHANKARACHARYA, N. B. Tamarind - Chemistry, Technology and Uses: a critical appraisal. **Journal of Food Technology**, Oxford, v. 35, n. 3, p. 193-208, 1998.
- SILVA, K. N. et al. Produção de mudas de framboeseira negra por diferentes métodos de propagação vegetativa. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 418-422, 2012.
- SILVA, P. S. L. et al. Growth of seven perennial plant species adapted to the Brazilian Semi-Arid. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 935-941, 2007.
- SILVA, T. S. **Morfogênese e Conservação In Vitro de *Caesalpinia pyramidalis* Tull.** 2012, 88 f., Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.
- SOARES, F. P. et al. Organogênese direta em explantes de caulinares de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1048-1053, 2007.
- SOARES, F. P. et al. Efeito de meios de cultura, concentrações de GA₃ e pH sobre a germinação in vitro de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1847-1852, 2009.

SOUSA, D. M. M. et al. desenvolvimento pós-seminal de *Tamarindus indica* L. – Leguminosae: Caesalpinioideae. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1009-1015, 2010.

SOUZA, A.; AKA, K. J. Spasmogenic effect of the aqueous extract of *Tamarindus indica* L. (Caesalpinaceae) on the contractile activity of guinea-pig *Taenia coli*. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, Abuja, v. 4, n. 3, p. 26-266, 2007.

SOUZA, J. A. et al. Solidificante no meio de cultura e tamanho do explante no estabelecimento da propagação in vitro de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 115-118, 2007.

STANCATO, G. C.; ABREU, M. F.; FURLANI, A. M. C. Crescimento de orquídeas epifíticas in vitro: adição de polpa de frutos. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 51-57, 2008.

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

TROUP, R. S. **The Silviculture of Indian Trees**. Oxford: Clarendon Press, 1921. 363 p.

VAN DER STEGE, C. et al. Tamarind (*Tamarindus indica* L.) in the traditional West African diet: not just a famine food. **Fruits**, Paris, v. 66, n. 1, p. 171-185, 2010.

VENGADESAN, G. et al. In vitro propagation of *Acacia* species: a review. **Plant Science**, Limerick, v. 163, n. 1, p. 663-671, 2002.

VILLA, F. et al. Multiplicação in vitro de amoreira-preta ‘Cherokee’: efeito de meios de cultura, cinetina e GA3. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 307, p. 357-362, 2006.

VON MAYDELL, H. J. **Trees and shrubs of the Sahel, their characteristics and uses**. Rossdorf: TZ-Verlagsgesellschaft, 1986. 387p.

WERNER, E. T. et al. Meios de cultura, reguladores de crescimento e fontes de nitrogênio na regulação de calogênese do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 24, n. 4, p. 1046-1051, 2010.

3. ESTABELECIMENTO IN VITRO DE *Tamarindus indica* L (FABACEAE): MEIOS DE CULTIVO E CONCENTRAÇÕES DE SAIS

RESUMO

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma frutífera originária da África, muito apreciada mundialmente no consumo in natura e vem se destacando com grandes perspectivas na química de produtos naturais inclusive com produtos farmacêuticos disponibilizados no mercado. A falta de trabalhos científicos sobre a espécie, especialmente quanto à propagação, dificulta a sua disponibilidade e com isso, a oferta do produto no mercado é escassa. Plantas de tamarindeiro propagadas sexuadamente levam de 10 a 12 anos para iniciar sua produção, já as propagadas pelos métodos vegetativos, são altamente produtivas e tem o período de juvenilidade reduzido. Desta forma, têm-se grandes probabilidades de sucesso com o cultivo in vitro sendo necessária para isso a adequação de um protocolo eficiente para a propagação em escala comercial. Objetivou-se com esse experimento avaliar meios de cultivo e concentrações de sais na regeneração in vitro de segmentos nodais de tamarindeiro. Utilizaram-se os meios Murashige e Skoog (MS) e Wood Plant Medium (WPM) com 0, 25, 50, 75 e 100% dos macronutrientes e micronutrientes, acrescidos ou não com carvão ativado (2g L^{-1}). Avaliou-se aos 30 e 60 dias de cultivo a porcentagem de regeneração e formação de calos e o comprimento da parte aérea. A regeneração e o estabelecimento de segmentos nodais de tamarindeiro é um método viável de propagação. O uso do meio de cultivo MS + 2g L^{-1} de carvão ativado e 25% dos sais são os mais indicados para o estabelecimento dos explantes.

Palavras-chave - Tamarindo. Micropropagação. Cultura de tecidos. Frutífera exótica.

IN VITRO ESTABLISHMENT OF *Tamarindus indica* L. (FABACEAE): CULTURE MEDIUM AND SALT CONCENTRATION

ABSTRACT

The tamarind (*Tamarindus indica* L.) is a fruit originally from Africa, very appreciated worldwide in fresh consumption and has been outstanding with great prospects in the chemistry of natural products including pharmaceutical products available on the market. The lack of scientific studies on the species, especially the propagation hinders its availability and with it, the product offering in the market is scarce. Tamarind sexually propagated plants take 10-12 years to start production, since the propagated by vegetative methods, are highly productive and has reduced the period youthfulness. Thus, if you have a high likelihood of success with in vitro the suitability of an efficient protocol for propagation on a commercial scale is required for this. Therefore, the objective of this experiment was to evaluate culture media and concentrations of salts in vitro regeneration of nodal segments of tamarind. Used the Murashige and Skoog (MS) and Wood Plant Medium (WPM) with 0, 25, 50, 75 and 100% means the macronutrients and micronutrients, increased or not with activated charcoal (2g L^{-1}). Was evaluated at 30 and 60 days of culture the percentage of regeneration and callus formation and shoot length. Regeneration and establishment of nodal segments of tamarind is a viable method of propagation. The use of the medium of MS + 2g L^{-1} activated charcoal and 25% of salts are the most suitable for the establishment of explants.

Keywords - Tamarind. Micropropagation. Tissue culture. Exotic fruit.

3.1 Introdução

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma frutífera de origem Africana, pertencente a família Fabaceae, exótica no Brasil e vem se destacando devido sua alta capacidade de adaptação a diversas condições edafoclimáticas (PEREIRA et al., 2010a; PEREIRA et al., 2010b).

O mesocarpo de característica ácida é rico em vitamina C, proteínas e carboidratos e é muito utilizado popularmente na culinária, no preparo de geleias, sucos e sorvetes. Seus ramos são usados na alimentação animal, sua madeira é utilizada na construção civil e as sementes são ricas em carboidratos e óleos essenciais, com propriedades farmacêuticas como antifúngicas, anti-inflamatórias, antiespasmódica e antidiabéticas (ALI et al., 1998; FERRARA, 2005; SOUZA; AKA, 2007; KHANZADA et al., 2008; ALI; SHAH, 2010; HAVINGA et al., 2010; AMADO et al., 2011).

O método de propagação do tamarindeiro é predominantemente via sexuada, pois as plantas obtidas a partir de sementes levam mais de 7 anos para iniciar sua frutificação, enquanto que, mudas propagadas vegetativamente são altamente produtivas, o período de juvenilidade é reduzido e sua produção inicia-se aos 3 a 4 anos (EL-SIDDIG et al., 2006; ALMEIDA et al., 2010; QUEIROZ et al., 2011; COSTA et al., 2012).

A cultura de tecidos é uma alternativa para a conservação de espécies e produção em escala comercial de mudas saudáveis, livres de doenças e homogêneas, em cultivo asséptico, condições controladas de nutrição, luminosidade, fotoperíodo e temperatura (GUTIÉRREZ et al., 2011; ASSIS et al., 2012).

Nas fases da micropropagação vários fatores podem influenciar o crescimento da planta, como as condições ambientais, o meio de cultivo, as concentrações de sais, a presença de carvão ativado e a escolha do explante no qual seu estabelecimento é a primeira etapa para a posterior multiplicação (REIS et al., 2007; REIS et al., 2008; COSTA; NEPOMUCENO; SANTANA, 2010).

Na cultura de tecidos o meio Murashige e Skoog (MS) (MURASHIGE; SKOOG, 1962) é muito utilizado na propagação de diversas espécies de plantas enquanto o Wood Plant Medium (WPM) (LLOYD; MCCOWN, 1980) se destaca nas espécies lenhosas nativas e exóticas. A comparação e a composição nutricional dos diferentes meios de cultivo utilizados na micropropagação é uma tarefa difícil, devido às interações entre os nutrientes minerais, as exigências nutricionais de cada espécie e às diferentes etapas do processo (PASQUAL et al., 2001; WERNER et al., 2010; ASSIS et al., 2012; CAMPOS et al., 2013).

As soluções de sais que compõe os meios de cultivo exercem efeito nutritivo, influenciam o crescimento celular e a morfogênese por meio das propriedades osmóticas. Já o carvão ativado, quando adicionado ao meio de cultivo tem a capacidade de adsorver substâncias tóxicas liberadas pelos explantes ou impurezas de outros componentes e tem sido muito utilizado na micropropagação de plantas lenhosas (MOURA; MENEZES; LEMOS, 2008; FERMINO JUNIOR; SCHERWINSKI-PEREIRA, 2012).

Em função do exposto, objetivou-se com este experimento avaliar a viabilidade da propagação *in vitro*, os meios de cultivo, a presença e ausência de carvão ativado e concentrações de sais na regeneração e estabelecimento de segmentos nodais de tamarindeiro.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 30 de maio a 29 de julho de 2013, no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto Federal Goiano - Câmpus Rio Verde, GO.

Obtenção do material vegetal

Os tamarindos foram coletados de plantas nativas do município de Ilha Solteira/SP, no dia 15 de dezembro de 2012. Foi realizada a despolpa dos frutos em peneira de 3mm para remoção das sementes.

As sementes foram secas à sombra por dois dias e armazenadas em câmara fria ($\pm 18^{\circ}\text{C}$) até a época de montagem do experimento na qual foram escarificadas com lixa 80 na região do hilo, imersas em água destilada por 24h para superação da dormência. Posteriormente as sementes foram semeadas em bandejas de polipropileno brancas preenchidas com areia grossa, irrigadas manualmente com ajuda de um irrigador sempre que necessário até obtenção de plântulas (40 dias após a semeadura).

As plântulas obtidas foram mantidas em condições de laboratório, com temperatura média de $\pm 25,4^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $\pm 52,3\%$ até apresentarem de 3 a 4 nós (Figura 1A e 1B) para obtenção de segmentos nodais com aproximadamente 1cm de comprimento (Figura 1C) contendo uma gema cada.

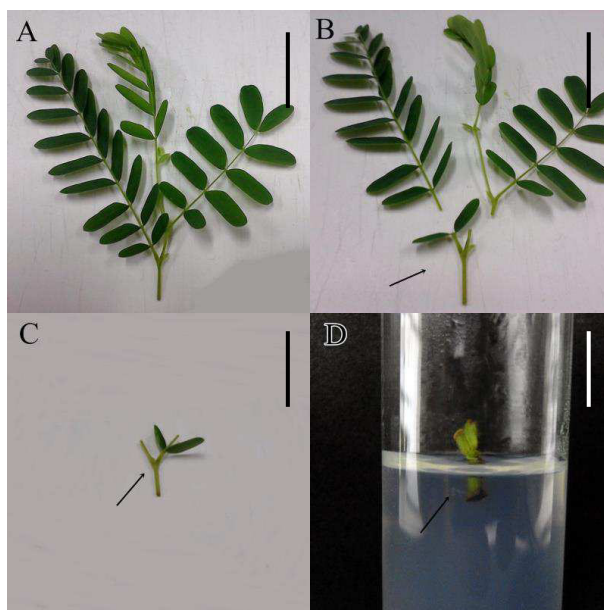
Desinfestação

Os segmentos nodais foram imersos em álcool 70% (v:v) por 1 minuto, posteriormente em solução de 1% de cloro ativo por 30 minutos juntamente com três gotas de detergente neutro (Tween 20®). O triplo enxágue foi realizado em câmara de fluxo laminar utilizando-se água destilada e autoclavada, para remoção dos produtos usados no processo de desinfestação.

Inoculação dos segmentos nodais e ambiente de cultivo

Após a tríplice lavagem os segmentos nodais foram inoculados verticalmente em tubos de ensaio (25 x 150mm) contendo 20mL de meio de cultivo, vedados com tampa plástica transparente (Figura 1D) e mantidos sob fotoperíodo de 16horas com temperatura de $25\pm 3^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de 45 a 46% e radiação fotossintética ativa de $45\text{-}55\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Figura 1 – Parte aérea de tamarindeiro (A e B) utilizados como fonte de explantes de segmentos nodais (C) inoculados em meio de cultivo (D) (Barra = 10mm). Rio Verde/GO, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tratamentos utilizados

Os meios de cultivo utilizados foram: Murashige e Skoog (MS) (MURASHIGE; SKOOG, 1962) e Woody Plant Medium (WPM) (LLOYD; MCCOWN, 1980) adicionados ou não de 2g L^{-1} de carvão ativado, nas concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100% dos

macronutrientes e micronutrientes acrescido das vitaminas propostas por White (1943), 30g L⁻¹ de sacarose e 3,5g L⁻¹ de ágar e pH ajustado para 5,7±0,3 antes da autoclavagem.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5 (meios de cultivo x concentrações de sais), com 20 repetições constituído por um tubo de ensaio.

