

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RENATA CAPISTRANO MOREIRA FURLANI

“Propagação do Pinhão Manso por estaquia, enxertia e sementes”

Ilha Solteira
2014

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

RENATA CAPISTRANO MOREIRA FURLANI

“Propagação do Pinhão Manso por estaquia, enxertia e
sementes”

Orientador: Prof. Dr. Luiz de Souza Corrêa

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia -
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F985p Furlani, Renata Capistrano Moreira.
Propagação do pinhão manso por estaquia, enxertia e sementes / Renata Capistrano Moreira Furlani. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2014
98 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2014

Orientador: Luiz de Souza Corrêa

Inclui bibliografia

1. Propagação vegetativa. 2. Estaquia. 3. Enxertia.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Propagação do Pinhão Manso por estaquia, enxertia e sementes

AUTORA: RENATA CAPISTRANO MOREIRA FURLANI

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUIZ DE SOUZA CORREA

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

Prof. Dr. LUIZ DE SOUZA CORREA

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

Profa. Dra. HELOIZA FERREIRA ALVES DO PRADO

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

Profa. Dra. ALINE REDONDO MARTINS

Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Profa. Dra. SILVIA CORREA SANTOS

Centro de Ciências Agrárias / Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. SAMUEL FERRARI

Coordenadoria de Curso de Agronomia / Unidade de Registro

Data da realização: 27 de fevereiro de 2014.

DEDICO

Aos meus pais, Sinésio e Ana Lúcia, por toda dedicação, amor, carinho, por serem presentes em minha vida.

Ao meu querido esposo, Enes, meu porto seguro.

Aos meus amados filhos, Marco Antônio e Júlio César, com o perdão da ausência por alguns momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as bênçãos recebidas e por nunca nos deixar faltar nada.

À Universidade Estadual Paulista – Campus de Ilha Solteira e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, especialidade em “Sistemas de Produção” pela oportunidade de realização do curso de Doutorado em Agronomia.

Ao professor Dr. Luiz de Souza Corrêa pelas constantes: orientação, amizade, paciência e incentivo que tornaram este trabalho realidade.

À Petrobras pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu amado esposo Enes Furlani Junior por toda ajuda, incentivo, amor, por acreditar que sou capaz.

Ao meu querido filho Marco Antônio, que mesmo com tão pouca idade, mas já sabendo escrever, ajudou com as anotações de algumas avaliações. Sem a sua ajuda mamãe teria demorado bem mais.

Ao meu querido filho Júlio César, que mesmo não sabendo escrever nos acompanhava nas avaliações.

Às minha irmã Raquel pela revisão do Abstract.

Às minhas irmãs Flávia e Raquel por sempre estarem presentes em minha vida.

Ao amigo Gustavo Alves Pereira pela inestimável ajuda nas avaliações e na retirada e avaliação final de todos os experimentos.

À amiga Ana Paula Portugal pela ajuda nas avaliações dos experimentos.

À minha querida amiga “irmã” Andréia Empke Zuim Galera pela valiosa ajuda com a anotação das avaliações dos experimentos, pelos cafezinhos, pelo incentivo sem fim.

Ao amigo Danilo Marcelo Aires dos Santos pela ajuda com o programa de análises estatísticas Sisvar.

Ao Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia.

Ao técnico José Hernandez Marangoni Corrêa pela realização das enxertias.

Ao técnico Valdecir Alves de Souza pela ajuda nos experimentos.

Aos funcionários da Seção de Pós-graduação e da Biblioteca.

Às amigas Aline Namie Suzuki, Erica Rodrigues Moreira e Simone Hiraki.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

"O motor a diesel pode ser alimentado por óleos vegetais e ajudará no desenvolvimento agrário dos países que vierem a utilizá-lo. O uso de óleos vegetais como combustível pode parecer insignificante hoje em dia, mas com o tempo irá se tornar tão importante quanto o petróleo e o carvão são atualmente."

Rudolf Diesel (1858-1913)

RESUMO

O pinhão manso pode ser propagado de forma vegetativa através de estacas e enxertia ou via seminífera. Por ser uma planta de polinização cruzada, quando propagado via sementes origina indivíduos com alta variabilidade genética, produção mais tardia, no entanto com desenvolvimento de raiz pivotante, o que confere às plantas maior vigor e resistência a secas prolongadas. Quando propagado vegetativamente apresenta as mesmas características da planta mãe, desenvolvem apenas raízes secundárias, e são mais precoces na produção de frutos. A técnica da enxertia também confere maior precocidade às plantas enxertadas, com a vantagem de poder combinar resistência do porta enxerto com produtividade do enxerto. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver técnicas de propagação para pinhão manso através de estacas, sistemas de enxertia e sementes. Foram desenvolvidos 4 experimentos, sendo que o primeiro experimento avaliou o pegamento por meio de avaliações do desenvolvimento vegetativo de diferentes tipos de estacas (basal, mediana e apical) de pinhão manso em dois tipos de substratos (areia e vermiculita). O segundo avaliou o enraizamento de estacas (basal, mediana e apical) provenientes de ramos armazenados em condições ambientes por 30 e 60 dias. O terceiro experimento objetivou avaliar o efeito do antioxidante ácido cítrico nos cortes antes da realização da enxertia e o uso de dois sistemas de fixação dos enxertos, barbante e gaze. O último experimento avaliou a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de pinhão manso em função do ambiente e do tempo de armazenamento das sementes. Quando propagado por estacas e utilizando diferentes substratos para enraizamento, as estacas basais de pinhão manso proporcionam uma maior porcentagem de estacas vivas, assim como estacas instaladas em vermiculita também apresentaram uma maior porcentagem de sobrevivência. Ao final do experimento as estacas basais apresentaram-se superiores às demais em todas as variáveis analisadas, assim como aquelas no substrato vermiculita. Em relação ao armazenamento de ramos de pinhão manso para posterior estaqueamento, concluiu-se que o armazenamento de ramos de pinhão manso por até 30 dias é viável nas condições estudadas e as estacas da parte basal foram as que obtiveram os melhores resultados para número de folhas, número e comprimento dos brotos e massa da matéria seca das raízes. A técnica de enxertia em ramos de pinhão manso é viável, sendo que o uso de antioxidante nos cortes de enxertia não é necessário e a

fixação pode ser realizada com barbante ou gaze. O armazenamento de sementes de pinhão manso tanto em câmara fria quanto em condições ambientes é viável por até 120 dias (período estudado), desde que a semeadura seja realizada com temperaturas não limitantes à germinação e desenvolvimento das plântulas. Recomenda-se realizar a semeadura e estaqueamento em época de primavera – verão onde as temperaturas mínimas no dia são maiores que 20 °C e possivelmente não afetarão o desenvolvimento das estacas e principalmente a germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L. Propagação vegetativa. Desenvolvimento vegetativo.

ABSTRACT

Jatropha can be propagated vegetatively by cuttings and grafting or by seeds. It is a allogamous plant, when propagated via seed originates progenies with high genetic variability, later production, but with developed tap root which gives great plant vigor and resistance to prolonged drought. When propagated vegetatively presents the same characteristics as the parental plant, just secondary roots were developed, but with early fruit production. The technique of grafting also gives more precocity to the plants, with the advantage of combining rootstock resistance with the graft yield. The present study aimed to develop techniques for Jatropha propagation by cuttings, grafting and seed systems. Four experiments were conducted, and the first one aimed to test the rooting and vegetative development of plants from different types of cuttings (basal, middle and apical) on two types of substrates (sand and vermiculite). The second evaluated the rooting of cuttings (basal, middle and apical) from branches stored in ambient conditions for 30 and 60 days. The third experiment aimed to evaluate the antioxidant effect of citric acid in cuts before grafting and the use of two systems for setting grafts string and gauze. The last experiment evaluated seed germination and early seedling development of Jatropha as a function of environment and time of seed storage. When propagated by cuttings and using different substrates for rooting, Jatropha basal cuttings provide a higher percentage of living cuttings, as well as cuttings installed in vermiculite also had a higher percentage of survival. At the end of the experiment the basal cuttings were superior to others in all variables analyzed, as well as those in vermiculite. Regarding storage of Jatropha branches for later use, it is concluded that the storage of Jatropha branches up to 30 days is feasible under the conditions studied and the basal part of the cuttings obtained the best results for the number of leaves, number and length of shoots and root dry matter. Grafting technique is feasible to Jatropha propagation, it does not require the use of antioxidants and the fixing can be done both with string or gauze. Storage of Jatropha seeds is viable for up to 120 days in cold storage or ambient conditions, but the sowing must be done under conditions that do not restrict germination and seedling development. It is recommended to perform the sowing and the cutting propagation

in spring - summer season where minimum temperatures are higher than 20 °C and possibly not affect cuttings development and especially seed germination and seedling development.

Keywords: *Jatropha curcas* L. Vegetative propagation. Vegetative development.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Aspectos da planta de pinhão manso (A), folhas (B), inflorescência (C), frutos (D), frutos e sementes (E), semente germinada com detalhe de raíz pivotante e raízes laterais (F). Ilha Solteira – SP, 2011.....	21
Figura 2	Vista geral das plantas matrizes de onde o material para propagação vegetativa foi retirado. Selvíria - MS, 2011	34
Figura 3	Vista geral das estacas instaladas em areia (esquerda) e vermiculita (direita). Ilha Solteira - SP, 2011	35
Figura 4	Ramos de pinhão manso armazenados em areia. Ilha Solteira – SP, 2011.....	47
Figura 5	Variação da temperatura ambiente (°C) durante o período de desenvolvimento do experimento. Ilha Solteira – SP, 2011	55
Figura 6	Detalhe da desfolha efetuada após a enxertia. Ilha Solteira – SP, 2011	62
Figura 7	Fixação da enxertia: barbante (A) e gaze (B). Ilha Solteira – SP, 2011	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores de $p > F$ e porcentagem de estacas vivas (PEV) obtidos para estacas de pinhão manso submetidas a tratamentos com diferentes tipos de estacas e substratos aos 21, 32 e 75 dias. Ilha Solteira – SP, 2011..	37
Tabela 1 a	Desdobramento da interação dos fatores tipos de estacas e substratos para porcentagem de estacas vivas aos 21 e 75 dias após instalação. Ilha Solteira – SP, 2011.....	38
Tabela 2	Valores de $p > F$ e médias de massa de matéria seca das brotações (MMSB) (g), massa da matéria seca das raízes (MMSR) (g) e comprimento dos brotos (CB) (mm) obtidos ao final do experimento para tratamentos com tipos de estacas de pinhão manso e diferentes substratos. Ilha Solteira – SP, 2011	40
Tabela 2 a	Desdobramento da interação dos fatores estacas e substratos para a variável massa da matéria seca das raízes. Ilha Solteira – SP, 2011	41
Tabela 3	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de brotos por estaca de pinhão manso obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de estacas e substratos. Ilha Solteira – SP, 2011	42
Tabela 3 a	Desdobramento da interação dos fatores estacas e substratos para a variável número de brotos. Ilha Solteira – SP, 2011	43
Tabela 4	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de folhas de pinhão manso maiores que 2 cm obtidos em função de tratamentos com diferentes tipos de estacas e substratos. Ilha Solteira – SP, 2011.....	44
Tabela 4 a	Desdobramento da interação dos fatores estacas e substratos para a variável número de folhas aos 21 e 32 dias após a instalação. Ilha Solteira – SP, 2011..	45
Tabela 5	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de folhas obtidas em função dos tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011	50
Tabela 5 a	Desdobramento da interação dos fatores estacas e tipo de armazenamento para a variável número de folhas aos 14 e 50 dias. Ilha Solteira – SP, 2011	51

Tabela 6	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de brotos obtidos em função de tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.....	52
Tabela 7	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para comprimento de brotos (mm) obtidos em função dos tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.....	53
Tabela 7 a	Desdobramento da interação dos fatores estacas e tipo de armazenamento para a variável comprimento dos brotos. Ilha Solteira – SP, 2011	54
Tabela 8	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para massa da matéria seca das brotações (g) obtidos em função dos tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.....	56
Tabela 9	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para massa da matéria seca de raízes (g) obtidos em função dos tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.....	57
Tabela 10	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para estacas vivas obtidos em função de tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011	58
Tabela 11	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de brotações aos 28 dias após a enxertia (d.a.e) obtidos em função de tratamentos com diferentes tipos de enxertia. Ilha Solteira – SP, 2011.....	64
Tabela 12	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de folhas maiores que 2cm obtidas em função de tratamentos com diferentes tipos de enxertia. Ilha Solteira – SP, 2011	66
Tabela 13	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias de enxertos vivos aos 98 d.a.e obtidos em função de tratamentos com diferentes tipos de enxertia. Ilha Solteira – SP, 2011.....	67
Tabela 14	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para massa da matéria seca de folhas (g) (MSF) e massa seca de raízes (g) (MSR) obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de enxertia aos 98 d.a.e. Ilha Solteira – SP, 2011	68
Tabela 15	Teste unilateral de Dunnett para as variáveis altura de plântulas (AP), número de sementes germinadas (SG), número de folhas maiores que 2cm (FOLHAS) obtidas através de diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso aos 14 dias após semeadura. Ilha Solteira – SP, 2011	74

Tabela 16	Teste unilateral de Dunnett para as variáveis altura de plântulas (AP), número de folhas maiores que 2cm (FOLHAS), diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), número total de plântulas vivas (PV) obtidas através de diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso aos 42 dias após semeadura. Ilha Solteira – SP, 2011 75
Tabela 17	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para altura de plântulas (cm) obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011 77
Tabela 18	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de sementes germinadas (SG) aos 14 dias após semeadura e número de plântulas vivas (PV) aos 42 dias após semeadura, obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011 78
Tabela 18 a	Desdobramento da interação dos fatores armazenamento e dias de armazenamento para a variável número de sementes germinadas. Ilha Solteira – SP, 2011 79
Tabela 19	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de folhas maiores que 2 cm obtidos em função de tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011 80
Tabela 20	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para diâmetro do caule (cm) obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011 81
Tabela 21	Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa da matéria seca de raízes (MSR) obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011 82
Tabela 21 a	Desdobramento da interação dos fatores armazenamento e dias de armazenamento para a variável massa da matéria seca da parte aérea (g). Ilha Solteira – SP, 2011 83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	19
2.2	CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E DESCRIÇÃO DA PLANTA.....	20
2.3	USOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	22
2.4	PROPAGAÇÃO	25
2.4.1	Propagação por sementes ou sexuada	26
2.4.2	Propagação vegetativa ou assexuada	29
2.4.2.1	Propagação por estaquia	29
2.4.2.2	Propagação por enxertia.....	31
3	EXPERIMENTO 1: ENRAIZAMENTO DE DIFERENTES TIPOS DE ESTACAS DE PINHÃO MANSO EM DOIS SUBSTRATOS	33
3.1	OBJETIVO	33
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.2.1	Tratamentos utilizados e delineamento experimental.....	34
3.2.2	Variáveis avaliadas e análise estatística.....	35
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.4	CONCLUSÕES	45
4	EXPERIMENTO 2: PROPAGAÇÃO DO PINHÃO MANSO NO SISTEMA DE ESTAQUIA EM FUNÇÃO DO TIPO DE ESTACAS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO.....	46
4.1	OBJETIVO	46

4.2	MATERIAL E MÉTODOS	46
4.2.1	Tratamentos utilizados e delineamento experimental.....	47
4.2.2	Variáveis avaliadas e análise estatística.....	48
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.4	CONCLUSÕES	58
5	EXPERIMENTO 3: EFEITO DE ANTIOXIDANTE, TIPO DE ENXERTO E AGENTE FIXADOR SOBRE A ENXERTIA POR GARFAGEM EM PINHÃO MANSO	60
5.1	OBJETIVO	60
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	60
5.2.1	Tratamentos utilizados e delineamento experimental.....	61
5.2.2	Variáveis avaliadas e análise estatística.....	62
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
5.4	CONCLUSÕES	69
6	EXPERIMENTO 4: VIABILIDADE DE SEMENTES DE <i>Jatropha curcas</i> L. EM FUNÇÃO DO TEMPO E DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO.....	70
6.1	OBJETIVO	70
6.2	MATERIAL E MÉTODOS	70
6.2.1	Tratamentos utilizados e delineamento experimental.....	71
6.2.2	Variáveis avaliadas e análise estatística.....	72
6.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
6.4	CONCLUSÕES	84
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85

REFERÊNCIAS.....	86
ANEXO.....	94
INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 4, DE 14 DE JANEIRO DE 2008	95

1 INTRODUÇÃO

A escassez de combustíveis fósseis tem promovido a busca de opções para substituir esses combustíveis por semelhantes com mesma eficiência. Assim, nos últimos anos, o uso de óleo vegetal como matéria-prima para biodiesel está sendo considerado uma alternativa adequada para substituição de combustíveis fósseis. Neste segmento, se inserem várias plantas cujas sementes são produtoras de óleo, entre elas o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.).

O pinhão manso vem se destacando como fonte promissora de extração de óleo. Suas sementes apresentam em média 34% de óleo (PUTTEN et al., 2009) e o biodiesel produzido a partir desse óleo possui poder calorífico pouco inferior ao do óleo diesel, com produção de um ruído mais suave nos motores a diesel.

É uma planta que tem como possível centro de origem a América Central, mais possivelmente no México, onde se localiza maior diversidade de *Jatropha curcas* L. É uma planta perene, que está em processo de domesticação, tão pouco teve um programa de melhoramento adequado que possa suportar tecnicamente e viabilizar a cultura em várias localidades. É facilmente propagada por sementes e se reproduz por polinização cruzada, gerando sementes com alto grau de variabilidade genética, o que exige o desenvolvimento de técnicas de propagação para aplicação no melhoramento da cultura.

A utilização de técnicas para preservação da viabilidade das sementes tem sido preconizada por vários autores como uma forma de evitar possíveis problemas com a obtenção de sementes para produção de mudas de boa qualidade.

Por outro lado existem também outras tecnologias que podem ser desenvolvidas para pinhão manso, entre elas várias práticas culturais e principalmente a propagação vegetativa para produção em larga escala.

Dessa forma, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que visem à obtenção de materiais homogêneos e uma das principais formas é através da propagação vegetativa. Assim sendo, é necessário desenvolver uma tecnologia de produção para que efetivamente se produzam matrizes em grande escala e também em quantidade suficiente para distribuição para eventuais produtores.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de técnicas de propagação para pinhão manso através de estacas, sistemas de enxertia e sementes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A origem do pinhão manso, de acordo com Heller (1996), ainda permanece incerta, sendo supostamente nativo da América Central, principalmente do México. No entanto, Arruda et al. (2004) relatam que o pinhão manso, provavelmente tem sua origem no Brasil, sendo introduzido em Guiné e nas Ilhas do Arquipélago de Cabo Verde por navegadores portugueses, de onde foi disseminado para o continente africano.

O pinhão manso é uma planta de origem tropical (BRITO, 2008; GUIMARÃES, 2008) que pode ser encontrada em todas as regiões intertropicais do planeta (BORGES et al., 2009). É uma planta adaptável às adversidades de clima e solo. Desenvolve-se bem tanto em regiões tropicais secas quanto nas zonas equatoriais úmidas (ARRUDA, et al., 2004).