Variáveis avaliadas

Aos 30 dias de cultivo foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de regeneração: levando em consideração explantes que regeneraram a parte aérea;
- Comprimento da parte aérea: medindo o comprimento da base da estaca até ápice da última folha;
- Porcentagem de calos: levando em consideração explantes que formaram calos na parte basal ou na parte aérea; a formação de calos na parte basal: atribuindo notas de 0 (sem calos), 1 (pelos menos um quadrante da base do explante com calos), 2 (pelo menos dois quadrantes da base do explante com calos), 3 (pelo menos três quadrantes da base do explante com calos) e 4 (quatro quadrantes da base do explante com calos);
- Formação de calos na parte aérea: atribuindo notas de 0 (sem calos), 1 (pelos menos um quadrante dos ápices com calos), 2 (pelo menos dois quadrantes dos ápices com calos), 3 (pelo menos três quadrantes dos ápices com calos) e 4 (quatro quadrantes dos ápices com calos).

Após avaliação aos 30 dias de cultivo, os explantes foram transferidos para um novo meio de cultivo, idêntico aos que lhe deram origem (1º subcultivo) e conduzidos nas mesmas condições experimentais até aos 60 dias, no qual se avaliou a porcentagem de regeneração e o comprimento da parte aérea.

Análises estatísticas

Dados expressos em porcentagem foram transformados em arco seno, e os demais foram transformados em $\sqrt{x}$. As médias obtidas foram submetidas ao teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

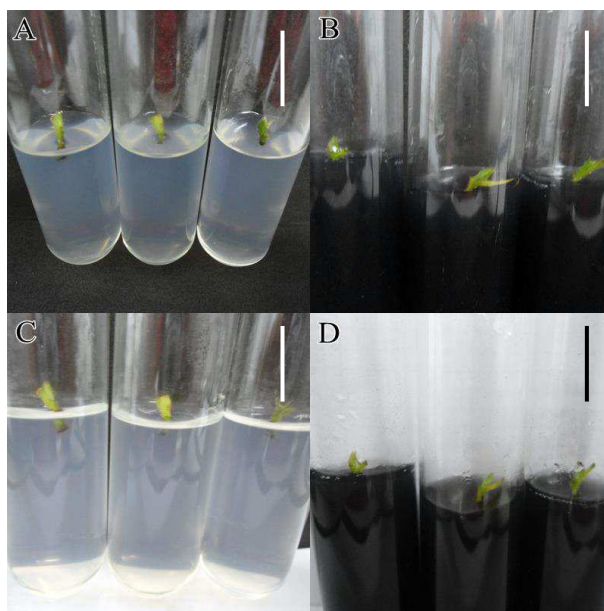
3.3 Resultados e Discussão

Observou-se aos 30 dias de cultivo na ausência de sais (0%), adicionado ou não de carvão ativado, que não ocorreu regeneração da parte aérea ou calogênese nos explantes de tamarindeiro (Figura 2A e 2B).

Na presença dos sais, aos 30 dias de cultivo, observou-se que os segmentos nodais regeneraram vigorosamente a gema axilar originando brotações de coloração verde-clara, com 2 a 3 gemas, entrenós curtos e sem formação de raízes. Observou-se também a abscisão foliar dos folíolos principalmente nas concentrações de sais mais elevadas e com pouca oxidação e formação de calos na base dos explante na presença de carvão ativado.

Após 60 dias de instalação também verificou-se que na ausência de sais (0%) não ocorreu a regeneração dos segmentos, não foi observada a formação de raízes e na base dos explantes ocorreu pouca oxidação nos meios de cultivo na ausência de carvão ativado, devido a falta de nutrientes e de substâncias necessárias para o crescimento e desenvolvimento dos explantes (Figura 2C e 2D).

Figura 2 – Explantes de segmentos nodais de tamarindeiro não regenerados aos 30 dias, nos meios livres de sais (0%) na ausência e presença de carvão ativado (Figura 1A e 1B) e aos 60 dias nos meios livres de sais (0%) na ausência e presença de carvão ativado (Figura 1C e 1D). Rio Verde/GO, 2013.

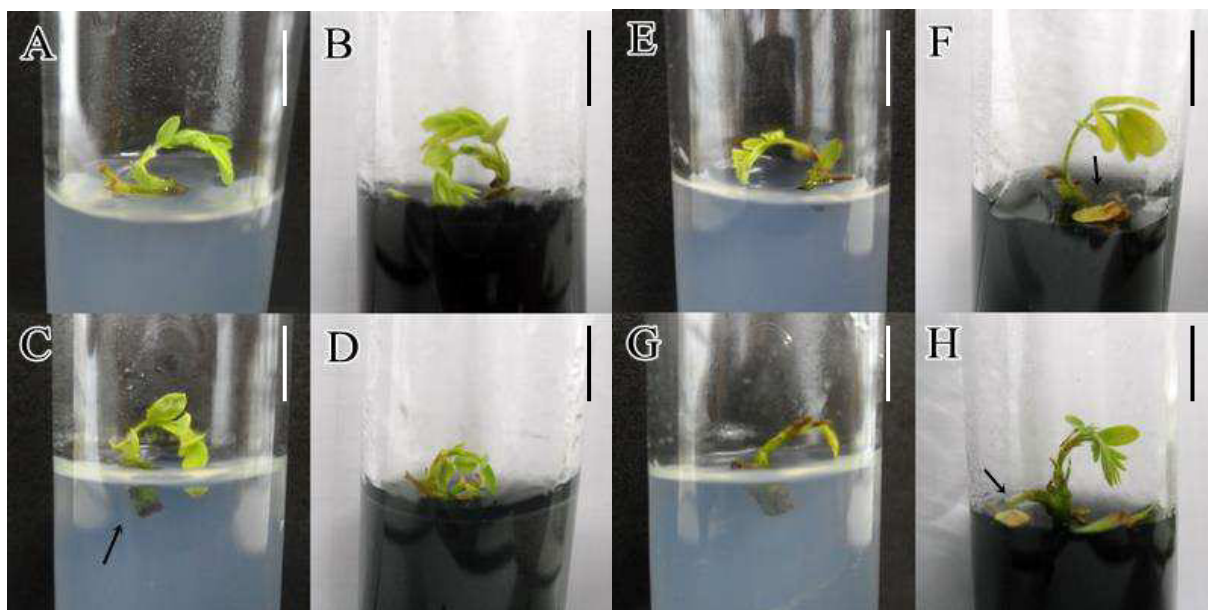


Fonte: Elaboração do próprio autor.

Com relação às variáveis avaliadas, aos 30 dias observou-se que não houve diferença significativa para a porcentagem de regeneração e comprimento da parte aérea para os meios

de cultivo utilizados. Os meios WPM e WPM + carvão ativado favoreceram as maiores porcentagens de formação de calos (58,80 e 49,20%) e formação de calos na parte aérea (1,99 e 2,41). A maior formação de calos na parte basal foi observada no meio WPM diferindo dos demais (Tabela 1) (Figura 3).

Figura 3 – Explantes regenerados aos 30 e 60 dias em meio MS (A e C, seta = oxidação) e MS + carvão ativado (B e D); aos 30 e 60 dias em meio WPM (E e G) e WPM + carvão ativado (F e H, seta = abscisão foliar) (Barra = 10mm). Rio Verde/GO, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Na ausência de sais (0%) não observou-se a regeneração dos segmentos nodais nem a formação de calos, caracterizando que explantes originários de segmentos nodais necessitam dos nutrientes presentes nos meios de cultivo para sua regeneração, crescimento de parte aérea e formação de calos (Tabela 1).

A porcentagem de regeneração, comprimento da parte aérea e formação de calos na parte basal não diferiram nas concentrações de sais a partir de 25%. Observou-se os maiores valores para porcentagem de calos aos 25 e 50% dos sais, enquanto para formação de calos na parte aérea os sais em 25% se destacaram (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de regeneração, comprimento da parte aérea, porcentagem de calos, formação de calos na parte basal e aérea de tamarindeiro em meios de cultivo e concentrações de sais aos 30 dias de cultivo. Rio Verde/GO, 2013.

MEIOS DE CULTIVO	Regeneração (%)	Comprimento da parte aérea (cm)	Calos (%)	Formação de calos	
				Parte basal	Parte aérea
MS	24,60 A	0,26 A	42,00 B	0,76 B	0,86 C
WPM	27,00 A	0,22 A	58,80 A	2,18 A	1,99 A
MS + CA	32,40 A	0,36 A	35,40 B	0,00 C	1,48 B
WPM + CA	26,40 A	0,16 A	49,20 A	0,00 C	2,41 A

CONCENTRAÇÕES DE SAIS (%)	Regeneração (%)	Comprimento da parte aérea (cm)	Calos (%)	Formação de calos	
				Parte basal	Parte aérea
0	0,00 B	0,00 B	0,00 C	0,00 B	0,00 C
25	30,75 A	0,24 A	69,00 A	0,81 A	2,78 A
50	33,75 A	0,25 A	60,75 A	0,99 A	2,10 B
75	36,75 A	0,40 A	51,74 B	0,86 A	1,80 B
100	36,75 A	0,36 A	50,25 B	1,01 A	1,63 B

*Letras iguais maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ** MS = Murashige e Skoog; WPM = Woody Plant Medium; MS + C = MS + carvão ativado; WPM + C = WPM + carvão ativado.

Aos 60 dias de cultivo o meio WPM + carvão ativado diferiu dos demais meios para porcentagem de regeneração e comprimento da parte aérea observando os menores valores.

Na ausência de sais (0%) não ocorreu a regeneração dos segmentos nem o crescimento da parte aérea. A porcentagem de regeneração com os sais acima dos 25% não diferiram estatisticamente enquanto os sais em 25, 50 e 75% proporcionaram os maiores valores para o comprimento da parte aérea (Tabela 2).

Não ocorreu a formação de calos em nenhum meio de cultivo aos 60 dias provavelmente devido à perda da capacidade das células dos segmentos de se diferenciarem em tecidos calogênicos ou mesmo pela perda de vigor que ocorre com os sucessivos subcultivos.

Tabela 2 – Porcentagem de regeneração e comprimento da parte aérea de tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) em meios de cultivo e concentrações de sais aos 60 dias de cultivo. Rio Verde/GO, 2013.

MEIOS DE CULTIVO	Regeneração (%)	Comprimento da parte aérea (cm)
MS	18,75 A	0,21 A
WPM	31,20 A	0,18 A
MS + CA	21,60 A	0,22 A
WPM + CA	7,80 B	0,05 B
CONCENTRAÇÕES DE SAIS (%)	Regeneração (%)	Comprimento da parte aérea (cm)
0	0,00 B	0,00 C
25	25,50 A	0,20 A
50	24,75 A	0,20 A
75	29,21 A	0,30 A
100	20,25 A	0,14 B

*Letras iguais maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ** MS = Murashige e Skoog; WPM = Woody Plant Medium; MS + C = MS + carvão ativado; WPM + C = WPM + carvão ativado.

O meio WPM favoreceu a formação de calos nos explantes de tamarindeiro e a adição de carvão ativado aos meios inibiu o crescimento. Este meio é bastante utilizado na promoção da calogênese em espécies lenhosas, mas observou-se que na formação de calos em pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam. - Fabaceae) os meios MS, White e B5 nas concentrações de sais completas proporcionam melhores condições para a calogênese. (GLOCKE et al., 2006; WERNER et al., 2009; WERNER et al., 2010).

Assim como neste experimento, o mesmo foi observado em acácia (*Acacia mearnsii* Wild. - Fabaceae) onde o crescimento, a regeneração, o número de gemas e a maior taxa de multiplicação dos explantes são favorecidos com o uso do meio MS com sais em 75% e acrescidos de 1g L⁻¹ de carvão ativado. Em outras espécies do gênero *Acacia* o meio MS em diferentes concentrações também favorece as variáveis de crescimento (BECK; DUNLOP; STADEN, 2000; VENGADESAN et al., 2002; DISARZ; CORDER, 2009).

Resultados semelhantes foram observados na catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul. - Fabaceae) em meio MS com 50% dos sais e em WPM completo e no barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart. - Fabaceae) nos meios MS e WPM com 100% dos macro e micronutriente, onde proporcionaram melhor crescimento e estabelecimento in vitro dessas espécies (CASTRO et al., 2007; BORGES et al., 2013).

O meio de cultivo WPM é o mais indicado na micropropagação de espécies lenhosas, porém, o meio MS foi o que apresentou o melhor resultado no estabelecimento de segmentos

nodais de tamarindeiro. A cultura de tecidos é um método oneroso para a produção de mudas de qualidade e o uso de concentrações de sais reduzidas proporciona uma diminuição no custo de produção tornando-se um método mais viável.

3.4 Conclusões

O estabelecimento de segmentos nodais de tamarindeiro é método viável quando se utiliza o meio de cultivo Murashige e Skoog com 2g L^{-1} de carvão ativado e a concentração dos sais em 25%.

REFERÊNCIAS

- ALI, M. S. et al. Chemotropism and antimicrobial activity of *Tamarindus indica*. **Fitoterapia**, Milano, v. 69, n. 1, p. 43-69, 1998.
- ALI, N; SHAH, S. W. A. Spasmolytic activity of fruits of *Tamarindus indica* L. **Journal Young Pharmacology**, Malaysia, v. 2, n. 3, p. 261-264, 2010.
- ALMEIDA, M. S. et al. Massa de sementes e profundidades de semeadura no desenvolvimento de mudas de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 555-560, 2010.
- AMADO, J. R. R. et al. Preformulación de tabletas de *Tamarindus indica* L. **Revista Cubana de Farmacia**, Havana, v. 45, n. 4, p. 553-562, 2011.
- ASSIS, K. C. et al. In vitro cultivation of *Anacardium othonianum* Rizz.: effects os salt concentration and culture médium volume. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 77-83, 2012.
- BECK, S. L.; DUNLOP, R.; STADEN, J. V. Meristem culture of *Acacia mearnsii*. **Plant Growth Regulation**, London, v. 32, n. 1, p. 49-58, 2000.
- BORGES, B. P. S. et al. Estabelecimento in vitro de *Caesalpinia pyramidalis* Tull. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS, 15, 2011, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2011. Disponível em: <<http://www2.uefs.br/semic/upload/2011/2011XV-032B%C3%A1828-220.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2013.
- CAMPOS, V. C. A. et al. Micropropagação de umburana de cheiro. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 639-644, 2013.
- CASTRO, A. H. F. et al. Cultivo in vitro e aspectos da anatomia foliar de Barbatimão [*Stryphnodendro adstringens* (Mart.) Coville Fabaceae – Papilionoideae]. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 55-107, 2007.
- COSTA, E. et al. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1189-1198, 2012.
- COSTA, G. M.; NEPOMUCENO, C. F.; SANTANA, J. R. F. Propagação in vitro de *Erythrina velutina*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1090-1096, 2010.
- DISARZ, R.; CORDER, M. P. M. Multiplicação de gemas axilares de *Acacia mearnsii* de Wild. sob diferentes meios de cultura. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 599-606, 2009.
- EL-SIDDIG, K. et al. Tamarind (*Tamarindus indica* L.). **International Centre for Underutilised Crops University of Southampton – ICUC**. Southampton: University of Southampton, 2006. 188 p.

FERMINO JUNIOR, P. C. P.; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. Germinação e propagação in vitro de cerejeira (*Amburana acreana* (Ducke) A.C. Smith – Fabaceae). **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2012.

FERRARA, L. Antioxidant activity of *Tamarindus indica* L. **Ingredient alimentary**, New York, v. 4, n. 1, p. 13-18, 2005.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GLOCKE, P. et al. Micropropagation of juvenile tissue of *Eucalyptus erythronema* x *Eucalyptus stricklandii* cv. 'Urrbae Gem'. **In Vitro Cellular and Developmental Biology Plant**, Heidelberg, v. 42, n. 1, p. 139-143, 2006.

GUTIÉRREZ, I. E. M. et al. Regeneração in vitro via organogênese direta de *Bauhinia cheilantha*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 260-265, 2011.

HAVINGA, R. M. et al. *Tamarindus indica* L. (Fabaceae): Patterns of use in traditional African medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 127, n. 10, p. 574-586, 2010.

KHANZADA, S.K. et al. Chemical constituents of *Tamarindus indica* L. medicinal plant in Sindh. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 40, n. 6, p. 2553-2559, 2008.

LLOYD, G.; MCCOWN, B. Commercially feasible micropropagation of montain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. **Combined Proceedings International Plant Propagators Society**, Carlisle, v. 30, n.1, p. 421-327, 1980.

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

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

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

PEREIRA, P. C. et al. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 136-142, 2010a.

PEREIRA, P. C. et al. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de ateria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 152-159, 2010b.

QUEIROZ, J. M. O. et al. Emergência de plântulas e crescimento inicial de tamarindeiro em diferentes substratos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p. 221-227, 2011.

REIS, E. S. et al. Tipos de explantes e volumes de meio de cultura no cultivo in vitro de *Melissa officinalis* L. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 83-88, 2007.

REIS, E. S. et al. Influência do meio de cultura na germinação de sementes in vitro e taxa de multiplicação de *Melissa officinalis* L. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 3, p. 160-167, 2008.

SOUZA, A.; AKA, K. J. Spasmogenic effect of the aqueous extract of *Tamarindus indica* L. (Caesalpinaceae) on the contractile activity of guinea-pig *Taenia coli*. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, Abuja, v. 4, n. 3, p. 26-266, 2007.

VENGADESAN, G. et al. In vitro propagation of *Acacia* species: a review. **Plant Science**, Limerick, v. 163, n. 1, p. 663-671, 2002.

WERNER, E. T. et al. Controle da calogênese no Pau-brasil in vitro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 987-996, 2009.

WERNER, E. T. et al. Meios de cultura, reguladores de crescimento e fontes de nitrogênio na regulação de calogênese do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 24, n. 4, p. 1046-1051, 2010.

WHITE, P. R. Nutrient deficiency studies and an improved inorganic nutrient medium for cultivation of excised tomato roots. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 7, p. 53-65, 1943.

4. GERMINAÇÃO IN VITRO DE EMBRIÕES ZIGÓTICOS DE *Tamarindus indica* L. (FABACEAE): MEIOS DE CULTIVO E CONCENTRAÇÕES DE SAIS

RESUMO

Originária da África e mundialmente apreciado no consumo in natura o tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) vem se destacando por suas características farmacêuticas, nutricionais e sua ampla capacidade de adaptação nos países tropicais. A falta de trabalhos científicos quanto à propagação vegetativa dificulta a produção em larga escala de mudas sadias e seu cultivo comercial. O tamarindeiro quando propagado por sementes tem seu início de produção a partir do sétimo ano, já na propagação pelos métodos vegetativos esse período é reduzido. Desta forma o cultivo de embriões zigóticos in vitro constitui uma técnica promissora para avançar nos conhecimentos da espécie em questão e produzir mudas em larga escala com período de juvenilidade reduzido. Objetivou-se com este experimento avaliar os meios de cultivo e concentrações de sais na germinação de embriões zigóticos de tamarindeiro in vitro. Utilizou-se os meios Murashige e Skoog (MS) e Wood Plant Medium (WPM) adicionado ou não com 2g L⁻¹ de carvão ativado, com 0, 25, 50, 75 e 100% dos macro e micronutrientes. Avaliou-se aos 30 e 60 dias de cultivo a porcentagem de embriões germinados, o comprimento do embrião e a presença de parte aérea e do sistema radicular. Os meios de cultivo e as concentrações dos sais influenciaram na germinação e no crescimento da parte aérea de embriões zigóticos de tamarindeiro tornando uma técnica viável para obtenção de explantes. O meio MS + 2g L⁻¹ de carvão ativado e as concentrações de sais em 25% favoreceram a germinação, o comprimento e o desenvolvimento de parte aérea dos embriões zigóticos de tamarindeiro.

Palavras-chave - Frutíferas exóticas. Tamarindo. Cultura de tecidos. Micropropagação.

**IN VITRO GERMINATION OF ZYGOTIC EMBRYOS OF *Tamarindus indica* L.
(FABACEAE): CULTURE MEDIUM AND SALT CONCENTRATION**

ABSTRACT

Originating from Africa and globally appreciated the fresh market the tamarind (*Tamarindus indica* L.) has been highlighted for its pharmaceutical characteristics, nutritional and its wide adaptability in tropical countries. The lack of scientific papers concerning vegetative propagation hinders large-scale production of healthy seedlings and its commercial cultivation. The tamarind tree when propagated by seed production has its beginning from the seventh year since the spread by vegetative methods that period is reduced. Thus the cultivation of zygotic embryos in vitro is a promising technique to advance the knowledge of the species concerned and produce seedlings with large-scale short period of juvenility. The objective of this experiment was to evaluate the means of cultivation and salt concentrations on germination of zygotic embryos of tamarind in vitro. The Murashige and Skoog (MS) and Wood Plant Medium (WPM) means either added with 2g L⁻¹ activated charcoal, with 0, 25, 50, 75 and 100% of macro and micronutrients was used. Was evaluated 30 and 60 days of culture the percentage of germinated embryos, the length of the embryo and the presence of aerial part and root system. The culture media and concentrations of salts influenced the germination and growth of shoots of zygotic embryos of tamarind becoming a viable technique for obtaining explants. The MS medium + 2g L⁻¹ activated charcoal and salt concentrations in 25% favored germination, length and shoot development of zygotic embryos of tamarind.

Keywords - Exotic fruits. Tamarind. Tissue culture. Micropropagation.

4.1 Introdução

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) é uma árvore pertencente à família Fabaceae (Subfamília Caesalpinaceae) e entre as espécies de fruteiras exóticas do Brasil vem se destacando devida sua alta capacidade de adaptação a diversas condições edafoclimáticas, sua riqueza nutricional e características farmacêuticas como antifúngicas, anti-inflamatórias, antiespasmódica e antidiabéticas (ALI et al., 1998; FERRARA, 2005; SOUZA; AKA, 2007; KHANZADA et al., 2008; ALI; SHAH, 2010; HAVINGA et al., 2010; PEREIRA et al., 2010a; PEREIRA et al., 2010b; AMADO et al., 2011).

Diversas pesquisas vêm mostrando que a propagação do tamarindeiro é predominantemente via sexuada (ALMEIDA et al., 2010; QUEIROZ et al., 2011; COSTA et al., 2012). Porém, plantas cultivadas a partir de sementes possuem tempo de juvenilidade muito longo, enquanto mudas propagadas vegetativamente além de produzir mudas com alta produtividade, a produção inicia-se mais precocemente (EL-SIDDIG et al., 2006; GÓES, 2011;).

O método de propagação vegetativa através da cultura de tecidos é uma alternativa para a produção de mudas e conservação de espécies, em cultivo asséptico, condições controladas de nutrição, luminosidade, fotoperíodo e temperatura, que contribui significativamente para a propagação de diversas espécies frutíferas nativas e exóticas (GEORGE, 2008; GUTIÉRREZ et al., 2011; ASSIS et al., 2012).

Os métodos para a manipulação de tecidos in vitro de tamarindo têm sido restritos e de forma limitada na multiplicação de meristemas apicais, segmentos nodais, tecidos cotiledonares e de brotações axilares e apicais de árvores adultas ou na germinação de sementes (JAIWAL; GULATI, 1991; JAYWAL; GULATI; DAHIYA, 1998; MEHTA 2000; MEHTA; BARRETO; HAZRA, 2004).

O cultivo de embriões in vitro constitui uma técnica promissora para avançar nos conhecimentos da espécie, uma vez que a partir dela é possível utilizar embriões como fonte de explantes, reproduzir e estudar o desenvolvimento embrionário, a quebra da dormência e testar a viabilidade das sementes (COLLINS; GROSSER, 1984; PASQUAL; PINTO, 1988; PIERIK, 1990; REIS et al., 2007).

Durante as fases de crescimento e desenvolvimento vários fatores podem influenciar o desenvolvimento da planta, como o meio de cultivo, as concentrações de sais, a presença de carvão ativado e as condições ambientais (REIS et al., 2008; COSTA et al., 2010).

O Wood Plant Medium (WPM) (LLOYD; MCCOWN, 1980) é um meio de cultivo que se destaca na micropropagação de espécies lenhosas nativas e exóticas enquanto o meio Murashige e Skoog (MS) (MURASHIGE; SKOOG, 1962) é muito utilizado na propagação de diversas espécies de plantas arbustivas e ornamentais. A comparação e composição dos meios e suas concentrações de sais são essenciais para estabelecer um protocolo de produção de mudas *in vitro*, devido principalmente às interações entre os nutrientes minerais, as exigências nutricionais de cada espécie e às diferentes etapas do processo (PASQUAL et al., 2001; WERNER et al., 2010; ASSIS et al., 2012; CAMPOS et al., 2013).

O carvão ativado adicionado ao meio de cultivo tem a capacidade de adsorver substâncias tóxicas liberadas pelos explantes ou impurezas de outros componentes e vem sendo muito utilizado na micropropagação de plantas lenhosas (MOURA; MENEZES; LEMOS, 2008; WERNER et al., 2010).

Em função do exposto, com esse experimento, objetivou-se avaliar a viabilidade da propagação *in vitro*, os meios de cultivo em diferentes concentrações de sais na germinação e estabelecimento de embriões zigóticos de tamarindeiro.