A distribuição geográfica da cultura do Pinhão manso *Jatropha curcas* L. é bastante vasta devido a sua rusticidade, resistência a longas estiagens, bem como às pragas e doenças, sendo adaptável a condições edafoclimáticas muito variáveis (SILVA, 2006) sendo encontrado em regiões com precipitação média anual de 300 a 1000 mm (HELLER, 1996). Atualmente é encontrado em quase todas as regiões intertropicais, estendendo sua ocorrência à América Central, Índia, Filipinas e Timor, e em menor proporção até mesmo às zonas temperadas. No Arquipélago de Cabo Verde, em Angola, Guiné, Moçambique, nas Ilhas Antilhas Britânicas, Filipinas, México, Porto Rico, Venezuela e El Salvador, o pinhão manso apresenta valor econômico industrial ao lado de outras culturas, sendo uma das maiores riquezas do Arquipélago de Cabo Verde. No Brasil ocorre praticamente em todas as regiões, sempre de forma dispersa, adaptando-se às diversas condições edafoclimáticas (ALVES et al., 2008).

É encontrado desde o nível do mar até 1000 m de altitude, entretanto, de acordo com Dias et al. (2007) a planta desenvolve-se melhor em altitudes de 200 a 800 m, no entanto, Silva (2006), preconiza que a área ideal de formação do pomar deve estar localizada em regiões que apresentem altitudes entre 500 a 800 m, altitudes consideradas ideais para alta produtividade, estimadas em valores acima de seis mil quilos por hectare.

Segundo a Instrução normativa nº 4 de 14 de janeiro de 2008, no Brasil o pinhão manso desenvolve-se bem com precipitação média de 1.500 mm anuais, com período seco de quatro meses no máximo (MAPA, 2008).

2.2 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E DESCRIÇÃO DA PLANTA

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta pertencente à família Euphorbiaceae, que inclui 218 gêneros com aproximadamente 6.745 espécies distribuídas pelo mundo. O gênero *Jatropha* é formado por 175 espécies espalhadas por países tropicais e subtropicais (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2014).

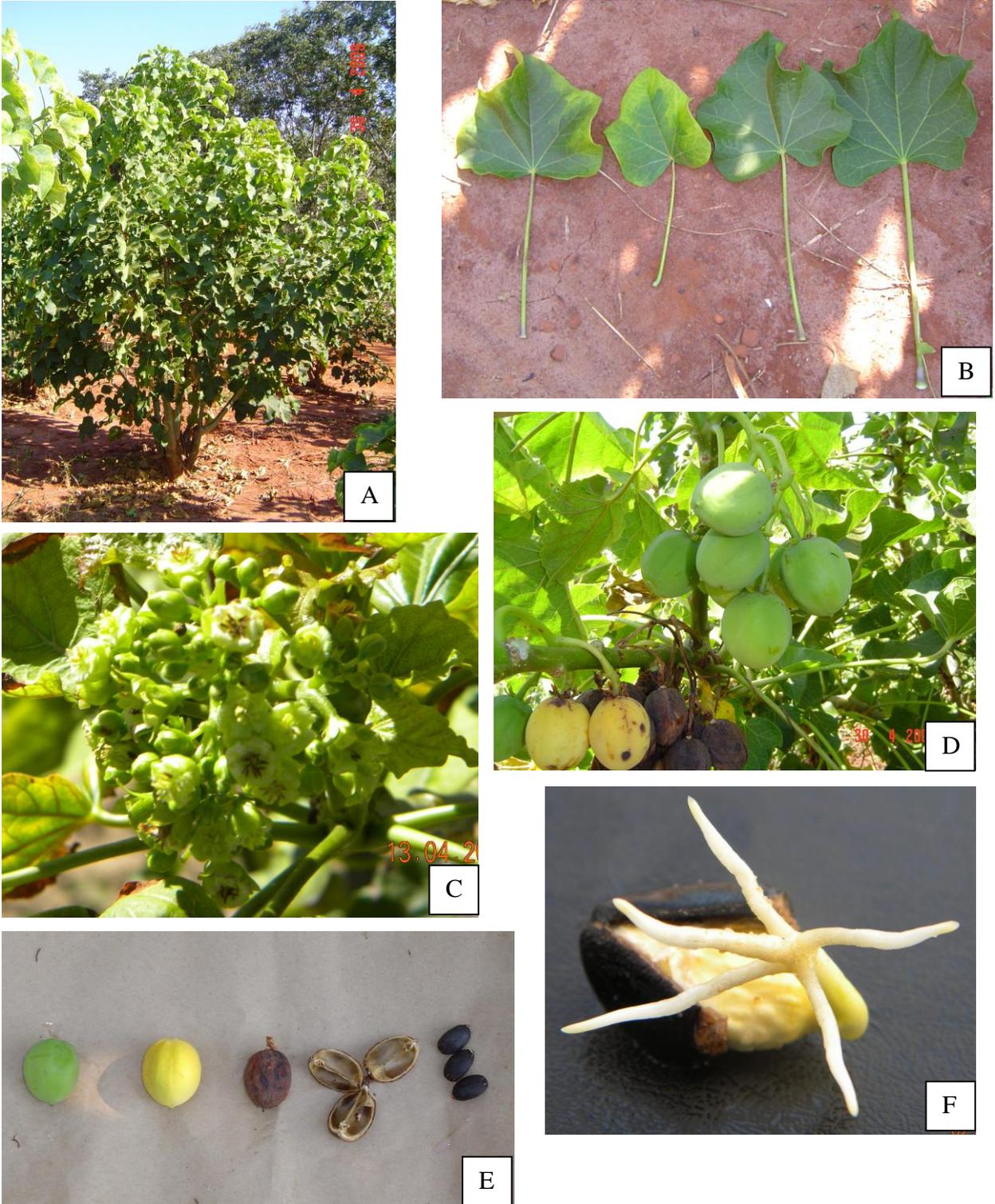
Também conhecido como purgueira, pinhão-de-cerca, pinhão do Paraguai, pinha-de-purga, pinhão-das-barbadas, dentre outros (ARRUDA et al., 2004), o pinhão manso é um arbusto grande, perene, caducifólio que pode atingir de 3 a 5 m de altura e 20 cm de diâmetro (DIAS et al., 2007) (Figura 1).

Possui sistema radicular do tipo pivotante, com raiz principal profunda e grande quantidade de raízes laterais (AVELAR et al., 2005), pouco ramificadas e curtas, caule liso, floema com longos canais que se estende até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso que corre com abundância de qualquer ferimento. O tronco é bastante ramificado desde a base em longos ramos, com muitas cicatrizes provocadas pela queda das folhas na estação seca, mas que rebrotam após as primeiras chuvas (CORTESÃO, 1956; BRASIL, 1985). O caule ramificado apresenta coloração verde (AVELAR et al., 2005).

Segundo Alves et al. (2008) as folhas do pinhão manso são verdes escuras, largas e alternas, longo-pecioladas, com três a cinco lobos, apresentando nervuras salientes e esbranquiçadas na face inferior, decíduas; quando novas, apresentam coloração vermelho-vinho (AVELAR et al., 2008).

As inflorescências são panículas que surgem junto com as folhas novas (AVELAR et al., 2008), unissexuadas, amarelo-esverdeadas, monóicas, sendo que as masculinas ocorrem em maior número (DIAS et al., 2007). As flores femininas se encontram nas ramificações e as masculinas nas extremidades das ramificações, diferencia-se pela ausência de pedúnculo articulado nas femininas que são largamente pedunculadas (CORTESÃO, 1956; BRASIL, 1985).

Figura 1 – Aspectos da planta de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) (A), folhas (B), inflorescência (C), frutos (D), frutos e sementes (E), semente germinada com detalhe de raíz pivotante e raízes laterais (F). Ilha Solteira – SP, 2011.



Fonte: Elaboração da própria autora

Os frutos do pinhão manso são capsulares ovóides, com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm, trilocular, formado por casca dura e lenhosa, indeiscentes e com uma semente por cavidade e peso variando de 1,5 a 3,0 g (DIAS et al., 2007). As cápsulas carnudas e amarelas, quando maduras, se racham em valvas, contendo em cada, uma semente preta (AVELAR et al., 2008).

As sementes do pinhão manso são relativamente grandes e quando secas medem de 1,5 a 2,0 cm de comprimento e de 1,0 a 1,3 cm de largura. Tem tegumento rijo, quebradiço de fratura resinosa. Debaxo do invólucro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa. Apresenta albúmen abundante, branco, oleaginoso, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados (GUIMARÃES, 2008).

As sementes de *Jatropha curcas* não são comestíveis e contem diversos componentes tóxicos tais como ésteres de forbol, curcina, inibidores de tripsina, lectinas, fitatos. São formadas por uma casca dura que representa aproximadamente 37% de seu peso total e por uma amêndoa branca e suave que representa os 63% do peso restante. Quando secas, as sementes apresentam em torno de 7% de umidade e contem de 32 a 40% de óleo, com média de 34% (PUTTEN et al., 2009).

Segundo Avelar et al. (2005), a produtividade de uma planta de pinhão manso está condicionada ao número de frutos, número de sementes por fruto e peso de sementes. Quanto maior o período de tempo disponível para a planta com condições ambientais favoráveis, maior será o número de lançamentos de frutos e, portanto, maior a produtividade.

2.3 USOS E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Registros históricos mostram que o pinhão manso foi usado por índios da América Central e talvez da América do Sul como fitoterápico. Em 1836, o pinhão manso já era comercialmente produzido nas ilhas de Cabo Verde, suas sementes foram exportadas para Portugal e França e o óleo usado para a iluminação de rua e para produção de sabão (HELLER, 1996). Devido à toxicidade das folhas e do seu rápido crescimento e resistência, pode ser usado como cerca viva uma vez que não é consumido pelo gado (PUTTEN et al., 2009).

De acordo com Openshaw (2000), o pinhão manso é uma planta com potencial considerável e de múltiplos usos, é uma planta tropical que pode ser utilizada na recuperação de áreas degradadas, como cobertura e/ou como cultura comercial.

Segundo Azevedo (2006), o fato de o pinhão manso ser uma planta perene é uma de suas principais vantagens, além de ter um ciclo produtivo que pode chegar a 40 anos com uma produtividade média de 2 t.ha⁻¹. Brito (2008), relata que a planta possui outras vantagens em relação a outras oleaginosas, como por exemplo: pode ser usada em regiões com baixa precipitação, para recuperação de áreas degradadas, ser usada em áreas de baixa fertilidade, permite o uso em consórcio com outras 22 culturas como o feijão, milho, abóbora, melancia, etc. tornando o seu uso mais propício na agricultura familiar.

É uma espécie com muitas aplicações e atributos, tolera altas temperaturas e cresce muito bem sob baixa fertilidade e condições de umidade; apresentando usos na medicina tradicional humana e animal, na produção de sabão, cosméticos, adubo orgânico, etc (AUGUSTUS et al., 2002).

As sementes de pinhão manso são utilizadas como purgativo, ocorrendo casos de intoxicação em crianças e adultos quando a ingestão é excessiva, podendo em certos casos ser fatal. Diarréia e vômitos podem ser causados pela ingestão de uma única semente fresca (PEIXOTO, 1973).

Estudos apresentam o potencial desta espécie como alimentação animal, com a necessidade da destoxificação da torta; que é o resíduo da prensagem para retirada do óleo, uma vez que esta apresenta substâncias tóxicas, como o éster de forbol (www.pinhamanso.com.br, 2010). Segundo Gabriel (2008) trata-se de uma planta tóxica por conter toxoalbuminas (curcina), que são proteínas altamente nocivas, quimicamente semelhantes a certas toxinas de bactérias, possuindo acentuado efeito irritante gastrointestinal e ação hemoaglutinante.

Em vista a necessidade brasileira em obter óleos de qualidade, o país busca nas matérias-primas convencionais e potenciais oportunidades para ofertar quantidades consistentes destes produtos e atender às crescentes demandas nacionais e globais. Neste sentido, o pinhão manso tem sido considerado como uma das alternativas de interesse, havendo ações técnico científicas de domesticação objetivando transformá-la em espécie cultivada, com bases científicas (DURÃES ; LAVIOLA, 2009).

Estudos sobre o emprego de fontes renováveis de energia têm sido intensificados nos últimos anos, motivados especialmente pela escassez e alta do preço do petróleo bem como pelas preocupações sobre as mudanças climáticas globais. Entre as fontes renováveis tem recebido grande atenção a biomassa, como no caso da produção de biodiesel (MELO, 2010).

Entre as várias culturas produtoras de óleo com potencial produtivo para fins combustíveis, o pinhão manso apresenta uma perspectiva positiva pela sua produção de óleo por hectare e também por não concorrer com outros mercados, como é o caso de outras plantas produtoras de óleo (FRIGO SATO et al. 2008).

O pinhão manso é uma oleaginosa que não faz parte da cadeia alimentar humana e animal e vem sendo considerado matéria-prima potencial para o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNBP). Algumas características potenciais desejáveis tais como: precocidade e longevidade, rendimento de grãos e óleo, adaptabilidade a diferentes regiões, boa qualidade do óleo para produção de biodiesel, alternativa de diversificação e possibilidade de inserção na cadeia produtiva da agricultura familiar; tornam o pinhão manso interessante ao programa. Entretanto, há alguns desafios científicos e técnicos para a inserção do pinhão manso na matriz energética de biocombustíveis no Brasil (DURÃES ; LAVIOLA, 2009).

De acordo com Gabriel (2008), a área plantada com pinhão manso no Brasil, poderia se multiplicar após a publicação da Instrução Normativa N° 4, de 14/01/08, editada pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A instrução regulamenta a produção e comercialização de sementes e mudas de pinhão manso no país. Entretanto, renomadas entidades de pesquisa científica recomendam cautela aos produtores devido aos poucos resultados obtidos em campo com esta espécie de oleaginosa.

Porém, existem alguns desafios técnicos e científicos para a inserção do pinhão manso na matriz energética de biocombustíveis no Brasil, que podem ser analisados através de três aspectos: 1) Tecnologia de produção e produtividade da cultura: necessidade de conhecimentos científicos que fundamentem e dêem base genética aos descritores botânicos, melhoramento e sistemas de produção; 2) Limitações normativas para o cultivo do pinhão manso: Registro Nacional de Cultivares (RNC) e exploração comercial; 3) Qualidade do óleo vegetal e aproveitamento da torta: presença de fatores antinutricionais, alergênicos e tóxicos (como a curcina e ésteres de forbol) (DURÃES; LAVIOLA, 2009).

A iniciativa privada apresenta estratégias inovadoras de produção, transformação e uso de matérias-primas para a produção de biodiesel e busca oportunidades de novos negócios no Estado do Tocantins. Assim produtores rurais assinam contratos para fornecer a matéria-prima a estas empresas. A maioria destes produtores encontra-se em áreas de assentamentos rurais. São 4.500 hectares de área plantada, sendo 3.100 mil hectares de propriedade particular e o restante da agricultura familiar (EMBRAPA, 2008).

2.4 PROPAGAÇÃO

A cultura do pinhão manso pode ser propagada por sementes, processo amplamente utilizado no passado e que deu origem a uma enorme diversidade de material genético, bem como por estaquia, enxertia ou ainda por micropropagação. Pelo fato do pinhão manso ser uma planta de polinização cruzada, o método de propagação vegetativa apresenta a vantagem de originar plantas geneticamente idênticas, além de iniciarem o período de produção mais precocemente (SATURNINO et al., 2005).

Como pode-se destacar vantagens e desvantagens em todos os métodos utilizados na propagação do pinhão manso, o melhor método de propagação para a espécie ainda não está definido (SATURNINO, 2005). Muitas características do pinhão manso, como rápido crescimento em solos degradados e tolerância à seca, são dependentes das características das suas raízes. No entanto, muitas vezes a influência do sistema radicular sobre as características da planta acaba sendo preterida nos estudos pela dificuldade em se trabalhar com sistema radicular (SEVERINO et al., 2007 a).

A produção e comercialização de sementes ou de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) já estão regulamentadas no País. Segundo a Instrução Normativa nº 4, de 14 de janeiro de 2008, editada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a cultivar já pode ser inscrita no Registro Nacional de Cultivares (RNC), sem a exigência de mantenedor. Quanto à produção e comercialização, ficam condicionadas à assinatura de Termo de Compromisso e Responsabilidade, constando as limitações da cultura, conforme modelo também aprovado pela instrução normativa (www.biodieselbr.com, 2010) (Anexo D).

Dentre as formas de propagação, a mais utilizada comercialmente é a venda de mudas oriundas de sementes. Saturnino et al. (2005) relatam que para uso em comunidades rurais o pinhão manso é multiplicado mais comumente por estaquia e às vezes por sementes.

De acordo com Borém (1997), a propagação assexuada é a melhor solução para contornar o problema da desuniformidade genética, pois o pinhão manso ainda não passou pelo processo de melhoramento. Neste sentido, a reprodução vegetativa facilita o trabalho do melhorista, pois, uma vez identificada uma planta considerada superior, ela pode ser perpetuada, mantendo a sua identidade genética.

Segundo Paiva Neto et al. (2010), algumas características da espécie devem observadas com atenção em futuros programas de melhoramento, como a necessidade do aumento do número de flores femininas por inflorescência, maior sincronismo na diferenciação floral e teor de óleo nas sementes.

Independentemente da forma de propagação a ser utilizada, deve-se escolher as plantas matrizes de maneira rigorosa, selecionando as melhores plantas (Alves et al., 2008), levando-se em consideração alta produção, boas características dos frutos, precocidade, sanidade e vigor.

2.4.1 Propagação por sementes ou sexuada

De acordo com Peer (2010), plantas de alto rendimento, normalmente têm muitos ramos e cachos de frutos com mais de 10 frutos por cacho. Estas plantas são adequadas para a seleção de estoque de sementes. Na prática, estas sementes devem ser usadas para criar um pomar de sementes. Mesmo no pomar de sementes muita variação será notada, mas removendo-se gradualmente plantas de fraco desempenho, a qualidade do pomar de sementes melhorará ao longo do dos anos.

Ainda sobre a obtenção de sementes alguns pontos devem ser observados; em primeiro lugar deve-se obter sementes de alta qualidade e ao encomendar sementes certificar-se que as mesmas atendam aos seguintes critérios: as sementes que tem procedências de alto rendimento devem ter se desenvolvido em condições agroecológicas semelhantes de onde o plantio é planejado; as sementes devem ser uma seleção das maiores e mais pesadas sementes das procedências selecionadas; devem ter teor de umidade em torno de 7%; preferencialmente não ter mais de 6 meses e serem armazenadas em condições frias, escuras e secas (FRANKEN ; NIELSEN, 2010)

Estudos realizados por Zonta et al. (2011) com diferentes tipos de secagem de sementes de pinhão manso e posterior armazenamento em câmara fria (18 °C) evidenciaram

que a secagem à sombra proporcionou redução na qualidade fisiológica das sementes. Sementes secas ao sol ou à temperatura de 33 °C não diferiram entre si quanto à qualidade fisiológica e foram superiores às aquelas secas à sombra. No entanto, a germinação foi inferior às aquelas secas a 43 °C, a partir dos 180 dias de armazenamento. A secagem à temperatura de 43 °C não afetou a germinação das sementes e reduziu ligeiramente o vigor, mesmo após 270 dias de armazenamento.