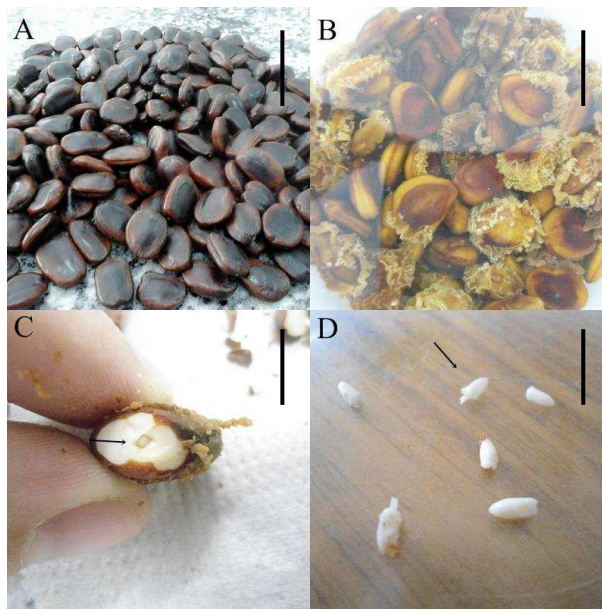
4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de 23 de Julho a 23 de Setembro de 2013 no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Instituto Federal Goiano - Câmpus Rio Verde, GO.

Obtenção do material vegetal

Os frutos de tamarindeiro foram coletados de plantas nativas do município de Ilha Solteira/SP, no dia 15 de dezembro de 2012. Foi realizada a despolpa dos frutos em peneira de 3mm para remoção das sementes (Figura 1A) e posteriormente as sementes foram secas à sombra por dois dias e armazenadas em câmara fria ($\pm 18^{\circ}\text{C}$) até o período de montagem do experimento, no qual foram imersas em água destilada por 48h para intumescimento do embrião, facilitando assim a sua extração (Figura 1B, 1C e 1D).

Figura 1 – Sementes de tamarindeiro (A) imersas em água após 48h (B), com embrião intumescido e extraído (C e D) (Seta = embrião zigótico; Barra = 10mm). Rio Verde/GO, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Desinfestação

Os embriões foram imersos em álcool 70% (v:v) por 1 minuto, posteriormente em solução de 1% de cloro ativo por 30 minutos juntamente com três gotas de detergente neutro (Tween 20®). A tríplice lavagem foi realizada em câmara de fluxo laminar utilizando-se água destilada e autoclavada, para remoção dos produtos usados no processo de desinfestação.

Inoculação dos embriões zigóticos e ambiente de cultivo

Após a tríplice lavagem os embriões zigóticos foram inoculados horizontalmente em tubos de ensaio (25 x 150mm) contendo 20 mL de meio de cultivo e vedados com tampa plástica transparente e mantidos sob fotoperíodo de 16 horas com temperatura de $25 \pm 3^\circ\text{C}$, umidade relativa de 45 a 46% e radiação fotossintética ativa de $45\text{-}55 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Tratamentos utilizados

Utilizou-se os meios Murashige e Skoog (MS) (MURASHIGE; SKOOG, 1962) e Woody Plant Medium (WPM) (LLOYD; MCCOWN, 1980) acrescidos ou não de 2g L^{-1} de carvão ativado, com os macro e micronutrientes nas concentrações de 0, 25, 50, 75 e 100%, adicionado das vitaminas propostas por White (1943), 30g L^{-1} de sacarose e $3,5 \text{g L}^{-1}$ de ágar, no qual o pH foi ajustado para $5,7 \pm 0,3$ antes da autoclavagem.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 5 (meios de cultivo x concentrações de sais) com 20 repetições constituído por um tubo de ensaio.

Variáveis avaliadas

Aos 30 dias de cultivo foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de tubos contaminados: considerando tubos contaminados por bactérias ou fungos;
- Porcentagem de embriões germinados: considerando embriões que cresceram;
- Comprimento do embrião: medindo o comprimento da coifa até a última folha;
- Presença de parte aérea: quando foi observada a formação de parte aérea;
- Presença de sistema radicular: levando em consideração a presença de sistema radicular.

Após avaliação aos 30 dias de cultivo, os explantes foram transferidos para um novo meio de cultivo, idêntico aos que lhe deram origem (1º subcultivo) e conduzidos nas mesmas condições experimentais até aos 60 dias, no qual se avaliou o comprimento do embrião e a presença de parte aérea e de sistema radicular.

Análises estatísticas

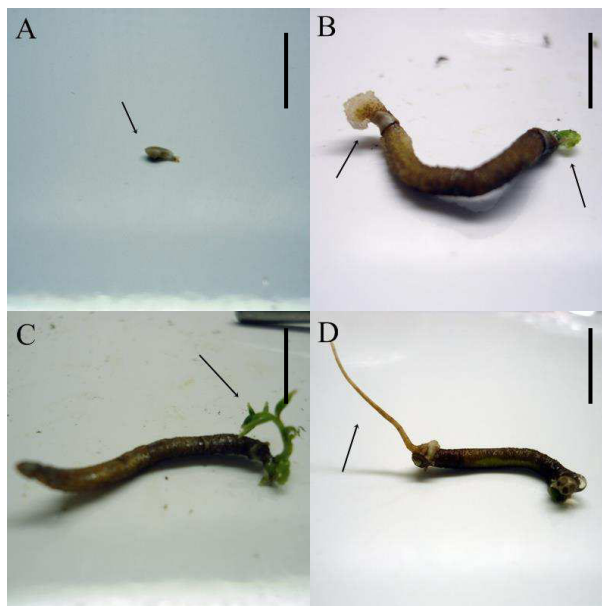
Dados expressos em porcentagem foram transformados em arco seno, e os demais foram transformados em $\sqrt{x}$. As médias obtidas foram submetidas ao teste Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

4.3 Resultados e Discussão

Observou-se que o embrião de tamarindo é axial com formato reto e de coloração amarelo-claro, invaginado, tendo germinação do tipo epígea, no qual ocorre a curvatura do embrião durante sua germinação in vitro (Figura 2A). O seu crescimento in vitro é lento e o eixo hipocótilo-radícula é asciforme, com plúmula contendo rudimentos bifoliolados e a radícula não é facilmente perceptível, de extremidade pontiaguda (Figura 2B) como observado por Sousa et al. (2010).

A plúmula possui um par de folhas de coloração verde-clara e a radícula é lignificada de coloração amarelo-claro a marrom-claro, com a coifa esbranquiçada (Figura 2C e 2D). O crescimento foi mais acentuado após o subcultivo sendo possível visualizar de 3-5 gemas na parte aérea.

Figura 2 – Embrião não germinado (A), germinado com primórdios radiculares e foliar (B), embrião com parte aérea (C) e com sistema radicular (D) aos 30 dias de cultivo (Barra = 10mm). Rio Verde/GO, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

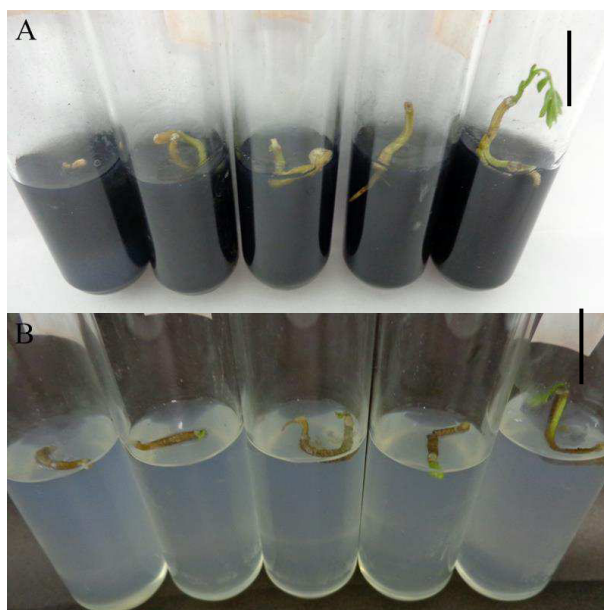
A contaminação microbiana foi elevada nos tubos com meio MS e MS + carvão ativado, alcançando a 30 e 26% respectivamente, contudo nos meios WPM e WPM + carvão ativado esse valor foi a 49% e 39%, respectivamente.

Os maiores valores de porcentagem de contaminação nas concentrações de sais em 25, 50, 75% foram respectivamente 44, 40 e 41. Já na ausência e com 100% de sais observaram-se os menores valores 30 e 25%, concomitantemente. A observação nos indica que o método de desinfestação pode não ter sido eficiente.

Observou-se aos 30 dias de cultivo que os meios MS + carvão ativado e WPM + carvão ativado não diferiram estatisticamente e proporcionaram os maiores valores para porcentagem de germinação com 46 e 41%, respectivamente.

Para o comprimento e presença de parte aérea dos embriões os meios de cultivo não diferiram estatisticamente, enquanto os meios MS e WPM + carvão ativado proporcionaram os maiores valores para presença de sistema radicular (Tabela 1) (Figura 3A e 3B).

Figura 3 – Crescimento dos embriões zigóticos germinados nos meios de cultivo MS + carvão ativado (A) e MS (B) (Barra = 10mm). Rio Verde/GO, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Na ausência de sais não ocorreu a germinação demonstrando que os embriões necessitam dos nutrientes presentes nos meios de cultivo para germinar e crescer (Tabela 1).

Em relação à concentração dos sais na germinação dos embriões nos meios com 25 e 50% as porcentagens chegaram a 53,75 e 48,75% diferindo das demais concentrações. O maior comprimento dos embriões foi proporcionado pela concentração de sais em 25% (1,79cm). Na ausência de sais não ocorreu a formação de parte aérea e nas concentrações acima de 25% os valores não diferiram. Para a presença de sistema radicular os meios com 25 e 75% dos macro e micronutrientes não diferiram estatisticamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Porcentagem de germinação e comprimento de embriões zigóticos de tamarindeiro aos 30 dias de cultivo. Rio Verde/GO, 2013.

MEIOS DE CULTIVO	Germinação (%)	Comprimento dos embriões (cm)	Presença de	
			Parte aérea	Sistema radicular
MS	32,00 B	0,96 A	0,21 A	0,10 A
WPM	30,00 B	0,77 A	0,24 A	0,04 B
MS + CA	46,00 A	1,15 A	0,54 A	0,01 B
WPM + CA	41,00 A	1,16 A	0,27 A	0,13 A

CONCENTRAÇÃO DE SAIS (%)	Germinação (%)	Comprimento dos embriões (cm)	Presença de	
			Parte aérea	Sistema radicular
0	0,00 C	0,00 C	0,00 B	0,00 B
25	53,75 A	1,79 A	0,63 A	0,11 A
50	48,75 A	1,18 B	0,33 A	0,06 B
75	41,25 B	1,06 B	0,27 A	0,18 A
100	37,50 B	1,25 B	0,36 A	0,01 B

*Letras iguais maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ** MS = Murashige & Skoog; WPM = Woody Plant Medium; MS + C = MS + carvão ativado; WPM + C = WPM + carvão ativado.

Aos 60 dias de cultivo não ocorreu diferença significativa para os meios de cultivo utilizados para as variáveis avaliadas. Na ausência de sais os embriões zigóticos não germinaram após o subcultivo, porém às demais concentrações não diferiram entre si para a variável comprimento dos embriões e presença de parte aérea. Para a presença de sistema radicular não se observou diferença estatística entre as concentrações de sais (Tabela 2).

Tabela 2 – Comprimento dos embriões, presença de parte aérea e sistema radicular em embriões zigóticos de tamarindeiro aos 60 dias de cultivo. Rio Verde/GO, 2013.

MEIOS DE CULTIVO	Comprimento dos Embriões (cm)	Presença	
		Parte Aérea	Sistema Radicular
MS	1,51 A	0,18 A	0,12 A
WPM	1,34 A	0,30 A	0,05 A
MS + CA	1,87 A	0,34 A	0,09 A
WPM + CA	1,54 A	0,21 A	0,05 A

CONCENTRAÇÃO DE SAIS (%)	Comprimento dos Embriões (cm)	Presença	
		Parte Aérea	Sistema Radicular
0	0,00 B	0,00 B	0,00 A
25	2,15 A	0,34 A	0,11 A
50	2,12 A	0,33 A	0,06 A
75	2,03 A	0,32 A	0,20 A
100	1,89 A	0,33 A	0,08 A

*Letras iguais maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ** MS = Murashige & Skoog; WPM = Woody Plant Medium; MS + C = MS + carvão ativado; WPM + C = WPM + carvão ativado.

Corroborando com os dados obtidos neste trabalho, independente das concentrações dos sais o meio MS é o mais importante na germinação de embriões de macaúba (*Acrocomia aculeata* Jacq. – Arecaceae), na conversão de embriões zigóticos maduros de tamareira (*Phoenix dactylifera* L. – Arecaceae), de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes – Apocynaceae) e butiá (*Butia eriospatha* L. Mart. ex Drude – Palmae) com 100% dos macro e micronutrientes (COSTA et al., 2007; SOARES et al., 2011; FREIRE et al., 2011; WALDOW et al., 2013).

O meio MS com os sais em 50% e acrescido de 1g L^{-1} de carvão ativado também proporciona a germinação in vitro de eixos embrionários maduros de imbuia (*Ocotea porosa* (Nees ex Martius) Liberato Barroso – Lauraceae), favorecendo sua germinação, comprimento e massa seca dos embriões (PELEGRINI et al., 2013).

Entretanto para o paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby – Fabaceae) e para o murici-pequeno (*Byrsonima intermedia* A. Juss. – Malpighiaceae) além do meio MS, o meio de cultivo WPM com 50% dos sais também proporciona uma elevada porcentagem de germinação de embriões zigóticos (NOGUEIRA et al., 2004; REIS et al., 2007).

O meio de cultivo WPM é o mais indicado no cultivo de embriões de espécies lenhosas, porém, o meio MS foi o que proporcionou melhores resultados na germinação de embriões zigóticos de tamarindeiro. A cultura de tecidos é um método oneroso para a produção de mudas de qualidade e o uso de concentrações de sais reduzidas proporciona diminuição no custo de produção, viabilizando o método.

Portanto, os meios de cultivo e as concentrações dos sais influenciaram na germinação e no crescimento da parte aérea de embriões zigóticos de tamarindeiro e são necessárias novas pesquisas destinadas ao controle de contaminação e métodos para acelerar o crescimento desses embriões para a produção de explantes saudáveis.

4.4 Conclusões

A utilização do meio Murashige e Skoog + 2g L^{-1} de carvão ativado e as concentrações de sais em 25% favorecem a germinação, o comprimento e o desenvolvimento de parte aérea dos embriões zigóticos de tamarindeiro tornando viável o cultivo de embriões.

REFERÊNCIAS

- ALI, M. S. et al. Chemotropism and antimicrobial activity of *Tamarindus indica*. **Fitoterapia**, Milano, v. 69, n. 1, p. 43-69, 1998.
- ALI, N; SHAH, S. W. A. Spasmolytic activity of fruits of *Tamarindus indica* L. **Journal Young Pharmacology**, Malaysia, v. 2, n. 3, p. 261-264, 2010.
- ALMEIDA, M. S. et al. Massa de sementes e profundidades de semeadura no desenvolvimento de mudas de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 555-560, 2010.
- AMADO, J. R. R. et al. Preformulación de tabletas de *Tamarindus indica* L. **Revista Cubana de Farmacia**, Havana, v. 45, n. 4, p. 553-562, 2011.
- ASSIS, K. C. et al. In vitro cultivation of *Anacardium othonianum* Rizz.: effects os salt concentration and culture médium volume. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 77-83, 2012.
- CAMPOS, V. C. A. et al. Micropropagação de umburana de cheiro. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 639-644, 2013.
- COLLINS, G. B.; GROSSER, J. W. Culture of embryos. In: VASIL, I. K. (Ed.). **Cell culture and somatic cell genetics of plants**. New York: Academic, 1984, p. 241-257.
- COSTA, E. et al. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1189-1198, 2012.
- COSTA, F. H. S. et al. Efeito de agentes geleificantes alternativos no meio de cultura no cultivo in vitro de abacaxizeiro e bananeira. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 41-46, 2007.
- COSTA, G. M.; NEPOMUCENO, C. F.; SANTANA, J. R. F. Propagação in vitro de *Erythrina velutina*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p. 1090-1096, 2010.
- EL-SIDDIG. K. et al. Tamarind (*Tamarindus indica* L.). **International Centre for Underutilised Crops University of Southampton – ICUC**. Southampton: University of Southampton, 2006. 188 p.
- FERRARA, L. Antioxidant activity of *Tamarindus indica* L. **Ingredient alimentary**, New York, v. 4, n. 1, p. 13-18, 2005.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FREIRE, K. C. S. et al. Germinação in vitro de embriões zigóticos e aclimação de plantulas de mangaba oriundas da cultura de embrião (*Hancornia speciosa* Gomes). **Scientia Plena**, Aracaju, v. 7, n. 11, p. 1-7, 2011.

GEORGE, E. F. Plant tissue culture procedure: background. In: GEORGE, E. F. et al. (Ed.). **Plant propagation by tissue culture**. 3. ed. Dordrecht: Springer, 2008. v. 1, 28 p.

GÓES, G. B. de. **Propagação do tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) e da pitombeira (*Talisia esculenta* Ralbk) por enxertia**. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

GUTIÉRREZ, I. E. M. et al. Regeneração in vitro via organogênese direta de *Bauhinia cheilantha*. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 260-265, 2011.

HAVINGA, R. M. et al. *Tamarindus indica* L. (Fabaceae): Patterns of use in traditional African medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 127, n. 10, p. 574-586, 2010.

JAIWAL, S. P. K.; GULATI, A. In vitro high frequency plant regeneration of a tree legume *Tamarindus indica* (L.). **Plant Cell Reports**, Secaucus, v. 10, n. 1, p. 569-573, 1991.

JAIWAL, S. P. K.; GULATI, A.; DAHIYA, S. Direct organogenesis in hypocotyls cultures of *Tamarindus indica*. **Biologia Plantarum**, Dordrecht, v. 41, n. 3, p. 331-337, 1998.

KHANZADA, S.K. et al. Chemical constituents of *Tamarindus indica* L. medicinal plant in Sindh. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 40, n. 6, p. 2553-2559, 2008.

LLOYD, G.; MCCOWN, B. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. **Combined Proceedings International Plant Propagators Society**, Carlisle, v. 30, n.1, p. 421-327, 1980.

MEHTA, U. J.; KRISHNAMURTHY, K. V.; HAZRA, S. Regeneration of plants via adventitious bud formation from mature zygotic embryo axis of tamarind (*Tamarindus indica* L.). **Current Science**, Bangalore, v. 78, n. 10, p. 1231-1234, 2000.

MEHTA, U. J.; BARRETO, S. M.; HAZRA, S. Effect of Thidiazuron in germinating tamarind seedlings. **In vitro cellular & Developmental Biology Plant**, New York, v. 40, n. 1, p. 279-283, 2004.

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

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

NOGUEIRA, R. C. et al. Germinação in vitro de Murici-pequeno (*Byrsonima intermedia* A. Juss.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1053-1059, 2004.

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

PASQUAL, M.; PINTO, J. E. B. P. Cultura de embriões. **Associação Brasileira de Cultura de Tecidos de Plantas**, Brasília, v. 9, n. 1, 1988, p. 2-12.

PELEGRINE, L. L. et al. Germinação in vitro de eixos embrionários zigóticos de Imbuia (*Ocotea porosa* (Nees Ex Martius) Liberato Barroso). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 231-236, 2013.

PEREIRA, P. C. et al. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 136-142, 2010a.

PEREIRA, P. C. et al. Mudas de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de ateria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 152-159, 2010b.

PIERIK, R. L. M. **Cultivo in vitro de las plantas superiores**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990. 326p.

QUEIROZ, J. M. O. et al. Emergência de plântulas e crescimento inicial de tamarindeiro em diferentes substratos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p. 221-227, 2011.

REIS, E. S. et al. Tipos de explantes e volumes de meio de cultura no cultivo in vitro de *Melissa officinalis* L. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 83-88, 2007.

REIS, E. S. et al. Influência do meio de cultura na germinação de sementes in vitro e taxa de multiplicação de *Melissa officinalis* L. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 3, p. 160-167, 2008.

SOARES, J. D. R. et al. Germinação de embriões e crescimento inicial in vitro de macaúba. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 773-778, 2011.

SOUSA, D. M. M. et al. Desenvolvimento pós-seminal de *Tamarindus indica* L. – Leguminosae: Caesalpinioideae. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1009-1015, 2010.

SOUZA, A.; AKA, K. J. Spasmogenic effect of the aqueous extract of *Tamarindus indica* L. (Caesalpinaceae) on the contractile activity of guinea-pig *Taenia coli*. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, Abuja, v. 4, n. 3, p. 26-266, 2007.

WALDOW, D. A. G. et al. In vitro culture of zygotic embryos of *Butia eriospatha*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2179-2188, 2013.

WERNER, E. T. et al. Meios de cultura, reguladores de crescimento e fontes de nitrogênio na regulação de calogênese do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 24, n. 4, p. 1046-1051, 2010.

WHITE, P. R. Nutrient deficiency studies and an improved inorganic nutrient medium for cultivation of excised tomato roots. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 7, p. 53-65, 1943.

5. ALPORQUIA EM *Tamarindus indica* L. (FABACEAE): SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES DE AIB

RESUMO

O tamarindeiro, *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) é uma frutífera nativa da África muito utilizada na produção de sucos, sorvetes e na culinária em geral devido ao seu sabor peculiar e vem mostrando uma ampla adaptabilidade edafoclimática nas regiões brasileiras, além ter características farmacêuticas importantes para produção de fitoterápicos. Sua propagação é predominantemente por sementes, implicando num grande período de juvenilidade e demora na produção, enquanto que nas mudas propagadas vegetativamente esse período é reduzido. A alporquia é um método de propagação vegetativa muito utilizado para produção de mudas de diversas frutíferas lenhosas e exóticas. Objetivou-se com este experimento avaliar o enraizamento de alporques em plantas de tamarindeiro submetidas a concentrações de AIB e substratos orgânicos. O experimento foi conduzido no período de 17 de agosto a 17 de novembro de 2013 em Ilha Solteira/SP. Utilizou-se como substratos: composto orgânico, bagaço de cana, esfagno e fibra de coco de textura fina e as concentrações de AIB em 0, 500, 750, 1000 e 1250mg L⁻¹. O delineamento estatístico experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial com oito repetições. Foram avaliados aos 90 dias após a implantação dos tratamentos a porcentagem de alporques enraizados, o comprimento do sistema radicular, o número de raízes e a massa da matéria seca do sistema radicular e de calos. A técnica de alporquia é viável na produção de tamarindeiro e o uso de esfagno como substrato proporcionou a maior porcentagem de enraizamento e o maior comprimento radicular não ocorrendo influência da aplicação de ácido indolbutírico.

Palavras-chave - Tamarindo. Frutífera exótica. Propagação vegetativa. Regulador Vegetal.

AIR LAYERING IN *Tamarindus indica* L. (FABACEAE): SUBSTRATES AND CONCENTRATIONS OF IBA

ABSTRACT

The tamarind tree, *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) is a native fruit of Africa widely used in the production of juices, ice cream and food in general due to its peculiar flavor and has shown a wide edaphoclimatic adaptability in the Brazilian regions, besides having major pharmaceutical characteristics for the production of herbal medicines. Its propagation is mainly by seed, implying a long period of juvenility and delay in production, while vegetatively propagated seedlings in this period is reduced. The layering is a method of vegetative propagation widely used for production of seedlings of various woody and exotic fruit. The objective of this experiment was to evaluate the rooting of air layers in tamarind plants subjected to concentrations of IBA and organic substrates. The experiment was conducted from August 17 to November 17, 2013 in Ilha Solteira/SP. Were used as substrates: organic compost, bagasse, sphagnum moss and coconut fiber and fine texture IBA concentrations at 0, 500, 750, 1000 and 1250mg L⁻¹. The experimental statistical design was completely randomized in a factorial design with eight replications. Were evaluated at 90 days after implantation of the treatments the percentage of rooted layers, the length of the root system, root number and dry mass of the root system and calluses. The layering technique is feasible in the production of tamarind and use sphagnum as substrate yielded the highest rooting percentage and root length not greater occurring influence the application of IBA.

Keywords - Tamarind. Exotic fruit. Vegetative propagation. Plant growth regulator.

5.1 Introdução

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L.) pertencente à família Fabaceae (Subfamília Caesalpinaceae) é uma frutífera originária da África, com grande potencial farmacêutico, nutricional e uma ampla adaptabilidade edafoclimática (PEREIRA et al., 2010a; PEREIRA et al., 2010b; AJIBOYE; AGBOOLA, 2011; PASTRANA, RUARO, ACEVEDO, 2012; DANTAS et al., 2012).

Os frutos possuem mesocarpo de sabor ácido e são ricos em vitamina C, proteínas e carboidratos e muito utilizados popularmente na culinária, no preparo de geleias, sucos e sorvetes. Seus ramos são usados na alimentação animal, sua madeira é utilizada na construção civil e as sementes são ricas em carboidratos e óleos essenciais, com propriedades farmacêuticas como antifúngicas, anti-inflamatórias, antiespasmódica e antidiabéticas (ALI et al., 1998; FERRARA, 2005; SOUZA; AKA, 2007; KHANZADA et al., 2008; ALI; SHAH, 2010; HAVINGA et al., 2010; AMADO et al., 2011).

A propagação do tamarindeiro é predominantemente por sementes e as plantas cultivadas a partir desse método possuem um longo período de juvenilidade e sua produção só se estabiliza entre 10-12 anos. Já as mudas propagadas vegetativamente iniciam sua produção em 3-4 anos e as plantas são mais homogêneas e com características idênticas a planta matriz (EL-SIDDIG et al., 2006; ALMEIDA et al., 2010; QUEIROZ et al., 2011; GÓES, 2011; COSTA et al., 2012).