Por ser uma planta monóica de fecundação cruzada e entomófila, a multiplicação do pinhão manso via seminífera gera indivíduos com grande variação genética, no entanto as plantas geradas de sementes são mais vigorosas, de maior longevidade, desenvolvem raiz pivotante e iniciam a produção mais tardiamente (SATURNINO et al., 2005).

As sementes devem ser obtidas de frutos maduros para que alcancem o máximo potencial de germinação. As sementes de *Jatropha curcas* não apresentam dormência, a geminação é epígea e se completa em até 10 dias sob condições ideais de temperatura (25 a 30°C) e umidade. A propagação por sementes pode ser efetuada diretamente pelo plantio no campo, por mudas de raiz nua produzidas em leito de areia ou ainda por mudas produzidas em sacos plásticos (ALVES et al., 2008) ou em tubetes (BARROS, 2007; PAULINO et al., 2011). De acordo com Barros (2007) a produção de mudas em tubetes é vantajosa, pois favorece o desenvolvimento de mudas sem pragas e doenças, pois é realizada em casa de vegetação ou estufa (BARROS, 2007).

O plantio em sementeiras pode ser feito de três formas: plantio em leito de areia de rio e posterior transplantio no campo; plantio em leito de areia lavada de rio com posterior transplante de mudas para outros recipientes contendo substrato para posterior plantio no campo e finalmente, plantio direto de sementes pré-germinadas em recipientes com substrato (SATURNINO et al., 2005). Sementes pré embebidas em água por 24 horas germinam dentro de 5 a 10 dias a uma temperatura de 27 – 30 °C e com saturação de umidade (CARELS, 2009).

Segundo Franken e Nielsen (2010), o plantio efetuado diretamente no campo tem suas vantagens dentre as quais o desenvolvimento ideal do sistema radicular, custos mais baixos com materiais e mão de obra quando comparada com a semeadura em viveiro. No entanto, pode ter a desvantagem de ataque de animais que comem as plântulas já que o conteúdo de toxinas presentes nos primeiros meses é baixo. Nos casos de semeadura direta no campo o fornecimento de água também deve ser suficiente durante a germinação e observar a

concorrência com plantas daninhas nos primeiros três meses.

Em relação ao volume do recipiente utilizado para a produção de mudas de pinhão manso, Ajala et al. (2012) não verificaram diferença significativa para os incrementos trimestrais de altura, diâmetro do colo, número de folhas, número de ramos e porcentagem de mortalidade em função do volume dos recipientes utilizados para a formação de mudas de pinhão manso. Relatam ainda que a utilização de tubetes de 120 mL representam economia de substrato e espaço no viveiro quando comparados com recipientes de maior tamanho. Segundo Avelar et al. (2005) plantas de pinhão manso produzidas em tubetes de 120 mL apresentam maior altura e maior número de folhas do que as produzidas em tubetes de 50 mL.

De acordo com Dias et al. (2007), o plantio de mudas em sacos de 10 x 20 cm, embora mais oneroso inicialmente, é o mais recomendado devido ao melhor estabelecimento das mudas no campo. Da sementeira em sacos até o transplante para o campo são demandados de 35 a 50 dias. Para a produção de 1000 mudas de pinhão manso em sacos plásticos pode-se utilizar o seguinte substrato: 700 L de terra de subsolo peneirada, 300 L de esterco de curral curtido, 5 kg de superfosfato simples, 2 kg de calcário dolomítico e 0,5 kg de cloreto de potássio.

Geralmente as mudas oriundas de sementes desenvolvem raiz pivotante e quatro raízes laterais típicas (DIAS et al., 2007), gerando plantas mais vigorosas, de maior longevidade, com ciclo vegetativo mais longo, mas com maior sobrevivência no campo (ALVES et al., 2008).

Costa (2009) relata que as sementes de pinhão-manso em condições de estresse hídrico apresentam um decréscimo na porcentagem de germinação com o aumento da restrição hídrica e que embora a planta seja conhecida por sua tolerância e resistência à seca, a espécie é suscetível ao déficit hídrico nas primeiras fases de desenvolvimento.

2.4.2 Propagação vegetativa ou assexuada

A propagação por via assexuada pode ser realizada de três maneiras: estaquia, enxertia e micropropagação.

2.4.2.1 Propagação por estaquia

Estaquia é o processo de enraizamento de estacas obtidas de material selecionado, sendo esta a metodologia mais utilizada nas grandes empresas florestais. Podem existir nesse processo algumas características inadequadas para o enraizamento das estacas, como o material genético e a idade, já que o material adulto apresenta maior dificuldade de enraizamento (Silva, 2005). Podem existir estacas de ramos, raízes e folhas. O termo estaca define qualquer segmento de uma planta que contenha pelo menos uma gema vegetativa, que seja capaz de originar uma nova planta (FACHINELLO et al., 1995).

O plantio do pinhão manso por estacas, embora tecnicamente não seja o mais recomendado é o preferido por muitos agricultores, devido à maior simplicidade e economia (Arruda et al. 2004). De acordo com Severino et al. (2007 b) a propagação vegetativa por estaquia é um método simples pois o material é obtido facilmente, o enraizamento inicia rápido, não há necessidade de utilização de tratamento físico ou hormonal e as plantas iniciam o florescimento em poucos meses após o plantio. Segundo Rijssenbeek (2006) taxas de pegamento acima de 90% são possíveis com a utilização de estacas, no entanto tem-se a desvantagem de as plantas não desenvolverem raiz pivotante.

Franken e Nielsen (2010) recomendam a propagação por estaquia apenas para produção de mudas para cerca viva, pois como as plantas propagadas por estacas desenvolvem apenas raízes secundárias, possuem a desvantagem de não absorverem água e nutrientes das camadas mais profundas do solo, apresentando, portanto, tolerância limitada à seca. Segundo os autores, este tipo de propagação só funciona para solos férteis, com bom e permanente abastecimento de água e ausência de longos períodos secos.

Severino et al. (2007 a) relatam que apenas raízes finas se originam em estacas e que estas raízes não se aprofundam no solo, explorando apenas sua camada mais superficial. As plantas começam a produzir mais cedo em condições adequadas, mas tornam-se mais suscetíveis ao tombamento pelo vento. O método de propagação por estaquia somente deve ser utilizado quando se necessita de uma rápida produção de sementes ou na clonagem de determinada planta com característica desejada.

Além do rápido crescimento das plantas, pode-se esperar o início da produção de frutos um ano após o plantio. Entretanto, a viabilidade da propagação comercial de mudas por estaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie e da qualidade do sistema

radicular formado, a fim de proporcionar um melhor desenvolvimento da planta (NEVES et al., 2005).

Ainda não se tem um tamanho e diâmetro do caule definidos para obtenção de estacas de melhor qualidade e maior pegamento. No entanto, segundo Arruda et al. (2004) para o êxito do plantio as estacas devem ser retiradas dos ramos mais próximos da base do caule, ladrões ou rebentões, sendo preferidos os ramos não muito grossos, retos, de entrenós curtos, casca lisa, acinzentadas e brilhantes, com 40 a 50 cm de comprimento. Avelar et al. (2007) verificaram que o aumento de diâmetro das estacas aumentou a sobrevivência das mesmas em decorrência da maior quantidade de material de reserva e também pela maior diferenciação de seus tecidos.

As estacas devem ser cortadas com ferramenta bem afiada em um só golpe sem apoiá-las em qualquer superfície para evitar o esmagamento dos tecidos. Após cortadas as estacas devem ser colocadas com a base voltada para cima para que o látex coagule em volta do corte formando uma borda que é o local de onde surgirão as primeiras raízes. Deve-se conservar as estacas à sombra, em local fresco e seco, com o pé para cima, cobertas com palha ou capim e prontas para serem enviveiradas ou serem plantadas definitivamente no campo (SATURNINO et al., 2005).

A maior inconveniência da utilização da propagação por estaquia é o grande volume de material a ser utilizado em plantios comerciais, deste modo, pesquisas tem sido desenvolvidas visando a propagação da espécie (AVELAR et al., 2007).

Araujo et al. (2009) testando doses de reguladores (ácido naftalenoacético e ácido indolbutílico) e consistência do ramo no enraizamento de miniestacas de pinhão manso de plantas com três anos de idade, relatam que após 45 dias as miniestacas lenhosas apresentaram melhor capacidade regenerativa que as estacas herbáceas, obtendo um percentual de enraizamento oito vezes superior e que o uso dos reguladores nas diversas dosagens não diferiu da testemunha.

Facirolli et al. (2012) em estudo com estaquia de 18 genótipos diferentes de pinhão manso, relatam que oito genótipos apresentaram índice de pegamento de 100% e que apenas um genótipo apresentou baixo índice de pegamento (41,66%). De acordo com os autores isso se deve ao fato desse determinado genótipo já ter sido propagado vegetativamente e produzido apenas raízes fasciculadas que não foram suficientes para promover o bom desenvolvimento da planta.

2.4.2.2 Propagação por enxertia

A enxertia é um método de propagação vegetativa e que consiste na união de partes de duas plantas. É o transplante de uma muda chamada enxerto, que dará origem a copa, em outra planta denominada porta-enxerto que originará as raízes. Geralmente, enxerto e porta-enxerto são de plantas da mesma espécie ou de espécies próximas. Existem vários métodos de enxertia, sendo os mais comuns a garfagem com suas variações, a borbulhia e a encostia. Dentre as vantagens da enxertia pode-se citar a seleção de plantas com sistema radicular resistente a certas doenças para serem utilizadas como porta-enxertos, maior precocidade na produção, uniformidade entre as plantas formadas, visto que as plantas originadas são clones, redução do porte das plantas, etc.

A utilização da enxertia em plantas lenhosas é conhecida pelos chineses há pelo menos três mil anos, e Aristóteles (384-322 a.C.) já fazia referência à utilização dessa prática na época do Império Romano em sua obra (CAÑIZARES, et al., 2003).

De acordo com Fachinello et al. (2005), uma planta propagada por enxertia é formada por duas partes: porta-enxerto ou cavalo e enxerto ou garfo. O enxerto é a parte representada por um fragmento da planta, contendo uma ou mais gemas, responsáveis pela formação da parte aérea da nova planta. Já o porta-enxerto é responsável pela formação do sistema radicular e geralmente é representado por uma planta jovem, proveniente de sementes ou de estaca, bastante rústica e resistente às pragas e moléstias (CÉSAR, 1982).

Em estudos com enxertia em seringueira Moraes e Valois (1979) citam que vários ensaios demonstraram que a produtividade e o vigor dos clones variaram de acordo com as características dos porta-enxertos.

Anjos et al. (2007) estudando a viabilidade de substituição da copa do pinhão bravo, uma planta da mesma família do pinhão manso e que vegeta com bastante frequência em áreas degradadas da Caatinga, pela copa do pinhão manso, verificaram que o uso do pinhão manso como enxerto sobre o porta-enxerto pinhão bravo utilizando a enxertia do tipo garfagem é viável. A produção de frutos é iniciada um ano após a realização da enxertia e possibilita a exploração de plantas que vegetam na Caatinga sem a necessidade de realizar desmatamento nas referidas áreas.

A enxertia de borbulhia e garfagem também pode ser utilizada na propagação do pinhão manso, assim como estabelecido para outras culturas. Uma das aplicações do sistema de garfagem é poder ser utilizado para aproveitar uma planta de baixa produção como porta enxerto para uma planta de produtividade elevada (DIAS et al., 2007). Também é recomendada a utilização de pinhão bravo (*Jatropha pohliana*) como porta enxerto por esta espécie apresentar maior resistência a doenças em relação ao pinhão manso (ALVES et al., 2008).

Alguns fatores como nebulização, utilização de hormônios, estado nutricional e condições adequadas para o desenvolvimento são de suma importância na utilização da técnica da enxertia (BARROS, 2007).

3 EXPERIMENTO 1: ENRAIZAMENTO DE DIFERENTES TIPOS DE ESTACAS DE PINHÃO MANSO EM DOIS SUBSTRATOS

3.1 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o enraizamento e o desenvolvimento de três tipos de estacas de pinhão manso em dois substratos.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação tipo Pad & Fan do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (UNESP) (Coordenadas Geográficas Google Earth – 20°25'09.55”S e 51°20'23.33”O). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 25°C e precipitação total anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66% (CENTURION, 1982).

As estacas foram retiradas no dia 29 de abril de 2011 pela manhã de plantas matrizes com dois anos de idade (Figura 2) instaladas na Fazenda de Ensino e Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria – MS (51°22' W e 20°22' S, com altitude de 335m). As plantas foram podadas no ano anterior para emitir novas brotações. De cada planta matriz retiraram-se 2 ramos com aproximadamente 80 cm, cada planta apresentava de 8 a 9 ramos. Os cortes foram realizados horizontalmente com tesoura de poda. As plantas matrizes foram originadas de estacas de diferentes plantas e receberam como tratamentos culturais poda de produção, adubação com 250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16, 3 capinas por ano e controle fitossanitário com 300 mL/100 L de água do fungicida/bactericida Casugamicina (Kasumin®).

Figura 2. Vista geral das plantas matrizes de onde o material para enxertia foi retirado. Selvíria - MS, 2011.



Fonte: Corrêa, 2011.

3.2.1 Tratamentos utilizados e delineamento experimental

O experimento foi instalado na mesma data da coleta das estacas utilizando-se como tratamentos a combinação de dois tipos de substratos e três tipos de estacas.

As estacas utilizadas foram: apical, mediana e basal com aproximadamente 20 cm de comprimento. Os cortes nos ramos foram realizados horizontalmente com tesoura de poda e de cada ramo originou-se apenas uma estaca basal, uma mediana e uma apical. Os 2 cm finais de cada ramo foram descartados antes de se proceder o corte da estaca basal. Todas as folhas existentes nas estacas foram retiradas antes do estaqueamento. O estaqueamento foi realizado em vasos plásticos perfurados com dimensões de 42 x 14 x 14 cm (comprimento x largura x profundidade) contendo os substratos areia grossa lavada e vermiculita de textura média

(Figura 3). Após serem colocados na casa da vegetação, todos os vasos receberam água até a saturação do substrato.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (tipos de estacas x substrato), totalizando 6 tratamentos com 4 repetições e 10 estacas por parcela.

O experimento foi irrigado por aspersão automatizada durante três minutos às 6, 12 e 18 horas diariamente. O substrato era mantido apenas úmido e não saturado de água.

Figura 3. Vista geral das estacas instaladas em areia (esquerda) e vermiculita (direita). Ilha Solteira - SP, 2011.



Fonte: Elaboração da própria autora.

3.2.2 Variáveis avaliadas e análise estatística

As variáveis analisadas aos 21, 32 e 75 dias após a instalação do experimento foram:

- **Porcentagem de estacas vivas:** determinada através da contagem do número de estacas vivas por parcela.

- **Número de brotações:** determinado através da contagem do número de brotações por estaca.
- **Número de folhas:** determinado através da contagem do número de folhas maiores que 2 cm por estaca.

Após 75 dias de estaqueamento as estacas foram cuidadosamente lavadas para retirar todo o substrato a elas aderido para então serem realizadas as avaliações finais.

As variáveis analisadas apenas aos 75 dias após a instalação do experimento foram:

- **Comprimento dos brotos (mm):** medição realizada com paquímetro digital de todas as brotações de cada estaca.
- **Massa da matéria seca das brotações (g):** foram retiradas todas as brotações das estacas de cada parcela e colocadas em saco de papel tipo kraft. Os sacos de papel foram identificados e colocados em estufa a 65°C até atingirem peso constante por aproximadamente 72 horas.
- **Massa da matéria seca das raízes (g):** foram retiradas todas as raízes das estacas de cada parcela e colocadas em saco de papel tipo kraft. Os sacos de papel foram identificados e colocados em estufa a 65°C por aproximadamente 72 horas até atingirem peso constante.

Os dados foram transformados em raiz quadrada de $x + 1$ e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011). Nas tabelas encontram-se as médias originais.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de estacas vivas ou porcentagem de pegamento é uma avaliação utilizada para verificar a eficiência de tratamentos que visam o enraizamento de estacas.

No presente trabalho, verificou-se que a porcentagem de estacas vivas (PEV) aos 21, 32 e 75 dias após o estaqueamento (d.a.e.) foi afetada pelo tipo de estaca utilizada (Tabela 1).

Desta forma, as estacas basais apresentaram maiores valores de porcentagem de estacas vivas aos 32 d.a.e. não diferindo significativamente da porcentagem de estacas vivas da porção mediana dos ramos. Da mesma forma, a porcentagem de estacas apicais vivas não diferiu estatisticamente das medianas. As estacas conduzidas em vermiculita tiveram uma

maior porcentagem de sobrevivência quando comparadas com as conduzidas em areia, possivelmente por ser um substrato que permite alguma troca catiônica.

Tabela 1. Valores de $p > F$ e porcentagem de estacas vivas (PEV) obtidos para estacas de pinhão manso submetidas a tratamentos com diferentes tipos de estacas e substratos aos 21, 32 e 75 dias. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	21 dias	32 dias	75 dias
Tipo de estaca (E)	0,0014**	0,0052**	0,0001**
Substrato (S)	0,0518	0,0075**	0,0004**
E x S	0,0047**	0,0701	0,0062**
Estaca basal	100,0	98,8 a	85,0
Estaca mediana	98,8	86,3 ab	63,8
Estaca apical	90,0	73,8 b	43,8
Areia	94,2	78,3 b	54,2
Vermiculita	98,3	94,2 a	74,2
CV(%)	2,42	7,35	8,92

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

A análise do desdobramento da interação estacas e substratos para PEV indica que aos 21 d.a.e. as estacas basais e medianas proporcionaram os maiores valores de PEV no substrato areia (100%), por outro lado, não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de estacas no substrato vermiculita. Entretanto, as estacas apicais apresentaram os maiores valores de PEV no substrato vermiculita. Aos 75 d.a.e., tanto as estacas apicais como as medianas apresentaram maiores valores de PEV no substrato vermiculita.

Pode-se constatar também que não houve efeito significativo para os diferentes tipos de estacas quando seu estaqueamento foi feito em vermiculita e que os valores obtidos foram consideravelmente altos para os três tipos de estacas. Assim, obteve-se para estacas basais 82,5%, medianas 80,0% e apicais 60,0% de estacas vivas. Tal fato torna-se uma vantagem muito grande, pois fazendo-se o estaqueamento em vermiculita pode-se aproveitar o ramo em sua totalidade, pois o pegamento será igual para todas as partes utilizadas. Por outro lado, quando o substrato utilizado foi areia, as estacas basais apresentaram os maiores valores de

PEV quando comparados às estacas medianas e estas comparadas às estacas apicais, possivelmente por a areia ser um substrato totalmente inerte e as estacas basais possuírem maior quantidade de reservas quando comparadas aos demais tipos de estacas utilizadas.

Tabela 1a. Desdobramento da interação dos fatores tipos de estacas e substratos para porcentagem de estacas vivas aos 21 e 75 dias após instalação. Ilha Solteira – SP, 2011.

Substrato	Estacas (21 dias)		
	Basal	Mediana	Apical
Areia	100,0 a A	100,0 a A	82,5 b B
Vermiculita	100,0 a A	97,5 a A	97,5 a A
Substrato	Estacas (75 dias)		
	Basal	Mediana	Apical
Areia	87,5 a A	47,5 b B	27,5 c B
Vermiculita	82,5 a A	80,0 a A	60,0 a A

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

De acordo com Heller (1996), alguns fatores como drenagem, aeração e composição do substrato, influenciam diretamente no desenvolvimento e no índice de sobrevivência de mudas propagadas por estaquia.