A alporquia destaca-se como método de propagação vegetativa por ser menos drástico, mais simples na sua confecção, requerer menor exigência com o ambiente e concilia o enraizamento de uma porção do ramo ainda conectado à planta-matriz o que melhora as condições para rizogênese. O desenvolvimento das raízes é auxiliado pelo anelamento do ramo, impedindo que os carboidratos, hormônios vegetais e outras substâncias produzidas pelas folhas e gemas sejam translocadas para outras partes da planta, sem afetar o fornecimento de água e elementos minerais ao ramo através do xilema (PIO et al., 2007; DANELUZ et al., 2009; CAMPOS, 2010; ALMEIDA et al., 2010; DUTRA et al., 2012a).

Boa aeração, umidade contínua, temperatura moderada na área de enraizamento, ausência de luz e a juvenilidade do ramo são importantes para a formação de raízes durante a alporquia e o sucesso dessa técnica pode ser potencializado com o uso de substratos e reguladores vegetais (DANNER et al., 2006; PIO et al., 2007; SASSO; CITADIN; DANNER, 2010; CHAGAS et al., 2012).

Para garantir um suporte estrutural e o desenvolvimento de uma muda de qualidade, os substratos, devem reter água, fornecer nutrientes e disponibilizar as trocas gasosas, permitindo assim o desenvolvimento das raízes (LIMA et al., 2010; GOMES; SILVA, 2004; DUTRA et al., 2012b). Tradicionalmente utiliza-se como substrato na alporquia o esfagno, musgo retirado da beira dos rios e lagoas, que é um produto desidratado, leve, poroso e apresenta grande capacidade de retenção de água, baixo conteúdo mineral e o pH entre 3,5 a 4,0. Porém vem sendo utilizados outros substratos alternativos como fibra de coco, bagaço de cana e composto orgânico (CAMPOS, 2010; BITENCOURT; MAYER; ZUFFELLATO-RIBAS 2007; DUTRA et al., 2012a).

O uso exógeno de auxinas sintéticas para o enraizamento e uniformidade do sistema radicular vem sendo muito utilizado na propagação vegetativa em plantas frutíferas, ornamentais e arbóreas e dentre essas o ácido indolbutírico vem se destacando na indução do enraizamento adventício, por se tratar de uma substância com maior fotoestabilidade, apresentar ação localizada, menor sensibilidade à degradação biológica e proporcionar bons resultados no tratamento de alporques e estacas (CASTRO; SILVEIRA, 2003; GONÇALVES et al., 2007; SMARSI et al. 2008; HAN et al., 2009; PIVETTA et al., 2012; DUTRA et al., 2012a).

Em virtude do exposto, objetivou-se com esse experimento avaliar a viabilidade do método de alporquia e o enraizamento dos alporques submetidos a substratos orgânicos e concentrações de AIB.

5.2 Material e Métodos

Condições edafoclimáticas e local de condução do experimento

O experimento foi instalado na região do cinturão verde em Ilha Solteira/SP, no período de 17 de Agosto a 17 de Novembro, em uma propriedade com coordenadas geográficas 20°24'04" S de latitude e 51°20'55" W de longitude, com altitude média de 320 metros.

O clima da região é classificado segundo Köppen, como tipo Aw, clima tropical com estação seca de Inverno, apresentando temperatura média anual de $\pm 24,5^{\circ}\text{C}$, precipitação pluvial anual média de $\pm 1.232\text{mm}$ e umidade relativa do ar média de $\pm 64,8\%$ (HERNANDEZ et al., 1995). As condições climáticas durante o período de condução do experimento encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação mensal durante o período de condução do experimento de alporquia em tamarindeiro. Ilha Solteira/SP, 2013.

MÊS	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Precipitação média (mm)
Agosto	22,00	55,10	0,00
Setembro	24,70	60,70	105,90
Outubro	25,70	70,70	74,90
Novembro	26,60	75,70	131,30
MÉDIA	24,80	65,60	78,03

Fonte: DEFERS, FEIS, UNESP

Material vegetal utilizado

Os alporques foram realizados aleatoriamente nos quatro quadrantes da copa de tamarindeiro com aproximadamente 10 anos de idade e foram utilizados ramos semilenhosos, com aproximadamente 0,5cm de diâmetro, sadios e vigorosos a ± 40 cm do ápice.

Preparo dos alporques e tratos culturais

Os ramos foram anelados com o auxílio de uma tesoura de anelamento por todo perímetro do ramo, a 40cm da extremidade apical. No local anelado, foram aplicadas com auxílio de pincel as concentrações de ácido indolbutírico (AIB) (Figura 1A, 1B e 1C).

Para criar um microclima ao redor da lesão favorável ao desenvolvimento de raízes, o alporque foi envolvido com saco de polietileno (PVC) transparente e amarrado com abraçadeiras de nylon nas duas extremidades, para contenção do substrato e evitar a sua desidratação. Quando necessário, os alporques foram umedecidos com 15 mL de água destilada por alporque, utilizando-se seringa plástica (Figura 1D).

Figura 1 – Ramos de tamarindeiro sendo anelados com tesoura aneladora (A) e anelados (B, seta = área anelada), em (C) a aplicação de AIB em solução hidroalcoólica com ajuda de um pincel e alporque confeccionado (D). Ilha Solteira/SP, 2013.

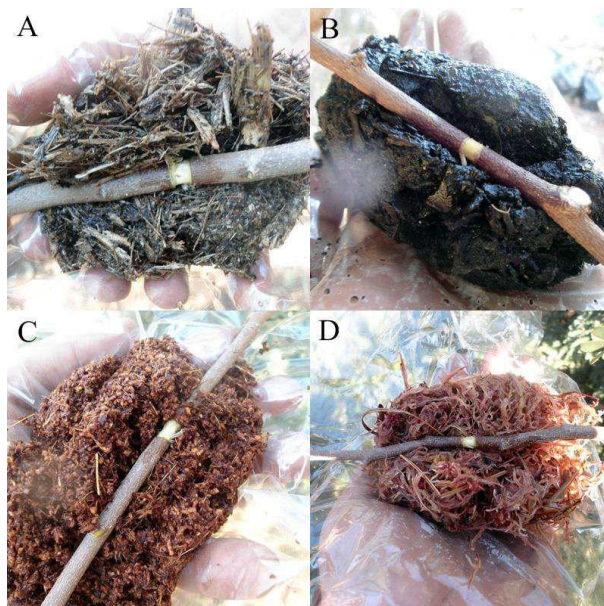


Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tratamentos utilizados

Foram utilizados aproximadamente 250g dos seguintes substratos na confecção dos alporques: bagaço de cana, composto orgânico, fibra de coco de textura fina e esfagno (Figura 2A, 2B, 2C e 2D). O esfagno foi imerso por 24h para absorção de água e os demais substratos foram umedecidos com água durante a implantação do experimento de modo a proporcionar facilidade no manuseio. As concentrações de ácido indolbutírico utilizadas foram de 0, 500, 750, 1000 e 1250mg L⁻¹ preparadas em solução hidroalcoólica conforme as orientações de Fachinello et al. (2005) e sendo o controle utilizado água destilada.

Figura 2 – Substratos orgânicos utilizados para alporquia em tamarindeiro. (A) = Bagaço de cana; (B) = Composto orgânico; (C) = Fibra de coco de textura fina e (D) = Esfagno. Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5 (substratos x concentrações de AIB), com oito repetições distribuídos aleatoriamente dentro dos quatro quadrantes da planta.

Variáveis avaliadas

As avaliações ocorreram 90 dias após instalação dos alporques, coletando as seguintes variáveis:

- Porcentagem de alporques enraizados: considerando alporques em que ocorreu a formação de raízes;
- Comprimento do sistema radicular (cm): foi mensurado o comprimento da raiz principal;
- Número de raízes: contagem do número de raízes com mais de 1cm de comprimento;
- Massa da matéria seca do sistema radicular (g): o sistema radicular foi submetido a circulação de ar forçada, em estufa a 65°C, até atingir massa constante;
- Massa da matéria seca dos calos (g): a massa de calos foi retirada com um bisturi da área anelada e submetido a circulação forçada, em estufa a 65°C, até atingir a massa constante.

Análises estatísticas

Os dados expressos em porcentagem foram transformados em arco seno. As médias obtidas foram submetidas ao teste Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

5.3 Resultados e Discussão

Observou-se em todo perímetro da aérea anelada uma intensa formação de calos de aspecto lignificado e coloração marrom-escuro com pontuações amareladas que dariam origem as raízes. As raízes formadas são principais e pivotantes com formação ou não de raízes secundárias (Figura 3A e 3B).

Figura 3 – Formação de calos (A) e raízes (B) na área anelada em alporques de tamarindeiro (Barra = 10mm). Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A partir do 15º dia após a instalação do experimento ocorreu a abscisão foliar total dos ramos, provavelmente em resposta ao anelamento realizado. A partir do 75º dia os ramos iniciaram a emissão de novas brotações a partir das gemas axilares, nesse período já era possível observar a formação de raízes nos alporques.

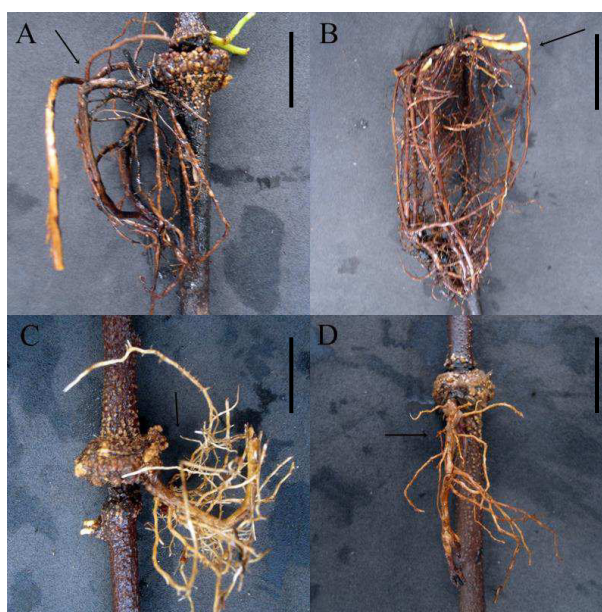
Figura 4 – Brotações aos 75 dias após a implantação dos alporques em tamarindeiro. Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

O esfagno proporcionou a maior porcentagem de alporques enraizados (65%) e o maior comprimento do sistema radicular (4,67cm) (Figura 5). Para as variáveis número de raízes e a massa da matéria seca do sistema radicular não se observou diferença estatística entre os substratos utilizados, porém a fibra de coco favoreceu a formação de calos na região anelada com massa da matéria seca de 6,21g (Tabela 2).

Figura 5 – Alporques de tamarindeiro enraizados em substrato esfagno 90 dias após a instalação (Seta = sistema radicular; Barra = 10mm). Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A porcentagem de alporques enraizados, número de raízes, comprimento e massa da matéria seca do sistema radicular não diferiram estatisticamente nas concentrações de AIB, porém 43,8% dos alporques enraizaram nas concentrações de 500 e 1000mg L⁻¹. Nas concentrações de 500, 750 e 1000mg L⁻¹ a massa da matéria seca dos calos foram mais responsivas, 6,01, 5,87 e 5,18g, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Porcentagem de alporques enraizados, número de raízes, comprimento do sistema radicular e massa da matéria seca do sistema radicular e dos calos em alporques de tamarindeiro. Ilha Solteira/SP, 2013.

SUBSTRATOS	Alporques enraizados (%)	Número de raízes/alporque	Comprimento do sistema radicular (cm)	Massa da matéria seca (g)	
				Sistema Radicular	Calos
BC	10,00 C	1,20 A	1,46 B	0,45 A	4,26 B
FC	35,00 B	1,15 A	2,38 B	0,21 A	6,21 A
ES	65,00 A	1,45 A	4,67 A	0,49 A	4,44 B
CO	30,00 B	1,05 A	2,06 B	0,69 A	4,92 B

CONCENTRAÇÕES DE AIB (mg L ⁻¹)	Alporques enraizados (%)	Número de raízes/alporque	Comprimento do sistema radicular (cm)	Massa da matéria seca (g)	
				Sistema radicular	Calos
0	25,00 A	1,44 A	2,44 A	0,53 A	4,20 B
500	43,75 A	1,38 A	3,03 A	0,42 A	6,01 A
1000	43,75 A	1,38 A	3,18 A	0,78 A	5,87 A
1500	37,50 A	1,06 A	2,13 A	0,21 A	5,18 A
2000	25,00 A	0,81 A	2,43 A	0,36 A	3,54 B

*Letras iguais maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. ** BC = Bagaço de cana; FC = Fibra de coco de textura fina; ES = Esgagno; CO = Composto orgânico.

No tamarindeiro não ocorreu e das concentrações de AIB no enraizamento Foi observado na mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes – Apocynaceae) testando como substrato húmus, esfagno e plantmax® em diferentes concentrações de AIB (0, 2000, 4000, 6000 e 9000 mg L⁻¹) que não ocorreu (REIS, 2011).

Para produção de mudas por alporquia em umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc. - Rosaceae) e marmeleiro ‘japonês’ (*Chaenomeles sinensis* L. - Rosaceae), o esfagno, assim como observado neste trabalho é o substrato mais indicado para proporcionar uma maior porcentagem de alporques enraizados (PIO et al., 2007; CHAGAS et al., 2012). Contestando os dados obtidos em tamarindeiro, no umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam – Anacardiaceae) o bagaço de cana favoreceu o enraizamento dos alporques (DUTRA et al. 2012a).

Para o tamarindeiro como para a jabuticabeira (*Plinia trunciflora* O. Berg. – Myrtaceae) a alporquia é uma técnica viável onde a planta dispensa o uso de regulador de crescimento (DANNER et al., 2006; GONÇALVES et al., 2007; SASSO et al., 2010).

Concentrações de reguladores vegetais e substratos possuem efeito no enraizamento dos alporques em várias frutíferas de interesse econômico. Como no caso da lichia (*Litchi chinensis* Sonn. – Sapindaceae) onde o uso do composto orgânico e concentrações de AIB acima de 2000mg L⁻¹; na figueira (*Ficus carica* L. – Moraceae) usando casca de pinus e 1000mg L⁻¹ de AIB; no urucum (*Bixa orellana* L. – Bixaceae) com vermiculita e esfagno também com o uso de AIB na concentração de 1000mg L⁻¹ proporcionam nessas espécies uma maior porcentagem de enraizamento (MONTOVANI; OTONI; GRANDO, 2007; SMARSI et al., 2008; DANELUZ et al., 2009; CHAGAS et al., 2012).

Portanto podemos observar que para o enraizamento de tamarindeiro a utilização do esfagno como substrato proporcionou o melhor enraizamento dos alporques, não sendo necessário a aplicação de reguladores vegetais.

5.4 Conclusões

Conclui-se que nas condições em que foi conduzido o experimento a propagação pelo método de alporquia é viável, o uso de esfagno como substrato proporciona maior porcentagem de alporques enraizados e não há necessidade do uso de regulador vegetal.

REFERÊNCIAS

- AJIBOYE, A. A.; AGBOOLA, D. A. Effect of coconut milk and Briophyllum pinnatum extracts on seed germination of some tree seed species. **International Research Journal of Biotechnology**, New Delhi, v. 2, n. 1, p. 29-32, 2011.
- ALI, M. S. et al. Chemotropism and antimicrobial activity of Tamarindus indica. **Fitoterapia**, Milano, v. 69, n. 1, p. 43-69, 1998
- ALI, N; SHAH, S. W. A. Spasmolytic activity of fruits of Tamarindus indica L. **Journal Young Pharmacology**, Malaysia, v. 2, n. 3, p. 261-264, 2010.
- ALMEIDA, M. S. et al. Massa de sementes e profundidades de semeadura no desenvolvimento de mudas de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 555-560, 2010.
- AMADO, J. R. R. et al. Preformulación de tabletas de Tamarindus indica L. **Revista Cubana de Farmacia**, Havana, v. 45, n. 4, p. 553-562, 2011.
- BITENCOURT, J.; MAYER, J. L. S.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetative de Ginkgo biloba por alporquia. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 9, n. 2, p. 71-74, 2007.
- CAMPOS, G. N. F. **Clonagem de Cnidoscolus phyllacanthus (Mart.) Pax et K. Hoffm. (Faveleira) por alporquia**. 2010. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais: Ecologia e Manejo de Recursos Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, 2010.
- CASTRO, L. A. S.; SILVEIRA, C. A. P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 368-370, 2003.
- CHAGAS, E. A. et al. Concentrações de ácido indolbutírico na propagação de umezeiro por alporquia. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1015-1020, 2012.
- COSTA, E. et al. Diferentes composições de substratos e ambientes protegidos na formação de mudas de pé-franco de tamarindeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1189-1198, 2012.
- DANELUZ, S. et al. Propagação da figueira ‘Roxo de valinhos’ por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 285-290, 2009.
- DANNER, M. A. et al. Enraizamento de jaboticabeira (Plinia trunciflora) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 530-532, 2006.
- DANTAS, A. C. V. L. et al. Effect of gibberellic acid and the biostimulant Stimulate® on the initial growth of tamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 8-14, 2012
- DUTRA, T. R. et al. Ácido indolbutírico e substratos na alporquia de umbuzeiro. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 424-429, 2012a.

DUTRA, T. R. et al. Emergência e crescimento inicial da canafístula em diferentes substratos e métodos de superação de dormência. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 65-71, 2012b.

EL-SIDDIG. K. et al. Tamarind (Tamarindus indica L.). **International Centre for Underutilised Crops University of Southampton – ICUC**. Southampton: University of Southampton, 2006. 188 p.

FACHINELLO, J. C. et al. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. ap. 4, p. 69-109.

FERRARA, L. Antioxidant activity of Tamarindus indica L. **Ingredient alimentary**, New York, v. 4, n. 1, p. 13-18, 2005.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GÓES, G. B. de. **Propagação do tamarindeiro (Tamarindus indica L.) e da pitombeira (Talisia esculenta Raldk) por enxertia**. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G. et al. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 190-225.

GONÇALVES, M. P. M. et al. Propagação vegetativa da Aroeira (Schinus terebinthifolius) por alporquia. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 363-365, 2007.

HAN, H. et al. A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin. **African Journal of Biotechnology**, Victoria Sland, v. 8, n. 3, p.348-353, 2009.

HAVINGA, R. M. et al. Tamarindus indica L. (Fabaceae): Patterns of use in traditional African medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 127, n. 10, p. 574-586, 2010.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p.

KHANZADA, S.K. et al. Chemical constituents of Tamarindus indica L. medicinal plant in Sindh. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 40, n. 6, p. 2553-2559, 2008.

LIMA, J. F. et al. Avaliação de diferentes substratos na qualidade fisiológica de sementes de melão de caroá (Sicana odorifera (Vell.) Naudim). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 163-167, 2010.

MONTOVANI, N.; OTONI, W. C.; GRANDO, M. F. Produção de explantes através da alporquia para o cultivo in vitro do urucum (Bixa orellana L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 597-599, 2007.

PASTRANA, F. T.; RUARO, P. M.; ACEVEDO, S. G. Contribución a La citogenética de *Tamarindus indica* (Leguminosae: Caesalpinioideae). **Acta Botanica Mexicana**, Veracruz, v. 98, n. 1, p. 99-110, 2012.

PEREIRA, P. C. et al. Mudanças de tamarindeiro produzidas em diferentes níveis de matéria orgânica adicionada ao substrato. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 152-159, 2010b.

PEREIRA, P. C. et al. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 3, p. 136-142, 2010a.

PIO, R. et al. Propagação do marmeleiro ‘Japonês’ por estaquia e alporquia realizadas em diferentes épocas. **Revista Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 570-574, 2007.

PIVETTA, K. F. L. et al. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de espírradeira (*Nerium oleander* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 17-23, 2012.

QUEIROZ, J. M. O. et al. Emergência de plântulas e crescimento inicial de tamarindeiro em diferentes substratos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p. 221-227, 2011.

REIS, L. L. **Propagação de *Hancornia speciosa* Gomes - Apocynaceae**, por alporquia e micropropagação. 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jaboticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 571-576, 2010.

SMARSI, R. C. et al. Concentrações de ácido indolbutírico e tipos de substrato na propagação vegetativa de *Lichia*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 7-11, 2008.

SOUZA, A.; AKA, K. J. Spasmogenic effect of the aqueous extract of *Tamarindus indica* L. (Caesalpinaceae) on the contractile activity of guinea-pig *Taenia coli*. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, Abuja, v. 4, n. 3, p. 26-266, 2007.

6. ESTAQUIA EM *Tamarindus indica* L. (FABACEAE): ÉPOCAS DE COLETA, TIPOS DE ESTACAS E CONCENTRAÇÕES DE AIB

RESUMO

O tamarindeiro, *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) é uma frutífera bem adaptada a países tropicais como o Brasil e vem ganhando espaço na alimentação, devido sua riqueza nutricional e na indústria farmacêutica, graças às suas características anti-inflamatórias, antimicrobianas, antiespasmódicas e anticancerígenas. A propagação do tamarindeiro é predominantemente por sementes, porém mudas propagadas vegetativamente possuem período de juvenilidade reduzido, a estaquia além de reduzir a fase juvenil da planta, antecipa a produção e permite a obtenção de plantas uniformes e idênticas às da planta matriz. Entretanto, a escassez de pesquisas em relação à propagação vegetativa vem sendo um entrave para a produção de mudas em larga escala. Objetivou-se com este experimento avaliar as épocas de coleta e tipos de estacas de tamarindeiro submetidas a concentrações de AIB. Utilizou-se estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas e as concentrações de AIB foram de 0, 500, 1000, 1500 e 2000mg Kg⁻¹, nas estações de inverno, primavera, verão e outono. O delineamento estatístico experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema 3 x 5 (tipos de estacas x concentrações de AIB) com quatro repetições de 10 estacas. Foi avaliada aos 90 dias após a implantação do experimento a porcentagem de estacas enraizadas; comprimento do sistema radicular; número de raízes e massa da matéria seca do sistema radicular. A propagação vegetativa pelo método de estaquia é inviável para o tamarindeiro e não houve influência da época, do tipo de estaca e do regulador vegetal.

Palavras-chave - Propagação vegetativa. Estaquia. Frutífera exótica. Tamarindo.

**Tamarindus indica L. (Fabaceae): STEM CUTTINGS AND CONCENTRATION OF
AIB**

ABSTRACT

The tamarind tree, *Tamarindus indica* L. (Fabaceae) is a fruit well adapted to tropical countries such as Brazil and has been gaining in power, due to its nutritional value and the pharmaceutical industry, thanks to its anti-inflammatory, antimicrobial, antispasmodic and anti-cancer characteristics. The tamarind is predominantly spread by seed, but seedlings propagated vegetatively have short period of juvenility, rooting and reduce juvenile phase of the plant, anticipated production and allows to obtain uniform and identical to the mother plant plants. However, the paucity of research in relation to vegetative propagation has been a barrier for seedling production in large scale. The objective of this experiment was to evaluate the collection times and types of piles of tamarind subjected to concentrations of IBA. We used herbaceous, softwood and hardwood cuttings and IBA concentrations were 0, 500, 1000, 1500 and 2000mg kg⁻¹ in the seasons winter, spring, summer and fall. The experimental statistical design was completely randomized in a 3 x 5 (types of cuttings x concentrations of IBA) with four replications of 10 cuttings. Was evaluated 90 days after implantation of the experiment the percentage of rooted cuttings, root length, number of roots and dry mass of the root system. Vegetative propagation by cuttings is impractical method for tamarind and there was no influence of time, the type of stake and the plant growth regulator.

Keywords - Vegetative propagation. Cutting. Exotic fruit. Tamarind.

6.1 Introdução

O tamarindeiro (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) é uma árvore comum em países tropicais, considerada de múltiplo uso e com grande adaptação a países tropicais como o Brasil, no qual o fruto vem ganhando espaço devido seu sabor, suas características nutritivas e qualidades farmacológicas.

O mesocarpo de característica ácida é muito utilizado popularmente na culinária, no preparo de geleias, sucos, sorvetes e é rica em vitamina C, proteínas e carboidratos além de possuir propriedades farmacêuticas como antifúngicas, anti-inflamatórias, antiespasmódica e antidiabéticas (ALI et al., 1998; FERRARA, 2005; SOUZA; AKA, 2007; KHANZADA et al., 2008; ALI; SHAH, 2010; HAVINGA et al., 2010; AMADO; PRADA; ARRANZ, 2011; AMADO et al., 2011; AJIBOYE; AGBOOLA, 2011).

O método de propagação do tamarindeiro é predominantemente por sementes e as plantas cultivadas a partir desse método levam mais de sete anos para iniciar sua produção, enquanto as mudas propagadas vegetativamente além de possuir alta produtividade iniciam sua produção em 3-4 anos (EL-SIDDIG et al., 2006; GÓES, 2011).

A propagação por estaquia, além de reduzir a fase juvenil da planta, antecipa a produção, permite a obtenção de plantas uniformes e com características idênticas às da planta matriz, entretanto o enraizamento é dependente do tipo de estaca e da espécie em questão (MELETTI, 2000; FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 1995; FISCHER et al., 2008).

O enraizamento é afetado diretamente por fatores externos relacionados às condições do meio onde as estacas estão instaladas, como a luminosidade, temperatura, umidade, recipiente de enraizamento e tipos de substratos utilizados. Além de fatores internos, totalmente relacionados a planta matriz e suas condições fisiológicas, como a idade da planta, tipo de estaca, época do ano, balanço hormonal, cofatores e inibidores do enraizamento (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; HARTMANN et al., 2002; DUTRA; KERSTEN; FACHINELLO, 2002; PIO et al., 2003).