Um importante fator que interfere na sobrevivência das estacas de pinhão manso utilizadas na produção de mudas é o diâmetro da estaca. Neste sentido, Hartmann et al., (2004) relataram que o teor de carboidratos nas estacas é um dos fatores que influencia a capacidade de enraizamento, pois ao longo do ramo, seu teor, assim como a quantidade de substâncias promotoras ou inibidoras do enraizamento, apresentam variações, sendo este um dos motivos pelos quais as estacas colhidas de diferentes porções do ramo tendem a diferir quanto ao potencial de enraizamento. Segundo Fachinello et al. (1995), reservas mais abundantes de carboidratos resultam em maiores porcentagens de enraizamento e sobrevivência de estacas, o que explica o melhor desempenho das estacas basais quando comparadas às demais.

É importante salientar que ao final do experimento foi observado que todas as estacas possuíam pelo menos uma raiz. Noor Camellia et al. (2009) testaram o enraizamento de estacas de pinhão manso com a utilização de hormônios e obtiveram 74% de enraizamento.

Na Tabela 2 observam-se as médias de massa de matéria seca das brotações (MMSB) (g), massa da matéria seca das raízes (MMSR) (g) e comprimento dos brotos (CB) (mm) obtidos aos 75 d.a.e.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2 pode-se constatar que houve efeito significativo para o tipo de estaca utilizada para todas as variáveis. As estacas basais e medianas foram as que apresentaram maiores médias de massa de matéria seca das brotações (MMSB), não diferindo entre si. Para massa da matéria seca das raízes (MMSR) e comprimento dos brotos (CB), as estacas basais apresentaram os maiores valores. Moreira (2013) testando enraizamento de pinhão manso em duas épocas relatou maiores valores de massa da matéria seca da parte aérea para estacas basais. Tal fato provavelmente ocorreu devido à maior reserva de carboidratos das estacas basais. Feike et al. (2007) relatam que a produção de biomassa por estacas parece depender fortemente da massa inicial das estacas. Pode deduzir-se que a razão para isto é a diferença de assimilados que são armazenados nas estacas. Variações significativas na massa da matéria seca entre as diferentes partes do caule podem ser observadas na massa da matéria seca das folhas.

Em relação ao tipo de substrato utilizado para enraizamento, observou-se que não houve diferença significativa para os valores de MMSB e CB, já para a variável MMSR o substrato areia propiciou maiores valores para essa variável. Nesse sentido, a hipótese mais provável, é de que no substrato areia, devido a uma baixa disponibilidade de nutrientes, as raízes tem uma tendência de aprofundamento para buscar nutrientes, alcançando assim um maior comprimento. Por outro lado, todos os tratamentos testados propiciaram a formação de raízes ao final do período de teste experimental. A respeito do sistema radicular, Kondörfer et al. (1989) comentam que ele é parte fundamental no desenvolvimento das culturas, pois é através das raízes que as plantas conseguem suprir-se de água e nutrientes em sua quase totalidade. De modo geral, quanto maior o sistema radicular da planta, maior sua capacidade de explorar o solo e conseqüentemente aproveitar os nutrientes e a água disponível. O volume e a distribuição do sistema radicular são tanto mais importante quanto menor a fertilidade do solo e maior a deficiência hídrica. O sistema radicular mais abundante também determina maior atividade microbiana, que tem influência sobre o crescimento das plantas.

Tabela 2. Valores de $p > F$ e médias de massa de matéria seca das brotações (MMSB) (g), massa da matéria seca das raízes (MMSR) (g) e comprimento dos brotos (CB) (mm) obtidos ao final do experimento para tratamentos com tipos de estacas de pinhão manso e diferentes substratos. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	MMSB	MMSR	CB
Tipo de estaca (E)	0,0108**	0,0002**	0,0044**
Substrato (S)	0,1546	0,0178**	0,9225
E x S	0,5503	0,0105**	0,7540
Estaca basal	1,97 a	1,19	23,88 a
Estaca mediana	1,16 a	0,29	11,29 b
Estaca apical	0,85 b	0,20	10,11 b
Areia	1,10 a	0,79	15,38 a
Vermiculita	1,55 a	0,32	14,81 a
CV(%)	14,92	11,90	25,79

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

A análise da interação entre tipos de substratos e estacas (Tabela 2 a) para MMSR permitiu observar que aos 75 d.a.e. ocorreu efeito significativo para essa fonte de variação. Pela análise do desdobramento da interação estacas x substratos para MMSR verifica-se que quando utilizado o substrato areia as estacas basais apresentaram maiores valores de MMSR quando comparadas aos demais tipos de estacas. Por outro lado, não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de estacas no substrato vermiculita. Apenas para as estacas basais o tipo de substrato utilizado influenciou na MMSR. Neste sentido, Feike et al. (2007) testando diferentes tipos de estacas em diferentes tipos de substratos e com aplicação de hormônios relatam que a variação no substrato não apresentou qualquer efeito assim como o tratamento das estacas com hormônios. As estacas basais apresentaram maiores valores de massa da matéria seca de raízes, número de raízes e porcentagem de enraizamento.

Tabela 2a. Desdobramento da interação dos fatores estacas e substratos para a variável massa da matéria seca das raízes. Ilha Solteira – SP, 2011.

Substrato	Estacas		
	Basal	Mediana	Apical
Areia	1,86 a A	0,33 b A	0,19 b A
Vermiculita	0,52 a B	0,24 a A	0,21 a A

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

O número de brotos ou brotação é uma característica muito importante para tratamentos que envolvem pegamento em sistema de propagação vegetativa. O número de brotos de pinhão manso foi afetado significativamente pelos tratamentos utilizados no presente trabalho (Tabela 3).

Pode-se observar que as estacas basais apresentaram o maior número de brotos nas avaliações realizadas aos 21 e 32 dias, no entanto os valores não diferiram dos apresentados para o número de brotos das estacas medianas aos 75 dias, pois nem todos os brotos das estacas basais se desenvolveram, ocorrendo morte de alguns deles. Já as estacas apicais foram as que apresentaram o menor número de brotos em todas as avaliações, pois embora tivessem um maior número de gemas diferenciadas e maior quantidade de auxinas para promover a brotação, tinham também um menor número de reservas para fazer com que estas auxinas se expressassem. Fachinello et al. (2005) relatam que a auxina necessita de uma fonte de carbono para a biossíntese de proteínas e ácidos nucleicos.

Quanto ao tipo de substrato utilizado para estaqueamento, pode-se verificar que aos 32 d.a.e as estacas instaladas em areia apresentaram o maior número de brotos/estaca em relação às estacas instaladas em vermiculita, no entanto este fato não foi observado ao final do experimento. Tal fato pode ter ocorrido em decorrência da morte de algumas estacas instaladas em areia.

Tabela 3. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de brotos por estaca de pinhão manso obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de estacas e substratos. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	21 dias	32 dias	75 dias
Tipo de estaca (E)	0,0000**	0,0001**	0,0001**
Substrato (S)	0,0647	0,0100**	0,5066
E x S	0,0047**	0,0902	0,0796
Estaca basal	4,53	4,21 a	3,42 a
Estaca mediana	3,41	3,46 b	3,22 a
Estaca apical	1,24	1,36 c	1,27 b
Areia	3,25	3,29 a	2,75 a
Vermiculita	2,86	2,73 b	2,52 a
CV (%)	4,99	5,61	10,85

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Pode-se constatar que aos 21 dias após o plantio, ocorreu interação entre tipo de estaca e substrato utilizado, sendo que somente para estacas basais o substrato vermiculita proporcionou um menor valor médio de brotos formados (Tabela 3a). Por outro lado, pode-se verificar que as estacas basais proporcionaram o maior valor de número de brotos quando o substrato utilizado foi areia. Quando o substrato utilizado foi vermiculita, as estacas basais e as estacas medianas proporcionaram valores similares de número de brotos, porém superiores aos valores obtidos para as estacas apicais. Severino et al. (2011) relatam que plantas originadas de estacas obtidas a partir da base do ramo originam mais estruturas (brotos e folhas) do que estacas originadas a partir do meio e do ápice dos ramos. Os autores obtiveram 5,7 brotos/estaca utilizando estacas basais e 2,3 brotos/estaca utilizando estacas apicais. De acordo com os autores, o número de raízes e brotos são características relacionadas com o desenvolvimento inicial da planta. No presente trabalho pode-se observar que estacas originadas a partir da base e do meio do ramo foram as que originaram o maior número de brotos.

Tabela 3a. Desdobramento da interação dos fatores estacas e substratos para a variável número de brotos. Ilha Solteira – SP, 2011.

Substrato	Estacas		
	Basal	Mediana	Apical
Areia	5,22 a A	3,33 b A	1,20 c A
Vermiculita	3,83 a B	3,49 a A	1,28 b A

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Via de regra, o número de folhas com mais de dois centímetros é uma variável importante, pois determina o bom pegamento de estacas em seu ambiente de crescimento. No presente estudo, pode-se constatar efeito significativo para a interação tipo de estaca e tipo de substrato, tanto aos 21 como aos 32 dias após a instalação do experimento (Tabela 4).

Aos 75 dias após a instalação do experimento, pode-se verificar que as estacas basais propiciaram um número de folhas superior àqueles verificados com a utilização de estacas medianas e apicais (Tabela 4), possivelmente pelo maior acúmulo de reservas nas estacas basais em relação às demais. Por outro lado, não foi verificada diferença significativa entre estacas medianas e estacas apicais para essa variável, assim como não houve diferença entre a utilização de areia ou vermiculita. Araujo et al. (2009), em estudo sobre enraizamento de mini estacas de pinhão manso com a utilização de reguladores, relatam média de 6,15 folhas/estaca para estacas herbáceas e 23,47 folhas/estaca para estacas lenhosas, valores estes muito maiores do que os apresentados no presente trabalho. Lima et al. (2010), descrevem um aumento no número de folhas, área foliar e massa da matéria seca da parte aérea com o incremento do tamanho das estacas, assim sendo, estimaram que o maior crescimento das plantas ocorre em estacas de comprimento em torno de 22 cm, valor este bem próximo ao utilizado no presente experimento.

Tabela 4. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de folhas de pinhão manso maiores que 2 cm obtidos em função de tratamentos com diferentes tipos de estacas e substratos. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	21 dias	32 dias	75 dias
Tipo de estaca (E)	0,0001**	0,0001**	0,0008**
Substrato (S)	0,2929	0,0001**	0,4203
E x S	0,0133**	0,0146**	0,2035
Estaca basal	4,03	8,33	8,41 a
Estaca mediana	1,78	4,01	5,12 b
Estaca apical	1,29	2,21	4,01 b
Areia	2,26	3,56	5,68 a
Vermiculita	2,47	6,14	6,02 a
CV (%)	15,16	12,81	14,41

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Desta forma, quando se avalia o tipo de substrato em função do tipo de estaca (Tabela 4 a) aos 21 dias após a instalação do experimento, pode-se constatar que somente para estacas medianas o substrato vermiculita proporcionou valores superiores de número de folhas. Da mesma forma, 32 dias após a instalação do experimento, tanto para estacas medianas como para estacas apicais, o substrato vermiculita proporcionou um número maior de número de folhas. Em relação ao tipo de estaca, pode-se constatar que aos 21 dias quando instaladas em areia as estacas basais foram as que apresentaram maior número de folhas, no entanto quando instaladas em vermiculita não diferiram significativamente em relação ao número de folhas apresentado. Tal resultado pode ser explicado pelo fato das estacas basais e medianas apresentarem maior quantidade de reservas para o desenvolvimento folhas e as estacas apicais possuírem maior quantidade de auxinas que seriam responsáveis por uma maior indução na emissão de novas brotações e desenvolvimento de folhas. Aos 32 dias após o estaqueamento, verificou-se que quando estaqueadas em areia as estacas basais apresentaram maior número de folhas quando comparadas às demais. No entanto, quando estaqueadas em vermiculita as estacas basais e medianas não tiveram diferenças significativas em relação ao número de folhas apresentado e as estacas apicais foram as que apresentaram o menor número de folhas.

Tal fato provavelmente pode ser explicado pelas características dos substratos, pois a areia é totalmente inerte enquanto a vermiculita permite algumas trocas catiônicas, possibilitando um melhor desenvolvimento das estacas.

Tabela 4a. Desdobramento da interação dos fatores estacas e substratos para a variável número de folhas aos 21 e 32 dias após a instalação. Ilha Solteira – SP, 2011.

Substrato	Estacas (21 dias)		
	Basal	Mediana	Apical
Areia	4,88 a A	0,95 b B	0,96 b A
Vermiculita	3,18 a A	2,60 a A	1,63 a A
Substrato	Estacas (32 dias)		
	Basal	Mediana	Apical
Areia	7,98 a A	1,69 b B	1,01 b B
Vermiculita	8,68 a A	6,34 a A	3,41 b A

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

3.4 CONCLUSÕES

A utilização de vermiculita permitiu a obtenção de valores para porcentagem de estacas vivas muito próximas para estacas basais (82,5%), medianas (80,0%) e apicais (60,0%).

As estacas basais, independentemente do tipo de substrato são aquelas que permitem uma maior obtenção de porcentagem de estacas vivas, massa da matéria seca das brotações e das raízes, comprimento dos brotos, número de brotos e número de folhas com mais de 2,0 cm.

O substrato vermiculita proporciona uma maior porcentagem de estacas vivas e número de folhas.

A massa da matéria seca de raízes é maior quando da utilização do substrato areia.

4 EXPERIMENTO 2: PROPAGAÇÃO DO PINHÃO MANSO NO SISTEMA DE ESTAQUIA EM FUNÇÃO DO TIPO DE ESTACAS E TEMPO DE ARMAZENAMENTO

4.1 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento e o enraizamento de estacas de pinhão manso provenientes de ramos submetidos a diferentes tempos de armazenamento.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

No dia 18 de abril de 2011 pela manhã foram coletados ramos de plantas matrizes com dois anos de idade (Figura 2, citada anteriormente na página 34) instaladas na Fazenda de Ensino e Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria – MS (51°22' W e 20°22' S, com altitude de 335m). De cada planta matriz retiraram-se 3 ramos com aproximadamente 1 m de comprimento, os cortes foram realizados horizontalmente com auxílio de tesoura de poda. As plantas foram podadas no ano anterior para emitir novas brotações. As plantas matrizes foram originadas de estacas e receberam como tratamentos culturais poda de produção, adubação com 250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16, 3 capinas por ano e controle fitossanitário com 300 mL/100 L de água do fungicida/bactericida Casugamicina (Kasumin®).

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação tipo Pad & Fan do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (UNESP), coordenadas 20°25'09.55"S e 51°20'23.33"O (Google Earth, 2014). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 25°C e precipitação total anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66% (CENTURION, 1982).

4.2.1 Tratamentos utilizados e delineamento experimental

Os ramos coletados foram divididos da seguinte forma:

1 - No mesmo dia da coleta, um lote de ramos foi cortado originando estacas basais, medianas e apicais, com aproximadamente 20 cm de comprimento cada uma, que em seguida foram estaqueadas em areia.

2- Dois lotes foram armazenados verticalmente em vasos plásticos perfurados com dimensões de 42 x 14 x 14 cm (comprimento x largura x profundidade) contendo areia grossa lavada que foi mantida sempre úmida no período do armazenamento. As estacas foram armazenadas em local sombreado por 30 e 60 dias (Figura 4). Após o período de armazenamento a parte do ramo que estava enterrada na areia foi desprezada e então realizado o corte dos ramos para originar as estacas basais medianas e apicais. Os ramos não receberam nenhum tipo de tratamento no período de armazenamento.

Figura 4. Ramos de pinhão manso armazenados em areia. Ilha Solteira – SP, 2011.



Fonte: Elaboração da própria autora.

Os cortes nos ramos foram realizados horizontalmente com tesoura de poda e de cada ramo originou-se apenas uma estaca basal, uma mediana e uma apical. Os 2 cm finais de cada ramo foram descartados antes de se proceder o corte da estaca basal. Todas as folhas existentes nas estacas foram retiradas antes do estaqueamento

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (tipos de estacas x armazenamento), totalizando 9 tratamentos com 3 repetições e 10 estacas por parcela.

Após o estaqueamento todos os vasos foram levados para a casa de vegetação e receberam água até saturação do substrato.

O experimento foi irrigado por aspersão automatizada durante três minutos às 6, 12 e 18 horas diariamente. O substrato era mantido apenas úmido e não saturado de água.

4.2.2 Variáveis avaliadas e análise estatística

As variáveis analisadas aos 14, 30 e 50 dias após a instalação do experimento foram:

- **Número de brotações:** determinado através da contagem do número de brotações por estaca.
- **Número de folhas:** determinado através da contagem do número de folhas maiores que 2 cm por estaca.

Após 50 dias de estaqueamento as estacas foram cuidadosamente lavadas para retirar todo o substrato a elas aderido para então serem realizadas as avaliações finais.

As variáveis analisadas apenas aos 50 dias após a instalação do experimento foram:

- **Número de estacas vivas:** determinada através da contagem do número de estacas vivas por parcela.
- **Comprimento dos brotos (mm):** medição realizada com paquímetro digital de todas as brotações de cada estaca.
- **Massa da matéria seca das brotações (g):** foram retiradas todas as brotações das estacas de cada parcela e colocadas em saco de papel tipo kraft. Os sacos de papel foram identificados e colocados em estufa a 65°C por aproximadamente 72 horas até atingirem peso constante.
- **Massa da matéria seca das raízes (g):** foram retiradas todas as raízes das estacas de cada parcela e colocadas em saco de papel tipo kraft. Os sacos de papel foram identificados e colocados em estufa a 65°C por aproximadamente 72 horas até atingirem peso constante.

Os dados foram transformados em raiz quadrada de $x + 1$ e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011). Nas tabelas encontram-se as médias originais.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para o número de folhas obtidos para tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas estão contidos na Tabela 5. Pode-se verificar que aos 14 e 50 dias após o estaqueamento em areia houve efeito significativo para tipo de estaca (E), tipo de armazenamento (A) e a interação (E x A). Aos 30 dias após o estaqueamento, o efeito significativo ocorreu apenas para o tipo de estaca, podendo-se verificar que as estacas apicais proporcionaram a obtenção de um número de folhas significativamente inferior àquele verificado em estacas basais e medianas, devido principalmente ao maior acúmulo de reservas nessas estruturas. Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com aqueles obtidos por Moreira (2013), que também verificou que as estacas basais propiciam um maior número de folhas quando comparadas com as estacas medianas e apicais, obtendo valores nas faixas de 9,55-9,58, 6,89-7,08 e 4,90-5,95 folhas por estaca, respectivamente para basais, medianas e apicais. Os resultados obtidos, da mesma forma tem uma fundamentação, de acordo com as indicações efetuadas por Arruda et al (2004), que indicam a utilização de estacas basais para aumentar a possibilidade de sucesso do estaqueamento. Da mesma forma, Araújo et al. (2009) relataram que em um estudo com aplicação de AIB, as estacas que não receberam o hormônio tiveram o maior desenvolvimento de folhas. Esses resultados confirmam também a hipótese que devido à presença de auxinas em maior quantidade, nas estacas apicais, a maior quantidade desses hormônios teoricamente induziria a estaca ao crescimento e alongação celular, contudo, aparentemente esse efeito é muito dependente da quantidade de reservas que a estaca possui. Desta forma, o trabalho de Sairanen et al (2012), no qual os autores comentam que o metabolismo das auxinas é regulado pela disponibilidade de açúcares livres, explica parcialmente os resultados obtidos.

Tabela 5. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de folhas obtidas em função dos tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	14 dias	30 dias	50 dias
Tipo de estaca (E)	0,0482**	0,0001**	0,0001**
Armazenamento (A)	0,0226**	0,1520	0,0003**
E x A	0,0004**	0,1063	0,0250**
Estaca basal	1,48	8,53 a	10,17
Estaca mediana	0,80	6,89 a	7,89
Estaca apical	1,43	2,70 b	3,54
Sem armazenamento	1,73	6,13 a	6,40
30 dias ambiente	1,17	6,97 a	9,30
60 dias ambiente	0,81	5,01 a	5,89
CV(%)	13,18	14,39	9,25

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Pode-se observar uma interação entre os fatores tipo de estacas e tempo de armazenamento, podendo-se verificar que aos 14 dias após o estaqueamento, as estacas basais propiciaram os maiores valores de número de folhas quando comparadas às estacas medianas e apicais no sistema sem armazenamento (Tabela 5a).

Com 30 dias de armazenamento as estacas apicais propiciaram um maior valor de número de folhas quando comparadas às estacas basais aos 14 d.a.e (Tabela 5a). Tal fato pode ser devido à maior concentração de hormônios promotores de crescimento na parte apical dos ramos. Assim sendo, quando ocorreu o corte dos ramos para a realização do estaqueamento, já existiam gemas diferenciadas nas estacas apicais que proporcionaram uma brotação mais rápida e maior formação de folhas do que nas estacas medianas e basais. Isso não implicou no resultado final, pois as substâncias de reserva não foram suficientes para o desenvolvimento e manutenção destas gemas, devido à ausência de substâncias de reserva em quantidade suficiente para o seu desenvolvimento, como preconizado por Sainaren et al (2012).

Tal fato foi observado aos 50 dias após o estaqueamento, onde pode-se constatar que as estacas basais proporcionaram os maiores valores de número de folhas em todos os tempos de armazenamento. Por outro lado, as estacas apicais em qualquer sistema de armazenamento

propiciaram os menores valores de número de folhas em estacas de pinhão manso (Tabela 5a).

Tabela 5a. Desdobramento da interação dos fatores estacas e tipo de armazenamento para a variável número de folhas aos 14 e 50 dias. Ilha Solteira – SP, 2011.

Armazenamento	Estacas (14 dias)			
	Basal	Mediana	Apical	
Sem armazenamento	3,26 a A	1,20 a B	0,73 b B	
30 dias	0,63 b B	0,83 ab A	2,06 a A	
60 dias	0,56 a B	0,36 b A	1,50 a AB	
Armazenamento	Estacas (50 dias)			
	Sem armazenamento	9,83 a A	7,46 a A	1,92 b B
	30 dias	13,9 a A	8,83 b A	5,15 c A
	60 dias	6,76 a B	7,37 a A	3,5 b AB

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

A brotação em estacas é um indicativo muito bom para o pegamento das mesmas, em função de fatores bióticos e abióticos. O tipo de estaca utilizado afetou significativamente o número de brotos obtidos aos 14, 30 e 50 dias após o estaqueamento (Tabela 6). Dessa forma, aos 14 dias pode-se observar que estacas obtidas do terço basal e mediano propiciaram o maior número de brotos quando comparadas às estacas obtidas do terço apical do ramo selecionado. Aos 30 e 60 dias após o estaqueamento, pode-se verificar que as estacas basais propiciaram valores de número de brotos superiores àqueles verificados com estacas medianas e apicais, devendo-se ressaltar que as estacas medianas proporcionaram a obtenção de um número de brotos superior àquele obtido por estacas apicais. Tais resultados estão de acordo com as premissas já citadas anteriormente no presente trabalho, com relação à maior quantidade de reservas presentes nas estacas basais e medianas. Considerando que fisiologicamente o crescimento da planta ocorre da base para o ápice e nesse caso, houve uma maior deposição de substâncias de reservas nessas estruturas. Pode-se observar efeito significativo do tempo de armazenamento para 14 e 30 dias após a realização do estaqueamento. Quando se efetuou a avaliação aos 14 dias após o estaqueamento, pode-se verificar que estacas armazenadas 30 e 60 dias em ambiente, propiciaram os maiores valores

para número de brotos. Aos 30 dias após o estaqueamento, observou-se que estacas armazenadas por 30 dias em condições de ambiente propiciaram os maiores valores para número de brotos.

Tabela 6. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de brotos obtidos em função de tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	14 dias	30 dias	50 dias
Tipo de estaca (E)	0,0001**	0,0000**	0,0000**
Armazenamento (A)	0,0001**	0,0151**	0,3428
E x A	0,8564	0,2095	0,0658
Estaca basal	6,08 a	5,77 a	4,09 a
Estaca mediana	5,62 a	4,47 b	3,50 b
Estaca apical	3,51 b	2,05 c	1,51 c
Sem armazenamento	3,51 b	3,57 b	2,83 a
30 dias ambiente	6,43 a	4,65 a	3,11 a
60 dias ambiente	5,27 a	4,06 ab	3,15 a
CV(%)	9,26	7,19	5,15

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

O comprimento dos brotos também é um bom indicativo do pegamento de estacas de pinhão manso, pois refere-se ao crescimento da gema diferenciada que ocorreu após o estaqueamento.

No presente trabalho, efetuou-se a avaliação do comprimento dos brotos em função do tipo de estaca e do tempo de armazenamento das mesmas, sendo que observou-se uma interação significativa entre esses fatores (Tabela 7).

Tabela 7. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para comprimento de brotos (mm) obtidos em função dos tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	50 dias
Tipo de estaca (E)	0,0000**
Armazenamento (A)	0,0010**
E x A	0,0057**
Estaca basal	21,16
Estaca mediana	17,01
Estaca apical	6,26
Sem armazenamento	20,07
30 dias ambiente	16,43
60 dias ambiente	7,92
CV(%)	17,80

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Dessa forma, pode-se constatar que as estacas basais sem armazenamento ou armazenadas por 30 dias propiciaram os maiores valores para comprimento dos brotos. No caso de estacas medianas, a utilização de estacas sem armazenamento permitiu a obtenção dos maiores valores de comprimento dos brotos. No caso da utilização de estacas apicais, independentemente do tempo de armazenamento, não houve efeito sobre o comprimento dos brotos (Tabela 7a).

Quando foram utilizadas estacas sem armazenamento, pode-se verificar que as estacas basais e medianas propiciaram os maiores valores de comprimento dos brotos. No caso do armazenamento por 30 dias, somente as estacas basais propiciaram valores superiores àqueles verificados para estacas medianas e apicais. Para as estacas armazenadas por 60 dias, além dos valores de comprimento dos brotos serem baixos, não foram observadas diferenças significativas entre basais, medianas ou apicais para essa variável.

Os valores médios de comprimento de brotos para estacas basais sem armazenamento e armazenadas por 30 dias foram respectivamente de 24,98 e 28,98 mm enquanto que para estacas medianas foi de 30,51 e 12,29 mm, sendo que para estacas apicais foi de 4,73 e 8,44 mm. Tais resultados evidenciam a superioridade das estacas basais no que diz respeito aos

resultados posteriores de comprimento de brotos, mesmo com armazenamento por 30 dias, enquanto que para as medianas o armazenamento por 30 dias não foi adequado para seu bom desenvolvimento. Para as estacas apicais, independentemente do sistema de armazenamento, os valores obtidos para comprimento de brotos foram muito baixos.

Tabela 7a. Desdobramento da interação dos fatores estacas e tipo de armazenamento para a variável comprimento dos brotos. Ilha Solteira – SP, 2011.

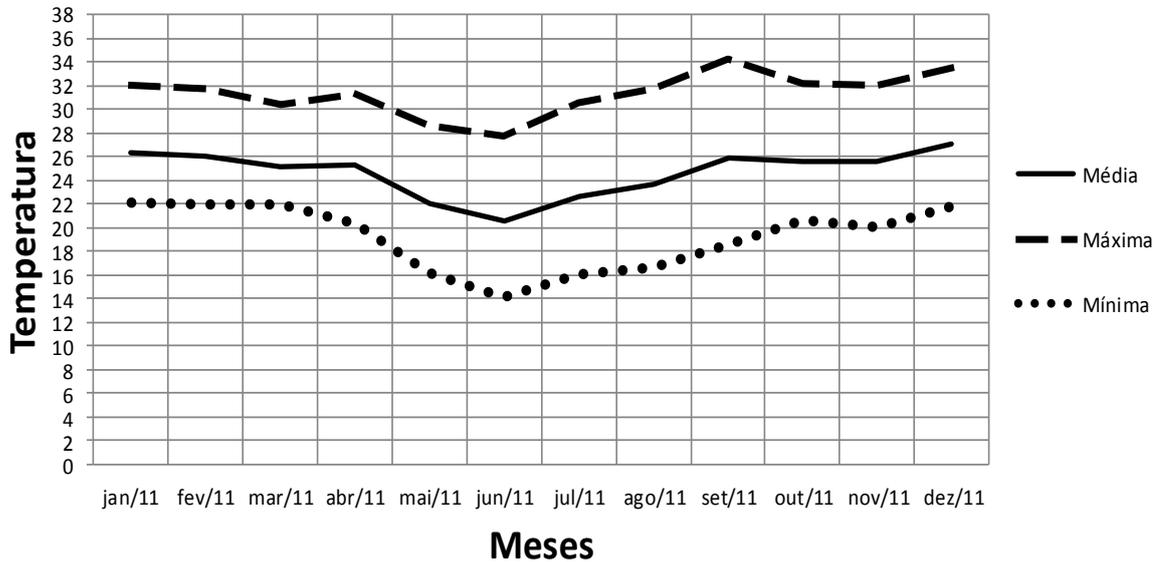
Armazenamento	Estacas		
	Basal	Mediana	Apical
Sem armazenamento	24,98 a A	30,51 a A	4,73 b A
30 dias	28,58 a A	12,29 b B	8,44 b A
60 dias	9,92 a B	8,24 a B	5,61 a A

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

O armazenamento de estacas somente apresenta bons resultados sendo realizado no máximo até 30 dias, devendo-se destacar que a temperatura ambiente, como evidenciado na Figura 5, é fundamental para o crescimento e desenvolvimento das brotações, além do fato de que devem ser preferidas as estacas basais para este armazenamento. As estacas apicais, independentemente do tempo de armazenamento não propiciaram valores adequados de comprimento dos brotos. Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com as premissas de Rodrigues et al (2011) que enfatizam que o pinhão manso tem uma redução significativa do metabolismo em baixas temperaturas.

Figura 5. Variação da temperatura ambiente (°C) durante o período de desenvolvimento do experimento. Ilha Solteira – SP, 2011.



Fonte: Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos/Unesp/CISA (2014).

Os valores médios para massa da matéria seca das brotações são apresentados na Tabela 8, podendo-se verificar efeito significativo para os tipos de estacas utilizados. Dessa forma, as estacas basais e medianas propiciaram os maiores valores para essa variável, quando comparadas com as estacas apicais. Tais resultados não concordam com aqueles obtidos por Lima et al (2010), os quais não verificaram diferenças de desenvolvimento entre estacas selecionadas dos terço apical, médio e basal de *Jatropha curcas*. Deve-se destacar que o trabalho anteriormente citado, foi desenvolvido no período de março a maio de 2009, em casa de vegetação e em Campina Grande –PB, com inverno com temperaturas superiores às verificadas no presente trabalho, devendo-se ressaltar que nessa localidade, as temperaturas mais baixas raramente são inferiores a 18 °C, enquanto que em Ilha Solteira, no mês de maio as temperaturas mínimas podem chegar, frequentemente em valores inferiores a 16 °C. Não foi verificado efeito significativo para os sistemas de armazenamento utilizados.

Tabela 8. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para massa da matéria seca das brotações (g) obtidos em função dos tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	50 dias
Tipo de estaca (E)	0,0002**
Armazenamento (A)	0,0534
E x A	0,1452
Estaca basal	1,04 a
Estaca mediana	0,81 a
Estaca apical	0,39 b
Sem armazenamento	0,81 a
30 dias ambiente	0,87 a
60 dias ambiente	0,56 a
CV(%)	7,28

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

A massa da matéria seca das raízes é uma das principais variáveis a serem consideradas para avaliar o pegamento de estacas. No presente trabalho, pode-se constatar que a utilização de estacas basais propiciou os maiores valores de massa da matéria seca de raízes ao final do experimento. Assim sendo, as estacas medianas e apicais, independentemente do tempo de armazenamento propiciaram os menores valores de massa de matéria seca das raízes em relação aos valores obtidos para estacas basais. Para os períodos de armazenamento, a utilização de estacas sem armazenamento ou armazenadas por 60 dias apresentaram valores inferiores àqueles obtidos para estacas armazenadas por no máximo 30 dias (Tabela 9). Tais resultados podem ser uma evidência de que a estaca recém cortada, com grande quantidade de água e látex, pode estar sujeita a várias alterações internas, como por exemplo, a oxidação do látex e redução do conteúdo de água.

As estacas armazenadas por 60 dias em condições de ambiente, provavelmente tiveram uma perda maior de água e o enraizamento foi prejudicado, no entanto a massa da matéria seca da parte aérea foi igual para todos os períodos de armazenamento. Assim sendo, as estacas podem ser armazenadas antes da sua utilização, por um período não superior a 30 dias, principalmente em períodos de temperatura baixa. De acordo com o trabalho de Gaiwad

et al (2011) o principal fator envolvido no enraizamento de estacas de *Jatropha curcas* é o conteúdo de fitohormônios, os autores aplicaram conteúdos variáveis de IAA e IBA e todos os tratamentos foram superiores à testemunha, a qual teve no máximo 50% de estacas enraizadas. Da mesma forma, os estudos de Kumari et al (2010) relatam um enraizamento de 13,3% em estacas basais contra 0,0% em estacas apicais.

Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com aqueles apresentados no estudo de Noor Camellia et al. (2009), que verificaram que estacas lenhosas permitem a obtenção de valores de número de raízes, porcentagem de enraizamento, comprimento radicular e massa seca de raízes superiores àqueles verificados em estacas semi-lenhosas, sendo que os autores atribuem esta ocorrência ao maior teor de reservas nesse tipo de estaca.

Tabela 9. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para massa da matéria seca de raízes (g) obtidos em função dos tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	50 dias
Tipo de estaca (E)	0,0003**
Armazenamento (A)	0,0042**
E x A	0,4461
Estaca basal	1,12 a
Estaca mediana	0,65 b
Estaca apical	0,25 b
Sem armazenamento	0,55 b
30 dias ambiente	1,06 a
60 dias ambiente	0,41 b
CV(%)	10,87

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

No caso da avaliação do número de estacas vivas, o efeito principal é o tempo de armazenamento, pois não foram observadas diferenças significativas em relação ao tipo de estaca utilizada (Tabela 10). No entanto, a influência do tempo de armazenamento no número

de estacas vivas pode também estar relacionado à temperatura ambiente, pois os ramos armazenados por 60 dias foram cortados e estaqueados em junho, período em que foram observadas as menores temperaturas mínimas durante todo o experimento (Figura 5, citada anteriormente na página 54) e o pinhão manso tem seu desenvolvimento reduzido em temperaturas abaixo de 18°C. Ou seja, estacas sem armazenamento ou armazenadas por até 30 dias, desde que não coincidente com o período frio, podem proporcionar os melhores resultados para o número final de estacas vivas de pinhão manso.

Tabela 10. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para estacas vivas obtidos em função de tratamentos com diferentes períodos de armazenamento de estacas. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	50 dias
Tipo de estaca (E)	0,8426
Armazenamento (A)	0,0000**
E x A	0,5908
Estaca basal	8,6667 a
Estaca mediana	8,6667 a
Estaca apical	8,8889 a
Sem armazenamento	9,6667 a
30 dias ambiente	9,6667 a
60 dias ambiente	6,8889 b
CV(%)	5,20

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

4.4 CONCLUSÕES

Nas condições estudadas, o armazenamento de ramos de pinhão manso para posterior estaqueamento é viável por até 30 dias em meio ambiente.

As estacas basais, medianas e apicais não apresentaram diferenças significativas em relação à média de estacas vivas ao final do experimento.

Dentre os tipos de estacas estudadas, os melhores resultados para número de folhas com mais de 2cm, número de brotos e massa da matéria seca das raízes foram obtidos com estacas basais seguidos pelas medianas.

5 EXPERIMENTO 3: EFEITO DE ANTIOXIDANTE, TIPO DE ENXERTO E AGENTE FIXADOR SOBRE A ENXERTIA POR GARFAGEM EM PINHÃO MANSO

5.1 OBJETIVO

Frente à escassez de trabalhos realizados com enxertia em pinhão manso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do antioxidante ácido cítrico nos cortes antes da realização da enxertia, a utilização de dois tipos de enxerto e o uso de dois sistemas de fixação dos enxertos.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação tipo Pad & Fan do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio economia da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (UNESP), coordenadas 20°25'09.55"S e 51°20'23.33"O (Google Earth, 2014). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 25°C e precipitação total anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66% (CENTURION, 1982).

As estacas foram retiradas no dia 02 de maio de 2011 de plantas matrizes com dois anos de idade (Figura 2, citada anteriormente na página 34) instaladas na Fazenda de Ensino e Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria – MS (51°22' W e 20°22' S, com altitude de 335m). As plantas matrizes foram originadas de estacas e receberam como tratos culturais poda de produção, adubação com 250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16, 3 capinas por ano e controle fitossanitário com 300 mL/100 L de água do fungicida/bactericida Casugamicina (Kasumin®). No experimento, utilizaram-se estacas herbáceas do ponteiro e medianas de pinhão manso, para realização da enxertia de mesa pelo método de Garfagem por Inglês Simples.

5.2.1 Tratamentos utilizados e delineamento experimental

As enxertias foram realizadas por um único operador, no dia 02 de maio de 2011, sendo em seguida colocadas para enraizar em vasos plásticos perfurados com capacidade de 8,0 litros, tendo sido utilizado como substrato vermiculita expandida de textura média. Metade dos conjuntos enxertados tiveram seus cortes para realização da enxertia umedecidos com solução de 250 mg.L^{-1} de ácido cítrico (antioxidante), seguido pela união das partes e fixação com uso de gaze ou barbante. O teste de fixação com barbante e gaze foi realizado pois em testes anteriores utilizou-se fita plástica para fixar as partes do enxerto, no entanto o filme plástico queimou as partes em que estava em contato, acarretando morte das plantas.