A viabilidade da técnica tem aumentado com a utilização de alguns procedimentos como a escolha das melhores épocas de coleta das estacas e o uso exógeno de reguladores de crescimento. Um balanço hormonal endógeno adequado entre promotores e inibidores do processo de rizogênese, especialmente entre auxinas, giberelinas e citocininas é necessário para uma eficiente formação de raízes (FACHINELLO et al., 2005; PASQUAL et al., 2001; GRATIERI-SOSSELLA; PETRY; NIENOW, 2008).

A maneira mais comum para promover o equilíbrio hormonal é a aplicação exógena dos reguladores de crescimento sintéticos, principalmente de ácido indolbutírico (AIB), sendo que a dose ideal varia com a espécie e é de extrema importância para o enraizamento das estacas (NORBERTO et al., 2001; HARTMANN et al., 2002; GONTIJO et al., 2003; FACHINELLO et al., 2005; HAN et al., 2009).

Nesse contexto, objetivou-se com este experimento avaliar diferentes épocas de coleta e tipos de estacas de tamarindeiro submetidas a concentrações de ácido indolbutírico.

6.2 Material e Métodos

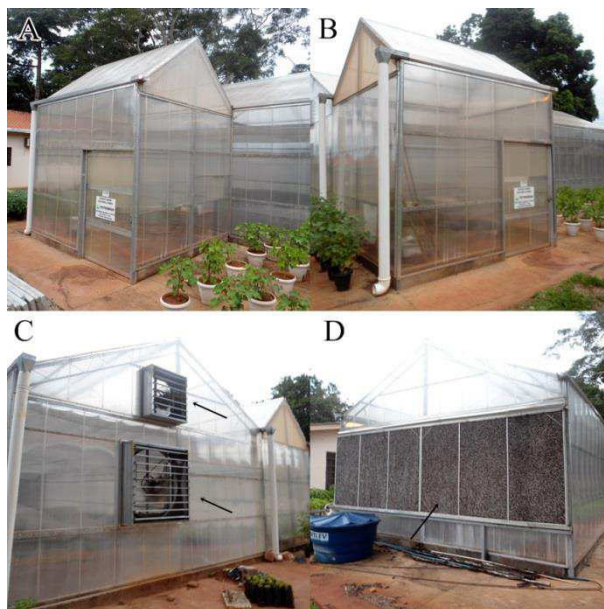
Local de condução do experimento e condições edafoclimáticas

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’ (UNESP) - Câmpus de Ilha Solteira - Agronomia, localizada a 20°25’24,4” de latitude sul e 51°21’13,1” de longitude oeste, com altitude em torno de 337 metros no período de 22 de novembro de 2012 a 21 de novembro de 2013.

Foram realizados experimentos nas estações de primavera (22 de novembro de 2012 a 20 de fevereiro de 2013), verão (21 de fevereiro a 22 de maio de 2013), outono (23 de maio a 21 de agosto) e inverno (23 de agosto a 21 de novembro).

O clima da região é classificado segundo Köppen como Aw, clima tropical com estação seca de inverno, apresentando temperatura média anual de $\pm 24,5^{\circ}\text{C}$, precipitação pluvial anual média de $\pm 1.232\text{mm}$ e umidade relativa do ar média de $\pm 64,8\%$ (HERNANDEZ et al., 1995). O experimento foi instalado em casa de vegetação com circulação de ar forçada e sistema Pad&Fan, sob tela termorrefletora com 50% de sombreamento. A irrigação foi programada automaticamente e realizada as 6h00, 9h00, 12h00, 15h00 e 18h00 durante 5 minutos (Figura 1A, 1B, 1C e 1D).

Figura 1 – Casa de vegetação (A e B) com ventiladores para circulação de ar (C) (Seta = ventiladores) e sistema Pad&Fan (D) (Seta = parede de argila expandida). Ilha Solteira/SP, 2012/2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Obtenção do material vegetal

As estacas foram retiradas de tamarindeiros, com aproximadamente 10 anos de idade, localizadas na cidade de Ilha Solteira/SP (Figura 2A). Foram utilizadas três tipos de estacas: as estacas herbáceas (Figura 2B), retiradas de ramos novos, flexíveis e verdes; as estacas semilenhosas (Figura 2C), retiradas de ramos jovens de até um ano com lignificação evidente; e as estacas lenhosas (Figura 2D), retiradas de ramos antigos e totalmente lignificados.

Figura 2 – Árvore utilizada para retirada dos ramos (A), estaca herbácea (B), semilenhosa (C) e lenhosa (D) de tamarindeiro. Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Foram utilizadas estacas com 18cm de comprimento, sendo as herbáceas e semilenhosas com dois pares de folhas e as lenhosas retiradas todas as folhas. Nas estacas lenhosas e semilenhosas um corte em bisel no ápice foi realizado para evitar o acúmulo de umidade e evitar a proliferação de fungos.

Tratamentos utilizados

Foi utilizado ácido indolbutírico formulado em pó nas concentrações de 0, 500, 1000, 1500 e 2000mg Kg⁻¹. As bases das estacas foram umedecidas e inseridas nas formulações de ácido indolbutírico em pó e foram plantadas em caixas de polipropileno preta com 9L de capacidade, preenchidas com vermiculita de textura média (Figura 3A, 3B, 3C e 3D).

Figura 3 – Estacas de tamarindeiro plantadas bandejas de polipropileno preenchidas com vermiculita e instaladas em casa de vegetação. Ilha Solteira/SP, 2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Delineamento experimental

O delineamento estatístico experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 (tipos de estacas x concentrações de AIB), com quatro repetições e dez estacas por parcela.

Variáveis avaliadas

As avaliações ocorreram 90 dias após o plantio das estacas e coletando os seguintes dados biométricos:

- Porcentagem de estacas enraizadas: considerou-se somente aquelas que apresentavam raízes com 1cm de comprimento;
- Porcentagem de estacas vivas: foram consideradas estacas vivas com raízes, com calos e aquelas que não haviam enraizado e não se encontravam secas ou apodrecidas;
- Porcentagem de estacas mortas: consideraram-se estacas secas, sem calos, sem brotações e sem raízes;
- Porcentagem de estacas com calos: consideraram-se estacas com calos aquelas que apresentam visivelmente a presença de intumescimento dos tecidos;
- Comprimento da maior raiz: a raiz mais longa foi medida com régua comum, sendo consideradas aptas para a determinação apenas aquelas que apresentavam pelo menos 1cm de comprimento;

- Número de raízes: foram contadas as raízes que apresentavam pelo menos 1cm de comprimento;

- Número de brotos por estaca (NB): levando em consideração as brotações com pelo menos 1cm de comprimento.

Análise estatística

Dados expressos em porcentagem foram transformados em arco seno. As médias obtidas foram submetidas ao teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

6.3 Resultados e Discussão

Foi realizado um experimento em cada estação do ano tendo sido visualizado que após 15 dias ocorria a abscisão foliar das estacas herbáceas (Figura 4A) e semilenhosas (Figura 4B) e o início da brotação das gemas axilares das estacas lenhosas.

Figura 4 – Abscisão foliar em estacas herbáceas (A) e estacas semilenhosas (B) de tamarindeiro. Ilha Solteira/SP, 2012/2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Não ocorreu a formação de raízes ou calos nas estacas herbáceas, semilenhosas ou lenhosas submetidas às concentrações avaliadas (Figura 5A, 5B e 5C).

Figura 5 – Base das estacas herbáceas (A), semilenhosas (B) e lenhosas (C) de tamarindeiro. Ilha Solteira/SP, 2012/2013.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Aos 90 dias após a instalação do experimento observou-se a morte de 100% das estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas (Figura 6A e 6B). Portanto podemos considerar que o método de propagação por estaquia não é viável para o tamarindeiro.

Figura 6 – Estacas de tamarindeiro 90 dias após o plantio. Ilha Solteira/SP, 2013



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Os dados obtidos neste experimento diferem do citado por El-Siddig et al. (2006) que observaram que a estaquia de tamarindeiro seria um método fácil de se obter mudas com o

uso de estacas herbáceas e semilenhosas na aplicação de AIB na concentração de 1000mg Kg^{-1} .

Algumas espécies possuem dificuldades para enraizar como vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén – Asteraceae) que mesmo com o uso de ácido indolbutírico a sua propagação por estaquia não é um método viável de propagação (FERRIANI et al., 2008).

Possivelmente fatores intrínsecos da espécie como a idade da planta matriz e a idade dos ramos utilizados podem ter interferido na capacidade de enraizamento das estacas ou ainda fatores exógenos como o substrato, a concentração dos reguladores vegetais e o ambiente onde foram implantadas as estacas (HARTMANN et al., 2002).

6.4 Conclusões

Conclui-se que nas condições desse experimento a propagação vegetativa pelo método de estaquia não é viável para o tamarindeiro.

REFERÊNCIAS

- AJIBOYE, A. A.; AGBOOLA, D. A. Effect of coconut milk and Briophyllum pinnatum extracts on seed germination of some tree seed species. **International Research Journal of Biotechnology**, New Delhi, v. 2, n. 1, p. 29-32, 2011.
- ALI, M. S. et al. Chemotropism and antimicrobial activity of Tamarindus indica. **Fitoterapia**, Milano, v. 69, n. 1, p. 43-69, 1998.
- ALI, N; SHAH, S. W. A. Spasmolytic activity of fruits of Tamarindus indica L. **Journal Young Pharmacology**, Malaysia, v. 2, n. 3, p. 261-264, 2010.
- AMADO, J. R. R. et al. Preformulación de tabletas de Tamarindus indica L. **Revista Cubana de Farmacia**, Havana, v. 45, n. 4, p. 553-562, 2011.
- AMADO, J. R. R.; PRADA, A. L.; ARRANZ, J. C. E. Formulación de comprimidos de tamarindo por el método de granulación húmeda. **Revista Cubana de Farmacia**, Havana, v. 45, n. 3, p. 414-422, 2011.
- DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 327-333, 2002.
- EL-SIDDIG. K. et al. Tamarind (Tamarindus indica L.). **International Centre for Underutilised Crops University of Southampton – ICUC**. Southampton: University of Southampton, 2006. 188 p.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.
- FACHINELLO, J. C. et al. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa, 2005. Cap. 4, p. 69-109.
- FERRARA, L. Antioxidant activity of Tamarindus indica L. **Ingredient alimentary**, New York, v. 4, n. 1, p. 13-18, 2005.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERRIANI, A. P. et al. Estaquia e anatomia de vassourão-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 159-166, 2008.
- FISCHER, D. L. O. et al. Enraizamento de estacas semilenhosas de mirtilo sob o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 557-559, 2008.
- GRATIERI-SOSSELA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A. A. Propagação da corticeira do banhado (Erythrina crista-galli L.) (Fabaceae) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008.

GÓES, G. B. de. **Propagação do tamarindeiro (Tamarindus indica L.) e da pitombeira (Talisia esculenta Raldk) por enxertia**. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.

GONTIJO, T. C. A. et al. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HAN, H. et al. A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin. **African Journal of Biotechnology**, Victoria Sland, v. 8, n. 3, p.348-353, 2009.

HARTMANN, H. T. et al. **Hartmann and Kester's plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HAVINGA, R. M. et al. Tamarindus indica L. (Fabaceae): Patterns of use in traditional African medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, Shannon, v. 127, n. 10, p. 574-586, 2010.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP - Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45 p.

KHANZADA, S.K. et al. Chemical constituents of Tamarindus indica L. medicinal plant in Sindh. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 40, n. 6, p. 2553-2559, 2008.

MELETTI, L. M. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 239p.

NORBERTO, P. M. et al. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (Ficus carica L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n.3, p.533-541, 2001.

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

PIO, R.; et al. Enraizamento de estacas apicais de figueira tratadas com sacarose e ácido indolbutírico por imersão rápida. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 35-38, 2003.

SOUZA, A.; AKA, K. J. Spasmogenic effect of the aqueous extract of Tamarindus indica L. (Caesalpinaceae) on the contractile activity of guinea-pig Taemia coli. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, Abuja, v. 4, n. 3, p. 26-266, 2007.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos**. Curitiba: K. C. Zuffellato-Ribas, 2001.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que foram conduzidos os experimentos e de acordo com os resultados obtidos pode-se considerar que:

Há uma escassez de trabalhos nacionais em relação à fisiologia, produção e propagação do tamarindeiro, assim sendo, novas pesquisas relacionadas a esta espécie devem ser realizadas.

Na cultura de tecidos, tanto para o uso de seguimentos nodais ou embriões zigóticos, novos trabalhos em relação à otimização do protocolo para produção de mudas devem ser realizada, avaliando métodos de desinfestação dos embriões zigóticos para controle da contaminação, testando volumes e novos meios, vedações, fonte de carbono e de nutrientes, intensidade luminosa, uso de reguladores vegetais entre outras variáveis.

Para a alporquia pesquisas com outros substratos, diâmetros e posições dos ramos, épocas do ano ou concentrações de reguladores vegetais devem ser realizadas a fim de melhorar e homogeneizar o enraizamento.

Para o método de estaquia outros substratos, tempos de imersão em reguladores vegetais e concentrações mais elevadas podem ser avaliados para confirmar a inviabilidade desse método para o tamarindeiro.