Depois de realizada a enxertia, os vasos receberam água até a saturação do substrato e foram dispostos em bancadas na casa de vegetação.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial $2 \times 2 \times 2$ (tipos de estaca utilizada como enxerto \times uso de antioxidante \times tipo de fixação), totalizando 8 tratamentos com 3 repetições e 10 estacas por parcela. Os tratamentos utilizados foram:

- 1 - Enxerto da parte apical do ramo sem antioxidante, fixação com gaze
- 2 - Enxerto da parte apical do ramo com antioxidante, fixação com gaze
- 3 - Enxerto da parte mediana do ramo sem antioxidante, fixação com gaze
- 4 - Enxerto da parte mediana do ramo com antioxidante, fixação com gaze
- 5 - Enxerto da parte apical do ramo sem antioxidante, fixação com barbante
- 6 - Enxerto da parte apical do ramo com antioxidante, fixação com barbante
- 7 - Enxerto da parte mediana do ramo sem antioxidante, fixação com barbante
- 8 - Enxerto da parte mediana do ramo com antioxidante, fixação com barbante

Todas as estacas utilizadas como porta-enxertos foram retiradas da parte mediana dos ramos. Após a realização da enxertia procedeu-se a desfolha dos porta-enxertos para que as folhas existentes não interferissem nas avaliações (Figura 6) e a medida em que emitiam folhas estas também eram retiradas para que não prejudicassem o desenvolvimento do enxerto.

O experimento foi irrigado por aspersão automatizada durante três minutos às 6, 12 e 18 horas diariamente. O substrato era mantido apenas úmido e não saturado de água.

Figura 6. Detalhe da desfolha efetuada após a enxertia. Ilha Solteira – SP, 2011.



Fonte: Corrêa (2011).

5.2.2 Variáveis avaliadas e análise estatística

As variáveis analisadas foram:

- **Número de brotações:** determinado através da contagem do número de brotações por estaca aos 28 dias após a instalação.
- **Número de folhas:** determinado através da contagem do número de folhas maiores que 2 cm por estaca aos 28 e 98 dias após a instalação.

Após 98 dias de instalação as plantas foram cuidadosamente lavadas para retirar todo o substrato a elas aderido para então serem realizadas as avaliações finais.

As variáveis analisadas apenas aos 98 dias após a instalação do experimento foram:

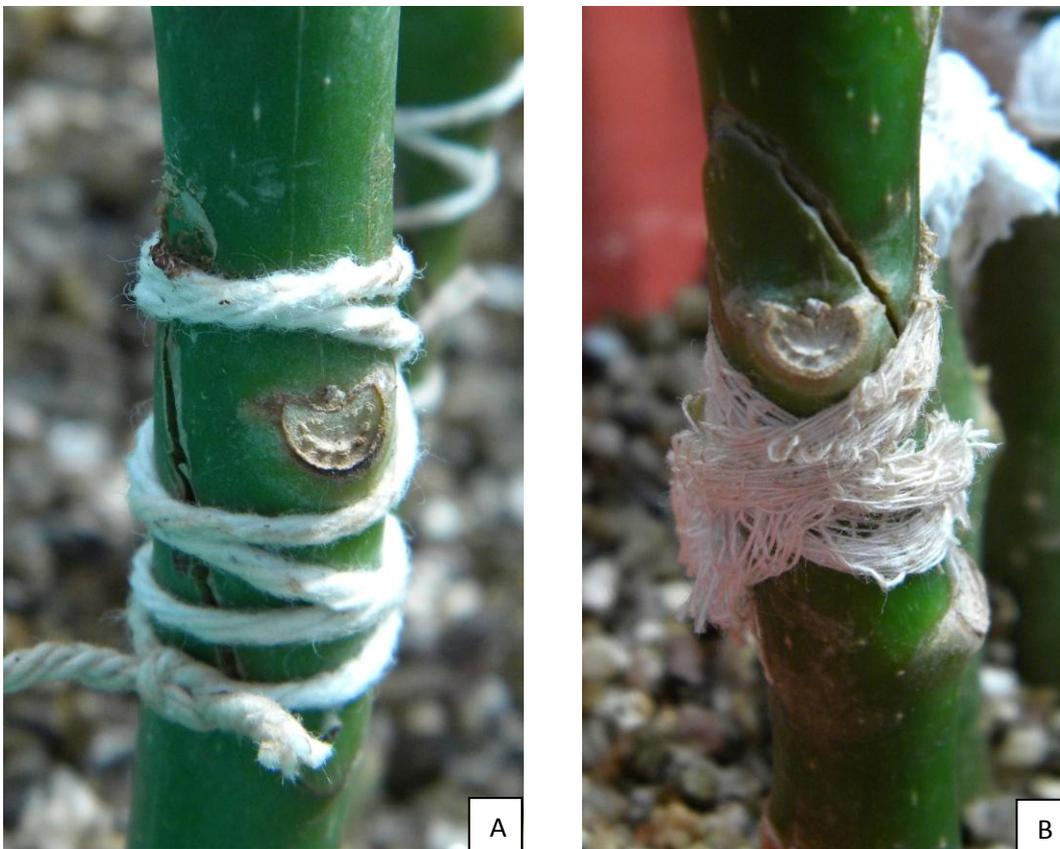
- **Número de estacas vivas:** determinada através da contagem do número de estacas vivas por parcela.
- **Massa da matéria seca das brotações (g):** foram retiradas todas as brotações das estacas de cada parcela e colocadas em saco de papel tipo kraft. Os sacos de papel foram identificados e colocados em estufa a 65°C por aproximadamente 72 horas até atingirem peso constante.

- **Massa da matéria seca das raízes (g):** foram retiradas todas as raízes das estacas de cada parcela e colocadas em saco de papel tipo kraft. Os sacos de papel foram identificados e colocados em estufa a 65°C por aproximadamente 72 horas até atingirem peso constante.

Os dados foram transformados em raiz quadrada de $x + 1$ e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sisvar (FERREIRA, 2011). Nas tabelas encontram-se as médias originais.

A Figura 7 ilustra o detalhe de fixação das enxertias com barbante e gaze aos 4 d.a.e.

Figura 7 – Fixação da enxertia: barbante (A) e gaze (B). Ilha Solteira – SP, 2011.



Fonte: Elaboração da própria autora.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de brotação em plantas superiores, principalmente naquelas dependes de propagação vegetativa, tem como característica de referência a formação de brotos, através da ação hormonal, pela diferenciação de gemas alocadas em ramos vegetativos ou reprodutivos. No presente trabalho, pode-se verificar um efeito significativo para o tipo de enxerto utilizado no processo de enxertia (Tabela 11).

Tabela 11. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de brotações aos 28 dias após a enxertia (d.a.e) obtidos em função de tratamentos com diferentes tipos de enxertia. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	BROTOS
Tipo de enxertos (E)	0,0088**
Antioxidante (A)	0,2724
Fixação (F)	0,2049
E x A	0,2339
E x F	0,7439
A x F	0,4589
E x A x F	0,4274
Enxerto da parte mediana do ramo	1,41 a
Enxerto apical do ramo	0,97 b
Com antioxidante	1,27 a
Sem antioxidante	1,11 a
Barbante	1,09 a
Gaze	1,29 a
CV (%)	7,94

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Dessa forma, pode-se constatar que os enxertos da parte mediana dos ramos propiciaram a formação de um número de brotos de brotos significativamente superior àquele obtido quando foram utilizadas enxertos da parte apical dos ramos (Tabela 11). Tal fato pode

ser devido a uma maior quantidade de reservas em enxertos da parte mediana dos ramos, uma vez que ocorre um crescimento maior de açúcares e amido nesta parte dos ramos, que tem maior diâmetro e apresentam maior capacidade de regeneração. De acordo com o trabalho de Ohto et al (2001) a expressão de determinados genes que regulam o crescimento está relacionada ao conteúdo de determinados açúcares, os quais podem inibir ou estimular o crescimento.

A utilização de antioxidante não propiciou uma melhora significativa do número de brotos observado em pinhão manso. Da mesma forma, a utilização de barbante ou gaze no processo de proteção e fixação da área de enxertia não afetou o número de brotos aos 28 dias após a enxertia (d.a.e).

Assim sendo, pode-se preconizar que o número de brotos é uma variável dependente do tipo de enxerto utilizado na enxertia.

O processo de brotação de estacas de pinhão manso é acompanhado pela formação de folhas novas, as quais permitem que a planta venha a realizar a fotossíntese e aumentar seu ritmo de crescimento.

No presente estudo, foram avaliadas somente folhas com comprimento superior a 2,0 cm, ou seja, folhas com boa formação. Aos 28 d.a.e., não foram observados efeitos significativos para os tratamentos estudados (Tabela 12). Por outro lado, aos 98 d.a.e., pode-se constatar efeito significativo para o tipo de estaca utilizada, sem serem observados efeitos significativos para uso de antioxidante ou sistema de fixação.

O teste de comparação de médias evidenciou um valor estatisticamente superior de número de folhas para os enxertos da parte mediana dos ramos. Tal resultado está de acordo com aqueles obtidos para o número de brotações, considerando a maior quantidade de reservas neste tipo de estacas e conforme elucidado por Sairanen et al. (2012). Desta forma, considerando que o enxerto é composto pela parte mediana ou apical dos ramos, pode-se inferir que os enxertos da parte mediana dos ramos tem uma maior quantidade de reservas e são responsáveis pelo maior número de folhas obtidas pelo conjunto.

Tabela 12. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de folhas maiores que 2cm obtidas em função de tratamentos com diferentes tipos de enxertia. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	28 d.a.e	98 d.a.e
Tipo de enxerto (E)	0,0621	0,0069**
Antioxidante (A)	0,6651	0,8659
Fixação (F)	0,9365	0,7190
E x A	0,7513	0,6088
E x F	0,7401	0,7152
A x F	0,8416	0,8670
E x A x F	0,9307	0,6446
Enxerto da parte mediana do ramo	1,2175 a	3,20 a
Enxerto apical do ramo	1,7783 a	2,14 b
Com antioxidante	1,5458 a	2,63 a
Sem antioxidante	1,4500 a	2,71 a
Barbante	1,4650 a	2,71 a
Gaze	1,5308 a	2,63 a
CV (%)	14,79	11,02

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Com relação ao pegamento (número de enxertos vivos) pode-se verificar que não houve efeito significativo dos tratamentos utilizados, tão pouco dos fatores envolvidos no número final de enxertos vivos (Tabela 13). Os valores observados para todos os fatores, considerados de forma isolada, não foram inferiores a 53% e nem superiores a 65,8% de enxertos vivos observados. A taxa de pegamento pode ser explicada pela utilização do substrato vermiculita, o qual não tem os nutrientes necessários para o bom crescimento o desenvolvimento de estacas de pinhão manso submetidas ao processo de enxertia.

Na tentativa de se obter melhores resultados, sugere-se a utilização de substratos comerciais que contenham nutrientes em concentrações adequadas ao desenvolvimento dos

enxertos; a enxertia em estacas já enraizadas ou ainda o estudo da enxertia em diferentes épocas.

Tabela 13. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias de enxertos vivos aos 98 d.a.e obtidos em função de tratamentos com diferentes tipos de enxertia. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	Enxertos vivos
Tipo de enxertos (E)	0,1023
Antioxidante (A)	0,4180
Fixação (F)	0,8748
E x A	0,1923
E x F	0,4379
A x F	0,2515
E x A x F	0,3173
Enxerto da parte mediana do ramo	5,33 a
Enxerto apical do ramo	6,58 a
Com antioxidante	6,25 a
Sem antioxidante	5,66 a
Barbante	6,00 a
Gaze	5,91 a
CV (%)	14,41

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

O número de brotações e folhas obtidos no processo de pegamento de enxertos é um importante indicativo de sucesso do processo realizado. Por outro lado, o desenvolvimento do sistema radicular, aliado à formação da parte aérea, consiste em uma garantia de pegamento e bom desenvolvimento das estruturas de propagação vegetativa. Os valores de massa da matéria seca de folhas e massa da matéria seca do sistema radicular foram avaliados aos 98 d.a.e (Tabela 14).

Tabela 14. Valores de p>F e teste de comparação de médias para massa da matéria seca de folhas (g) (MSF) e massa seca de raízes (g) (MSR) obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de enxertia aos 98 d.a.e. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	MSF	MSR
Tipo de enxerto (E)	0,2999	0,0113**
Antioxidante (A)	0,3964	0,6589
Fixação (F)	0,0901	0,4291
E x A	0,7971	0,9234
E x F	0,6847	0,8122
A x F	0,5097	0,9868
E x A x F	0,5945	0,9410
Enxerto da parte mediana do ramo	0,2917 a	0,06 b
Enxerto apical do ramo	0,3650 a	0,16 a
Com antioxidante	0,2958 a	0,10 a
Sem antioxidante	0,3608 a	0,12 a
Barbante	0,2641 a	0,09 a
Gaze	0,3925 a	0,12 a
CV (%)	6,34	3,98

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Pode-se constatar que não foi detectado efeito significativo dos tratamentos sobre a massa da matéria seca da folhas. Por outro lado, pode-se verificar que houve efeito significativo do tipo de enxertos utilizado sobre a massa da matéria seca das raízes. Desta forma, os enxertos da parte apical dos ramos apresentaram valores superiores àqueles verificados para enxertos da parte mediana dos ramos. Tal fato pode ser explicado pelo maior desenvolvimento da parte aérea (número de folhas) de enxertos provenientes de material coletado no terço médio da planta. Assim sendo, as folhas maiores tem uma maior captação de luz e, portanto, uma maior exigência em termos de água e nutrientes, inclusive para formação de raízes, a maior parte das reservas é utilizada para o desenvolvimento da parte aérea e por conseguinte o sistema radicular tem seu desenvolvimento comprometido. Nesse

sentido, Noor Camellia et al (2009) verificaram que as estacas lenhosas, embora tenham um maior número de raízes, o diâmetro de raízes de estacas apicais é maior. Outra possibilidade é que os enxertos da parte apical dos ramos, devido ao maior conteúdo de auxinas, propiciaram um maior desenvolvimento do sistema radicular, considerando a interação de quantidade de hormônios no enxerto e disponibilidade de substâncias de reserva no porta-enxerto. Tal observação encontra suporte em Taiz e Zeiger (2009), que relatam que o controle do desenvolvimento de raízes adventícias é influenciado por substâncias reguladoras de crescimento, sendo que as auxinas são os únicos reguladores de crescimento que aumentam a formação de primórdios radiculares.

5.4 CONCLUSÕES

A enxertia de mesa por garfagem do tipo Inglês Simple é viável e propiciou até 65,8% de enxertos vivos, porém não houve diferença significativa para os tipos de enxertos, uso de antioxidante e tipo de material para fixação.

Enxertos provenientes da parte apical dos ramos propiciaram maior acúmulo da massa da matéria seca de raízes, o que permite obter mudas de melhor qualidade.

6 EXPERIMENTO 4: VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Jatropha curcas* L. EM FUNÇÃO DO TEMPO E DO AMBIENTE DE ARMAZENAMENTO

6.1 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial de plântulas de pinhão manso em função do ambiente e do tempo de armazenamento das sementes.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados frutos de pinhão manso de plantas matrizes com dois anos de idade (Figura 2, citada anteriormente na página 34), instaladas na Fazenda de Ensino e Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, localizada em Selvíria – MS (51°22' W e 20°22' S, com altitude de 335m). A coleta ocorreu no dia 11 de abril de 2011 pela manhã. As plantas matrizes foram originadas de estacas de diversas plantas e receberam como tratamentos culturais poda de produção, adubação com 250 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16, 3 capinas por ano e controle fitossanitário com 300 mL/100 L de água do fungicida/bactericida Casugamicina (Kasumin®). Os frutos coletados se apresentavam em início de processo de secagem. Após a coleta, os frutos foram secos à sombra por 7 dias e então descascados para obtenção das sementes. Sementes rachadas, trincadas ou com deformações foram descartadas.

O experimento foi realizado no Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (UNESP), coordenadas 20°25'09.55"S e 51°20'23.33"O (Google Earth, 2014) em casa de vegetação tipo Pad & Fan. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, apresentando temperatura média anual de 25°C e precipitação total anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66% (CENTURION, 1982).

6.2.1 Tratamentos utilizados e delineamento experimental

No dia 18 de abril de 2011 o primeiro lote de sementes foi colocado para germinar em caixas de polietileno perfuradas nas dimensões de 10 cm de altura x 40 cm de largura x 70 cm de comprimento, contendo areia grossa lavada. As sementes foram dispostas horizontalmente e enterradas na areia a aproximadamente 1,5 cm de profundidade.

O restante das sementes foi armazenado da seguinte maneira:

- 9 sacos de papel Kraft, com 30 sementes de pinhão manso cada um, foram armazenados na sala de crescimento vegetal do Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (UNESP) por 30, 60 e 120 dias. A temperatura na sala de crescimento era de 22 ± 3 °C. Estes tratamentos receberam a denominação de temperatura ambiente.

- 9 potes plásticos transparentes, com 30 sementes cada, e vedados com fita politetrafluoretileno, foram armazenados em câmara fria do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia da Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (UNESP) por 30, 60 e 120 dias. A temperatura na câmara fria foi de 8 a 10 °C. Estes tratamentos receberam a denominação de câmara fria.

Depois de decorrido o tempo de armazenamento, as sementes de todos os tratamentos foram colocadas para germinar da mesma forma como as sementes do primeiro lote.

No presente trabalho foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 3 repetições, cada uma com 25 sementes de pinhão manso. Para a análise dos dados o trabalho foi dividido em duas partes, na primeira efetuou-se uma comparação de uma testemunha (sementes semeadas após secagem a sombra por 7 dias e sem armazenamento) com os demais tratamentos (Teste Unilateral de Dunnett). Na segunda parte do trabalho, efetuou-se a análise seguindo um esquema fatorial que teve o objetivo de avaliar os fatores (três tempos de armazenamento e duas condições de temperatura de armazenamento) de forma isolada e suas possíveis interações:

- 1 – testemunha (semeadura após secagem a sombra por 7 dias e sem armazenamento) –
semeadura: 18/04/2011
- 2 – sementes mantidas por 30 dias em temperatura ambiente - semeadura: 18/05/2011
- 3 – sementes mantidas por 60 dias em temperatura ambiente - semeadura: 18/06/2011

- 4 – sementes mantidas por 120 dias em temperatura ambiente - semeadura: 18/08/2011
- 5 – sementes mantidas por 30 dias em câmara fria - semeadura: 18/05/2011
- 6 – sementes mantidas por 60 dias em câmara fria- semeadura: 18/06/2011
- 7 – sementes mantidas por 120 dias em câmara fria - semeadura: 18/08/2011

Todos os tratamentos receberam irrigação por aspersão automatizada durante três minutos às 6, 12 e 18 horas diariamente para manter o substrato apenas úmido e não saturado de água.

6.2.2 Variáveis avaliadas e análise estatística

As variáveis analisadas após a instalação do experimento foram:

- **Número de sementes germinadas:** determinado aos 14 dias após a semeadura através da contagem do número de sementes germinadas por parcela.
- **Número de plântulas vivas:** determinado aos 42 dias após a semeadura através da contagem do número de plântulas vivas por parcela.
- **Número de folhas:** determinado aos 14 e 42 dias após a semeadura através da contagem do número de folhas verdadeiras maiores que 2 cm por plântula.
- **Altura de plântulas (cm):** mensurada aos 14 e 42 dias após a semeadura com auxílio de régua, desde a base do colo da plântula até a altura da última brotação.

Aos 42 dias após a semeadura todas as plântulas foram cortadas na base do colo para então serem realizadas as avaliações finais.

As variáveis analisadas apenas aos 42 dias após a semeadura foram:

- **Diâmetro do caule (mm):** mensurado com paquímetro digital na base do colo da plântula.
- **Massa da matéria seca da parte aérea (g):** todas as plântulas de cada parcela foram cortadas na base do colo e colocadas em saco de papel tipo kraft. Os sacos de papel foram identificados e colocados em estufa a 65°C por aproximadamente 72 horas até atingirem peso constante.
- **Massa da matéria seca das raízes (g):** as raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente para retirar todo o substrato a elas aderido e colocadas em saco de papel tipo kraft. Os sacos de papel foram identificados e colocados em estufa a 65°C por aproximadamente 72 horas até atingirem peso constante.

Os dados foram transformados em raiz quadrada de $x + 1$ e submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sanest (ZONTA ; MACHADO, 1987) para o Teste Unilateral de Dunnett (comparação da testemunha com colheita e semeadura imediata com os demais tratamentos, proposto por Dra. Vileta Nagai do IAC em 1995) e o programa Sisvar (FERREIRA, 2011) para as demais análises. Nas tabelas encontram-se as médias originais.

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existem alguns indicadores da qualidade fisiológica de sementes e que podem ser testados em condições controladas.

No presente trabalho foram avaliados alguns indicadores de qualidade de sementes, em função de sistemas de acondicionamento de sementes, em relação às mesmas características observadas em plântulas obtidas de sementes colhidas secas à sombra e submetidas ao processo de germinação em recipientes com areia lavada.

Pode-se observar que para altura das plantas (Tabela 15) foram obtidos valores compatíveis com a testemunha, com a utilização de sementes que foram mantidas em condições de ambiente ou mesmo em câmara fria pelo período de armazenamento de 120 dias. O fato mais interessante é que ocorreu uma redução significativa de altura de plantas tanto no armazenamento por 30 dias como no armazenamento por 60 dias em condições de ambiente ou mesmo com armazenamento em câmara fria. Tal fato pode ser devido à redução de temperatura ambiente que ocorreu nos meses de maio, junho e julho, como pode ser observado na Figura 5 (citada anteriormente na página 54). Dessa forma, a temperatura ambiente é o principal responsável pela emergência e crescimento das plântulas, uma vez que com o aumento da temperatura ambiente, mesmo sementes armazenadas por 120 dias em diferentes condições propiciaram valores compatíveis com plântulas produzidas por sementes colhidas e imediatamente semeadas em areia.

Para o número de sementes germinadas (Tabela 15) pode-se constatar que ocorreu uma redução do número de sementes germinadas com a utilização dos sistemas de armazenamento, tanto em câmara fria quanto em meio ambiente até 60 dias de armazenamento, provavelmente devido à temperatura ambiente quando realizada a semeadura. Deve-se ressaltar que a casa de

vegetação onde ocorreu a germinação das sementes possuía apenas um controle para evitar temperaturas superiores a 32°C, sem aquecimento artificial. Desta forma, aplicou-se aqui a mesma teoria que foi adotada para a altura de plântulas, ou seja, as sementes podem ser armazenadas em condições de ambiente ou mesmo em câmara fria (8 a 10° C) por até 120 dias, permitindo uma germinação equivalente com sementes oriundas do campo e semeadas imediatamente.

Para a variável número de folhas com comprimento superior a 2,0 cm (Tabela15), pode-se verificar que todos os tratamentos, inclusive a testemunha, aos 14 dias após a semeadura, permitira a formação de no máximo uma folha por plântula, em média.

Tabela 15. Teste unilateral de Dunnett para as variáveis altura de plântulas (AP), número de sementes germinadas (SG), número de folhas maiores que 2cm (FOLHAS) obtidas através de diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso aos 14 dias após semeadura. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	AP (cm)	SG	FOLHAS
Testemunha	13,06	14,33	0,70
CF 30 dias	7,18**	4,66**	0,00 ^{ns}
MA 30 dias	7,15**	10,00**	0,00 ^{ns}
CF 60 dias	4,60**	10,00**	0,00 ^{ns}
MA 60 dias	3,45**	2,00**	1,17 ^{ns}
CF 120 dias	11,72 ^{ns}	18,00 ^{ns}	0,77 ^{ns}
MA 120 dias	10,41 ^{ns}	20,33 ^{ns}	0,61 ^{ns}
CV(%)	11,63	15,58	14,13

** Significativo pelo Teste Unilateral de Dunnett ao nível de significância de 5%, ns: não Significativo pelo Teste Unilateral de Dunnett ao nível de significância de 5%. CF = sementes armazenadas em câmara fria, MA = sementes armazenadas em meio ambiente.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

A avaliação efetuada aos 42 dias após a semeadura (d.a.s) (Tabela 16), permitiu verificar que ocorreu um pequeno crescimento em altura de planta, observando-se que na média geral ocorreu um incremento médio de 0,32 cm para a testemunha, o que pode evidenciar o efeito da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento das plântulas de pinhão manso. Os resultados são análogos àqueles obtidos aos 14 d.a.s, ou seja, pode-se armazenar sementes em condições de ambiente ou mesmo câmara fria, desde que as mesmas sejam

submetidas à germinação a partir de temperatura ambiente acima de 18°C, conforme ilustrado na Figura 5 (citada anteriormente na página 54). Deve-se ressaltar que a temperatura mínima diária é o principal fator a ser levado em conta no processo de germinação, uma vez que a temperatura média não detecta as variações que inibem o processo germinativo de sementes de *Jatropha curcas* L. Os trabalhos desenvolvidos por Fogaça (2007) e Pereira et al (2007) permitiram inferir que as melhores temperaturas para emergência de sementes de pinhão manso estão na faixa de 20 a 30 °C, o que necessariamente não implica no bom desenvolvimento da parte aérea.

Tabela 16. Teste unilateral de Dunnett para as variáveis altura de plântulas (AP), número de folhas maiores que 2cm (FOLHAS), diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), número total de plântulas vivas (PV) obtidas através de diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso aos 42 dias após semeadura. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	AP (cm)	FOLHAS (unid)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	PV (unid)
Testemunha	13,38	1,35	8,37	1,29	0,37	15,33
CF 30 dias	9,48**	1,56 ^{ns}	7,79 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,19 ^{ns}	9,00 ^{ns}
MA 30 dias	9,07**	1,22 ^{ns}	8,21 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,21 ^{ns}	14,33 ^{ns}
CF 60 dias	5,93**	0,92 ^{ns}	7,25 ^{ns}	0,33**	0,09 ^{ns}	11,66 ^{ns}
MA 60 dias	7,24**	0,98 ^{ns}	7,76 ^{ns}	0,83**	0,29 ^{ns}	8,33 ^{ns}
CF 120 dias	14,93 ^{ns}	1,67 ^{ns}	8,96 ^{ns}	2,54**	0,44 ^{ns}	17,00 ^{ns}
MA 120 dias	13,87 ^{ns}	1,83 ^{ns}	9,14 ^{ns}	2,40**	0,44 ^{ns}	19,00 ^{ns}
CV(%)	4,55	5,30	4,32	4,42	3,67	13,44

** Significativo pelo Teste Unilateral de Dunnett ao nível de significância de 5%, ns: não significativo pelo Teste Unilateral de Dunnett ao nível de significância de 5%. CF = sementes armazenadas em câmara fria, MA = sementes armazenadas em meio ambiente.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

O número de folhas maiores que 2,0 cm na testemunha foi incrementado de 0,706 para 1,35 o que representa um aumento de 91,7% no número de folhas. Pode-se verificar que tanto para número de folhas como para diâmetro do caule, massa de matéria seca de raízes e número de plântulas vivas, não houve efeito dos tratamentos sobre os valores médios observados para as variáveis em relação à testemunha. Pode-se destacar que o diâmetro do

caule foi a variável com menores variações entre as médias observadas, com valores entre 7,22 cm e 9,14 cm (26,59% de variação). Para a massa da matéria seca da parte aérea, pode-se constatar que sementes armazenadas em ambiente e/ou câmara fria por até 30 dias não prejudicaram o desenvolvimento e formação de matéria seca para esse tratamento aos 42 d.a.s.

Por outro lado, a semeadura de material armazenado por 60 dias, por ter coincidido com o período de menor temperatura ambiente, apresentou uma diminuição significativa na matéria seca da parte aérea. Outrossim, a utilização de sementes armazenadas por 120 dias, tanto em câmara fria como em condições de ambiente, propiciaram valores significativamente superiores para essa variável, quando comparados com a testemunha, aos 42 dias após a semeadura.

A altura da planta é uma característica morfológica muito importante na avaliação do vigor de sementes após o período de acondicionamento. No presente estudo, pode-se observar que não houve efeito do sistema de armazenamento sobre a altura de plântulas aos 14 e aos 42 d.a.s. (Tabela 17). Por outro lado, houve um efeito altamente significativo para tempo de armazenamento, ou seja, uma redução na altura das plantas de 30 até 60 d.a.s. e aos 120 d.a.s. observou-se um incremento na altura de plantas.

O fato anteriormente descrito pode ser explicado devido à época de semeadura, conforme já relatado anteriormente na Tabela 15. Assim sendo, deve-se ter muita atenção para o período de semeadura dessa espécie, pois com pequenas variações os efeitos sobre a germinação de sementes são altamente significativos. O trabalho desenvolvido por Tagliani & Zuffellato-Ribas, com três temperaturas para emergência (20, 25 e 30 °C) permitiu verificar que a maior temperatura propiciou os maiores valores de germinação de sementes (40,72%). O vigor da germinação da semente associado à maior temperatura propiciou também os maiores valores de altura de planta. Da mesma forma, Mota et al. (2012), verificaram que o comprimento do hipocótilo de pinhão manso teve o seu crescimento favorecido com a utilização de temperatura na faixa de 25 até 30 °C.

Tabela 17. Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura de plântulas (cm) obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	14 dias	42 dias
Armazenamento (A)	0,2987	0,8562
Dias de armazenamento (D)	0,0002**	0,0000**
A x D	0,6915	0,1503
Câmara fria	7,83 a	10,11 a
Ambiente	7,00 a	10,06 a
30 dias	7,16 b	9,27 b
60 dias	4,02 c	6,58 c
120 dias	11,06 a	14,40 a
CV(%)	13,02	4,89

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Efetuada-se a análise de ambientes e tempo de armazenamento de sementes, pode-se constatar que não houve efeito significativo para ambientes de armazenamento sobre o número de sementes germinadas e número de plântulas vivas aos 42 d.a .s (Tabela 18). No caso de plântulas vivas, constatou-se que houve efeito significativo para o tempo de armazenamento. Assim sendo, o armazenamento por 120 dias proporcionou os maiores valores de plântulas vivas. Tais resultados consistem em um importante indicativo de que a semeadura do pinhão manso para obtenção de mudas deve ser realizada em um período de temperatura adequada, uma vez que são altamente sensíveis às variações ambientais.

Nesse sentido, o trabalho desenvolvido por Horing et al (2011), avaliando a germinação de sementes de pinhão manso, em condições não controladas e com tempos de armazenamento, propiciou resultados de germinação entre 55 e 72 %, em condições de câmara de germinação, com temperaturas de 25 a 30 °C. Por outro lado, verificaram que os lotes armazenados por mais de 66 dias tiveram uma redução da taxa de germinação de sementes devido à redução da qualidade das mesmas durante o armazenamento. Tal fato não foi observado no presente estudo, uma vez que ocorreu exatamente o processo inverso ao trabalho citado, ou seja, a germinação aumentou de 18% (4,66 sementes germinadas) para 40% (10 sementes germinadas) e 72% (18 sementes germinadas) respectivamente com 30, 60

e 120 dias de armazenamento em câmara fria (Tabela 18 a). Tal fato provavelmente ocorreu devido à redução de temperatura, principalmente devido aos valores mínimos dessa variável, os quais foram observados no período anterior a 120 dias de armazenamento e propiciaram a obtenção de valores de germinação baixa em condições naturais. Os resultados obtidos, também encontram respaldo nas afirmações de Neves et al. (2009), que indica que cada espécie possui temperatura ideal (máxima e mínima) para o processo germinativo. Os citados anteriormente observaram que temperaturas constantes de 25°C e 30°C foram adequadas para a germinação de sementes de pinhão manso.

Tabela 18. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de sementes germinadas (SG) aos 14 dias após semeadura e número de plântulas vivas (PV) aos 42 dias após semeadura, obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	SG	PV
Armazenamento (A)	0,6966	0,5377
Dias de armazenamento (D)	0,0001**	0,0080**
A x D	0,0030**	0,1503
Câmara fria	10,88	12,55 a
Ambiente	10,77	13,88 a
30 dias	7,33	11,66 b
60 dias	6,00	10,00 b
120 dias	19,16	18,00 a
CV(%)	16,65	14,13

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Para o número de sementes germinadas, observou-se interação entre ambientes de armazenamento (A) e tempo de armazenamento (D). Desta forma, quando as sementes foram armazenadas em câmara fria, não houve diferença para o número de sementes germinadas entre 30 e 60 dias de armazenamento ou 60 e 120 dias de armazenamento. Por outro lado, quando as sementes foram armazenadas na temperatura ambiente, observou-se uma redução na germinação de 30 para 60 dias de armazenamento e um incremento de 60 para 120 dias de armazenamento (Tabela 18 a). Chaves et al. (2012), em estudos de armazenamento de

sementes de pinhão manso em três ambientes por 12 meses, relatam que a redução da porcentagem de germinação é maior para sementes armazenadas em ambiente e que as sementes armazenadas em câmara refrigerada e câmara climatizada não diferem estatisticamente das sementes não armazenadas quanto à porcentagem de germinação. De acordo com os autores, tal diferença é devida a maiores variações de umidade relativa e temperatura ambiente que promovem maiores alterações nos processos bioquímicos das sementes.

Tabela 18a. Desdobramento da interação dos fatores armazenamento e dias de armazenamento para a variável número de sementes germinadas. Ilha Solteira – SP, 2011.

Armazenamento	Dias de armazenamento		
	30	60	120
Câmara fria	4,67 b B	10,00 ab A	18,00 a A
Ambiente	10,00 b A	2,00 c B	20,33 a A

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

O número de folhas com comprimento superior a 2 cm também é uma variável que expressa o vigor da plântulas submetidas a tratamentos com sistemas de armazenamento e/ou tempo de armazenamento (Tabela 19). Não foi observado efeito significativo para o sistema de armazenamento utilizado em relação ao número obtido de folhas com comprimento maior que 2 cm.

Outrossim, observou-se que aos 14 d.a.s. as sementes mantidas por 60 ou 120 dias em armazenamento proporcionaram os maiores valores de folhas com comprimento maior que 2 cm (Tabela 19). Por outro lado, quando as plântulas foram avaliadas aos 42 d.a.s., verificou-se que a semeadura efetuada em tempo de armazenamento de 30 ou 120 dias proporcionaram maiores valores de número de folhas maiores que 2 cm em relação às sementes armazenadas por 60 dias. A indicação do momento de semeadura do pinhão manso é uma recomendação fundamental para o sucesso da produção de mudas da espécie. O trabalho desenvolvido por Pinto Jr, et al. (2012) enfatiza que variações de temperatura são fundamentais para o processo de germinação e emergência de sementes, os autores verificaram que a semeadura em ambiente com temperatura média de 26° C permitiu a obtenção de uma germinação média de

81% em comparação com 90 dias antes dessa avaliação e que teve uma redução de temperatura e germinação média de 35%. No mesmo trabalho os autores verificaram que o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) que considera a altura da planta, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea e raízes foi significativamente superior para as plântulas emergidas em condições de temperaturas mais altas (IQD: 0,17) quando comparados àquelas temperaturas obtidas nos meses mais frios do ano (IQD: 0,06).

Tabela 19. Valores de p>F e teste de comparação de médias para número de folhas maiores que 2 cm obtidos em função de tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	14 d.a.s	42 d.a.s
Armazenamento (A)	0,1797	0,7786
Dias de armazenamento (D)	0,0366**	0,0005**
A x D	0,0705	0,2551
Câmara fria	0,26 a	1,38 a
Ambiente	0,59 a	1,35 a
30 dias	0,00 b	1,39 a
60 dias	0,58 a	0,95 b
120 dias	0,69 a	1,75 a
CV(%)	15,36	5,47

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Existem várias características morfológicas da planta as quais são utilizadas para avaliar o vigor de emergência de plântulas, entre essas características destaca-se o diâmetro do caule, que exprime o bom desenvolvimento da plântula em função dos fatores bióticos e abióticos. No presente estudo, o armazenamento de sementes em câmara fria ou condições de ambiente não afetaram o desenvolvimento do diâmetro das plântulas, provavelmente pela boa adaptação das sementes nas condições experimentais. No entanto, o tempo de armazenamento afetou o diâmetro do caule, de modo que as sementes armazenadas por 120 dias proporcionaram plântulas com diâmetro superior àquelas armazenadas por 60 dias (Tabela 20). Os resultados também consistem em um indicativo da grande dependência da germinação de sementes e crescimento de plântulas de pinhão manso em relação à temperatura ambiente.

O trabalho desenvolvido por Pinto Jr. et al. (2012) preconiza uma temperatura média de 26 °C para a obtenção de um bom Índice de Qualidade de Dickson (1960), o qual também leva em consideração o diâmetro do coleto. No presente trabalho, a temperatura média esteve na faixa considerada adequada, nos períodos de janeiro a abril e de setembro a dezembro, que são coincidentes com a semeadura efetuada aos 120 dias. Deve-se ressaltar que no trabalho de Pinto Jr, et al (2012), desenvolvido no centro-oeste do Paraná, as temperaturas mínimas sempre foram abaixo de 20 °C , enquanto que no presente estudo, as temperaturas mínimas em um período de 6 meses, foram superiores a esse valor (Figura 5 – citada anteriormente na página 54), o que indica um período maior para a obtenção de mudas de pinhão manso.

Tabela 20. Valores de p>F e teste de comparação de médias para diâmetro do caule (cm) obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	42 dias
Armazenamento (A)	0,3559
Dias de armazenamento (D)	0,0213**
A x D	0,9301
Câmara fria	8,00 a
Ambiente	8,37 a
30 dias	8,00 ab
60 dias	7,51 b
120 dias	9,05 a
CV(%)	4,57

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

A massa da matéria seca, seja da parte aérea ou do sistema radicular, exprime a capacidade da planta em realizar fotossíntese com eficiência, ou seja, transformar a energia luminosa em energia química através da captação de CO₂ da atmosfera, aliada à absorção de água e nutrientes, com temperatura não limitante ao processo (Taiz e Zeiger, 2009).

No trabalho em questão, a massa da matéria seca da parte aérea ou do sistema radicular não foram afetadas pelo sistema de armazenamento. Desta forma, as variações da temperatura do ambiente, em relação àquelas observadas em câmara fria, não foram

suficientes para proporcionarem uma diferença significativa para essa variável (Tabela 21). Por outro lado, o tempo de armazenamento, que no caso do presente trabalho, teve um aspecto fundamental na compreensão dos efeitos da temperatura ambiente sobre o crescimento e desenvolvimento de plântulas de pinhão manso, afetou tanto a massa da matéria seca da parte aérea como a massa da matéria seca das raízes. Assim sendo, o armazenamento por 120 dias propiciou a obtenção de massa da matéria seca da parte aérea superiores àquelas obtidas aos 30 e 60 d.a.s., sendo que a semeadura com 30 dias de armazenamento propiciou valores de massa da matéria seca da parte aérea superiores àqueles obtidos para sementes armazenadas por 60 dias.

Tabela 21. Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa da matéria seca de raízes (MSR) obtidos em função dos tratamentos com diferentes tipos de armazenamento de sementes de pinhão manso. Ilha Solteira – SP, 2011.

FV	MSPA (g)	MSR (g)
Armazenamento (A)	0,1358	0,1440
Dias de armazenamento (D)	0,0000**	0,0009**
A x D	0,0322**	0,1742
Câmara fria	1,3578 a	0,2444 a
Ambiente	1,4778 a	0,3133 a
30 dias	1,1950 b	0,2000 b
60 dias	0,5850 c	0,1933 b
120 dias	2,4733 a	0,4433 a
CV(%)	4,74	3,70

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Para massa da matéria seca das raízes, o armazenamento por 120 dias proporcionou os maiores valores para essa variável quando comparado ao armazenamento por 30 e 60 dias (Tabela 21). Tais resultados concordam com aqueles obtidos para outras características morfológicas da planta e que foram afetadas pela temperatura ambiente. Os valores do Índice de Qualidade de Dickson obtidos no trabalho de Pinto Jr, et al. (2012) tem o maior valor médio de 0,18 enquanto que no presente estudo, o mesmo valor tem a maior média observada

de 0,13. Da mesma forma, os valores % de emergência tem os maiores valores de 90%, enquanto no presente trabalho os maiores valores observados foram de 76,67%.

No caso da massa da matéria seca da parte aérea ocorreu interação entre os fatores sistemas de armazenamento e tempo de armazenamento. Assim sendo, tanto com 30 como com 120 dias de armazenamento, não houve efeito significativo dos tipos de armazenamento sobre a massa da matéria seca da parte aérea (Tabela 21a). Por outro lado, o armazenamento por 60 dias em temperatura ambiente proporcionou os maiores valores de massa de matéria seca da parte aérea.

Tabela 21a. Desdobramento da interação dos fatores armazenamento e dias de armazenamento para a variável massa da matéria seca da parte aérea (g). Ilha Solteira – SP, 2011.

Armazenamento	Dias de armazenamento		
	30	60	120
Câmara fria	1,1967 b A	0,3333 c B	2,5433 a A
Ambiente	1,1933 b A	0,8367 b A	2,4033 a A

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Fonte: Dados de pesquisa da autora.

Quando se avaliaram os sistemas de armazenamento de forma isolada, pode-se constatar que as sementes armazenadas em câmara fria originaram plântulas que proporcionaram a obtenção de massa da matéria seca da parte aérea superiores com armazenamento por 120 dias, o que também foi verificado para o armazenamento processado por 120 dias em condições de temperatura ambiente. Tais resultados foram obtidos provavelmente devido a uma redução na temperatura ambiente, principalmente no período coincidente com o armazenamento por 60 dias. Os resultados obtidos no presente estudo, estão de acordo com as observações de Horing et al (2011) que verificaram que germinação de sementes de pinhão manso foi significativamente reduzida quando se efetuou a semeadura em períodos onde a temperatura mínima média começou a diminuir abaixo dos 20 °C. Assim sendo, existem outros componentes na produção das mudas, como a altura da plântula, diâmetro do coleto e matéria seca da parte aérea e das raízes que são afetadas pela redução da temperatura, o que restringe inclusive a época ideal para a produção de mudas.

6.4 CONCLUSÕES

Utilizando-se o armazenamento por 120 dias em câmara fria ou condições de ambiente, a altura da planta tem valores compatíveis com aqueles verificados para sementes colhidas e imediatamente semeadas.

O armazenamento por 120 dias, coincidente com condições de temperatura ambiente adequada, proporciona altura de planta, porcentagem de sementes germinadas, número de plântulas vivas, massa da matéria seca da parte aérea e das raízes superiores aos outros períodos de armazenamento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A utilização de vermiculita permitiu a obtenção de valores para porcentagem de estacas vivas muito próximas para estacas basais (82,5%), medianas (80,0%) e apicais (60,0%);
- A superioridade das estacas basais em relação às medianas e apicais tem como inconveniente do ponto de vista técnico o não aproveitamento da totalidade dos ramos para a produção de mudas por estaquia.
- O armazenamento de ramos de pinhão manso, em condições ambientes, para posterior estaqueamento pode ser realizado por até 30 dias.
- A enxertia de mesa por garfagem do tipo Inglês Simples é viável para plantas de pinhão manso, podendo ser utilizado com sistema de fixação por barbante ou gaze não havendo necessidade de aplicação de antioxidante no local do corte e utilizando preferencialmente enxertos provenientes da parte apical dos ramos.
- O armazenamento de sementes de pinhão manso pode ser realizado por até 120 dias em condições ambientes ou em câmara fria, desde que estas sejam semeadas em condições de temperatura adequadas à germinação e desenvolvimento (temperaturas maiores que 20°).

REFERÊNCIAS

- AJALA, M. C.; AQUINO, N. F. de; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Efeito do volume do recipiente na produção de mudas e no crescimento inicial de *Jatropha curcas* L. no Oeste Paranaense. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2039-2046, 2012.
- ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A. S. S. R. G.; LOPES, G. N.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S.C.P. Pinhão-manso: uma alternativa para produção de biodiesel na agricultura familiar da amazônia brasileira. **Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v.2, n. 1, p. 57-68, 2008. Disponível em:<<http://revista.ufr.br/index.php/agroambiente/article/view/160>>. Acesso em: 28 mar. 2010.
- ANJOS, J. B. dos; DRUMOND, M. A.; MORGADO, L. B. Enxertia de pinhão bravo com pinhão manso. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIOCOMBUSTÍVEIS: Energia de resultados, 1., 2007, Teresina. **Anais...** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007. 1 CD-ROM.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP – APG. **An ordinal classification for the families of flowering plants**. Disponível em:<<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. Acesso em: 17 fev. 2014.
- ARAUJO, E. C. E.; FILHO, C. H. A. M.; AZEVEDO, D. M. P. de. Interação entre doses de reguladores e consistência do ramo no enraizamento de miniestacas de pinhão-manso. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS DE PINHÃO MANSO, 1, 2009, Brasília, DF.. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Bioenergia, 2009. 1 CD-ROM.
- ARRUDA, F. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; ANDRADE, A. P. de; PEREIRA, W. E.; SEVERINO, L. S. Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) como alternativa para o semi árido nordestino. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 789 – 799, 2004.
- AUGUSTUS, G. D. P. S.; JAYABALAN, M.; SEILER, G. J. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. **Biomass and Bioenergy**, Kidlington, v. 23, 161 – 164, 2002.
- AVELAR, R. C.; DEPERON JÚNIOR, M. A.; DOURADO, D. C.; QUINTILIANO. A. A.; DANFA, S.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P. Produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 2, 2005, Varginha. **Anais...** Lavras: UFLA, 2005. p. 298-301
- AVELAR, R. C.; CASTRO, R. P.; ARAÚJO, J. C. de; JUNCO, B. B.; DOURADO, D. C.; MARCONATO, F. E.; UFLA, F. A. C.; CASTRO NETO, P. Viabilidade de mudas provenientes de manivas de diferentes diâmetros de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2., 2007, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: MCT/ABIPTI, 2007.

- AVELAR, R. C.; SILVA, F. M.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A. C. Avaliação do desenvolvimento de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) do banco de germoplasma da UFLA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 5, 2008, Varginha. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008. p. 2796-2801.
- AZEVEDO, H. Pinhão manso é lançado pelo presidente Lula como opção para o biodiesel: vegetal é de fácil cultivo. **Hoje em Dia**, Brasília, DF, 8 a 14/01/2006.
- BARROS, A. P. B. Vias de propagação do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4, Varginha **Anais...** Lavras: UFLA, 2007.
- BORÉM, A. Sistemas reprodutivos das espécies cultivadas (reprodução assexual). In _____. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: Ed. UFV, 1997. p. 36-37.
- BORGES, P. C. F.; COLLAÇO JUNIOR, J. C.; SCARPARO, B.; NEVES, M. B.; CONEGLIAN, A. Caracterização da curva de embebição de sementes de pinhão manso. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. n. 13. 2009.
- BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília, DF: STI, 1985. 364 p. (Brasil. MIC. Documentos, 16).
- BRITO, J. F. **Efeito da poda no desenvolvimento de pinhão manso (*Jatropha curcas* L) nas condições de Gurupi - Tocantins**. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2008.
- CAÑIZARES, K. A..L, SANTOS, H. S.; GOTO, R. **Enxertia em hortaliças**. São Paulo: Ed. Da Unesp, 2003. p. 11, 21-23, 25-27.
- CARELS, N. *Jatropha curcas*: a review. In: KADER, J. C.; DELSENY, M. (Ed.) **Advances in botanical research**. New York: Academic Press, 2009. p. 39-86
- CENTURION, J. F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v. 10, n. 1, p. 57-61, 1982.
- CÉSAR, H. P. **Manual prático de enxertia**. São Paulo: 1982. p. 9-11.
- CHAVES, T. H.; RESENDE, O.; SIQUEIRA, V. C.; ULLMANN, R. Qualidade das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) durante o armazenamento em três ambientes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1653-1662, 2012.
- CORTESÃO, M. **Culturas tropicais: plantas oleaginosas**. Lisboa: Clássica, 1956. 231 p.
- COSTA, M. J. C. **Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.): aspectos sócioeconômicos e a fisiologia de sementes**. 2009. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.

DIAS, L. A. S.; LEME, L. P.; LAVIOLA, B. G.; PALLINI FILHO, A.; PEREIRA, O. L.; CARVALHO, M.; MANFIO, C. E.; SANTOS, A. S.; SOUSA, L. C. A.; OLIVEIRA, T. S.; DIAS, D. C. F. S. **Cultivo de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.): para produção de óleo combustível.** Viçosa: Ed. UFV, 2007. 40 p.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, West, n. 36, v. 1, p. 10-13, 1960.

DURÃES, F. O.; LAVIOLA, B. **Pinhão manso:** Matéria-prima potencial para produção de biodiesel no Brasil, 2009. Disponível em: <
<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/ADM-1%20Pinhao-manso%20-%20materia-prima%20potencial%20para%20producao%20de%20biodiesel%20no%20Brasil.doc> >.
 Acesso em: 27 maio 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Pesquisadores investem no pinhão manso em Tocantins.** Tocantins: Embrapa, 2008. Disponível em:
 <www.embrapa.br/.../pesquisadores-investem-no-pinhao-manso-do-tocantins/>. Acesso em:
 28 mar. 2010.

FACIROLLI, A. M.; OLIVEIRA, V. A.; GONZAGA, L. A. de M.; BRANDÃO, D. R.; FIDELIS, R. R. Crescimento inicial de genótipos de pinhão manso reproduzidos assexuadamente. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 79-84, 2012.

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

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

FEIKE, T.; WEIS, K.; CLAUPEIN, W.; MUELLER, J. Propagation of physic nut (*Jatropha curcas* L.) on Leyte Island, Philippines. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 2007, **Proceedings...** Witzenhausen: University of Kassel/ University of Göttingen, 2007. p.1-6.

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

FOGAÇA, C. A.; SILVA, L. L.; POLIDORO, J. C.; BREIER, T. B.; LELES, P. S. S. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de *Jatropha curcas* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha. **Anais...** Varginha: Universidade Federal de Lavras, 2007. p. 1351-1357.

FRANKEN, Y. J.; NIELSEN, F. **The *Jatropha* handbook, from cultivation to application.** Chapter 2: plantation establishment and management. FACT Foundation, p. 9-27, 2010. Disponível em:<

http://www.jatropha.pro/PDF%20bestanden/FACT_Foundation_Jatropha_Handbook_2010.pdf> Acesso em: 25 maio 2011.

FRIGO SATO, M.; BUENO, O. C.; ESPERANCINI, M. S. T.; FRIGO, E. P.; KLAR, A. E.; Análise energética do primeiro ano de cultivo do pinhão manso em sistema irrigado por gotejamento; **Irriga**, Botucatu, v. 13; n. 2; p. 261-271, 2008.

GAIKWAD, R. S. Vegetative propagation os *Jatropha* species by stem cuttings. **Current Botany**, Vidyanagar, v. 2, n. 1, p. 39-40, 2011.

GABRIEL, D. **Pragas do pinhão manso (*Jatropha curcas*)**. Campinas: Instituto Biológico, 2008. Disponível em : <www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php?id_artigo=91>. Acesso em: 28 mar. 2010.

GUIMARÃES, A. S. **Crescimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e quantidades de fertilizantes**. 2008. 92 f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

GOVAERTS, R., FRODIN, D. G.; RADCLIFFE-SMITH, A. **World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae)**. Kew: Royal Botanical Gardens, 2000. 4 v.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2004. 880 p.

HELLER, J. **Physic nut. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 66 p.

HÖRING, C. F.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Armazenamento não Controlado na qualidade de sementes de *Jatropha curcas* L. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 521-526, 2011.

KORNDÖRFER, G. H.; PRIMAVESI, O.; DEUBER, R. Crescimento e distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar em solo LVA. **Boletim Técnico Copersucar**, Piracicaba, v. 47, p. 32-36, 1989.

KUMARI, M.; PATADE, V.Y.; ARIF, M.; AHMED, Z. Effect of IBA on seed germination, sprouting and rooting in cuttings for mass propagation of *Jatropha curcas* L. strain DARL-2. **Research Journal Agriculture Biological Science**, New York, , n. 6, v. 6, p. 691-696, 2010.

LIMA, R. L. S. ; SEVERINO, L. S.; PEREIRA, W. E.; LUCENA, A. M. A. de; GHEYI, H. R.; ARRIEL, N. H. C. Comprimento das estacas e parte do ramo para formação de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 11, p. 1234-1239, 2010.

MAES, W. H.; TRABUCCO, A.; ACHTEN, W. M. J.; MUYS, B. Climatic growing conditions of *Jatropha curcas* L. **Biomass Bioenergy**, Kidlington, v. 33, n. 10, p. 1481–1485, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução normativa nº 4 de 14 de janeiro de 2008**. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 29 abr. 2010.

MARTINS, C. C.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H. Umedecimento do substrato na emergência e vigor de plântulas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 224-230, 2009.

MELO, J. C.; BRANDER JUNIOR, W.; CAMPOS, R. J. A.; PACHECO, J. G. A.; SCHULER, A. R. P.; STRAGEVITCH, L. **Avaliação preliminar do potencial do pinhão manso para a produção de biodiesel**. Disponível em: <http://portal.ftc.br/bioenergia/wp-content/uploads/2010/05/Artigo_6.pdf> Acesso em: 28 mar. 2010.

MORAES, V. H. F. ; VALOIS, A. C. C. **Produção de sementes clonais ilegítimas para porta- enxertos de seringueira (*Hevea spp.*)**. Manaus: Embrapa/CNP Seringueira e Dendê, Manaus, (9):1-8, 1979. (Comunicado Técnico, 9).

MOREIRA, E. R. **Métodos de propagação do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2013. 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Especialidade em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2013.

MOTA, L. H.; HEINZ, R.; GARBIATE, M. V.; SCALON, S. P. Q.; CREMON, T. VIEGAS NETO, A. L. Efeito da temperatura e tratamentos pre germinativos na germinação e vigor de plantas de *Jatropha curcas*. **Biotemas**, Florianópolis, v. 25, n. 3, p. 29-37, 2012.

NAMBISON, K. M. P.; SUBHAIAH, R.; RAJSEKARAN, K.; MANIVEL, L. Effect of age of wood time and growth regulators on rooting of cuttings of *N. olender*. **South Indian Horticulture**, Tami Nabu, v. 25, n. 4, p. 151-153, 1977

NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C. C.; AZEVEDO, M. C. B. ; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção das mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de cácia-negra. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 897-905, 2005.

NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; MARTINS, E. R.; NUNES, U. R. Padronização do teste de germinação para sementes de Pinhão Manso. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 76-80, 2009.

NOOR CAMELLIA, N. A.; THOHIRAH, L. A.; ABDULLAH, N. A. P.; MOHD KHIDIR, O. Improvement on rooting quality of *Jatropha curcas* using indole butyric acid (IBA). **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, Jordan, v. 5, n. 4, p. 338-343, 2009.

OHTO, M.; ONAI, K.; FURUKAWA, Y.; AOKI, E.; ARAKI, T.; NAKAMURA, K. Effects of sugar on vegetative development and floral transition in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 127, n. 1, p. 252–261, 2001.

OPENSAHW, K. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. **Biomass and Bioenergy**, Kidlington, v. 19, p. 1–15, 2000.

PAIVA NETO, V. B.; BRENHA, J. A. M.; FREITAS, F. B.; ZUFFO, M. C. R.; ALVAREZ, R. de C. F. Aspectos da biologia reprodutiva de *Jatropha curcas* L. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 558-563, 2010.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; FLUMIGNAN, D. L.; ZOLIN, C. A.; BARBOZA Jr., C. R. A.; PIEDADE, S. M. S. Crescimento e qualidade de mudas de pinhão-manso produzidas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 37 - 46, 2011.

PEER, A. van. **Growing *Jathopha***. 2010. Disponível em :<
<http://www.jatropha.pro/PDF%20bestanden/Growing%20Jatropha%20manual%2003%20published.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2012.

PEIXOTO, A.R. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. 284 p.

PEREIRA, M. D.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. A. S. Germinação de sementes de Pinhão-manso (*Jatropha curcas*L.) em diferentes temperaturas e substratos. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 2, 2007, Brasília, DF. **Anais...** Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2007/agricultura/47.pdf> >. Acesso em: 05 fev.2013.

PINHÃO MANSO. **Aspectos gerais da cultura da *Jatropha curcas***. Disponível em: <<http://www.pinhaomanso.com.br/cultura.html>>. Acesso em: 8 abr. 2010.

PINTO JUNIOR, A. S.; GUIMARÃES, V. F.; DRANSKI, J. A. L.; STEINER, F.; MALAVASI, M. de M.; MALAVASI, U. C. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 636-643, 2012.

PUTTEN, E. van der; FRANKEN, Y. J., JONGH, J. de. **Manual de *Jatropha*** – Versión en Español. Sección 1: Datos generales de la *Jatropha*. FACT Foundation, p. 7-14, 2009. Disponível em:<
<http://www.jatropha.pro/PDF%20bestanden/FACT%20Jatropha%20Handbook%20-%20Espanol.pdf>> Acesso em: 25 maio 2013.

RADMANN, E. B.; FACHINELLO, J. C.; PETERS, J. A. Efeito de auxinas e condições de cultivo no enraizamento in vitro de porta-enxerto de macieira ‘M-9’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 624-628, 2002.

RIJSSENBECK, W. ***Jatropha Handbook***: first draft. *Jatropha* planting manual. FACT Foundation, 2006. p.14-23.

- RODRIGUES, B. M.; ARCOVERDE, G. B.; ANTONINO, A. C.; SANTOS, M.G . Water relations in physic nut according to climatic seasonality, in semiarid regions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 9, p. 1112-1115, 2011.
- SAIRANEN, I.; NOVÁK, O.; PENCÍK, A.; IKEDA, Y.; JONES, B.; SANDBERG, G.; LJUNG, K. Soluble carbohydrates regulate auxin biosynthesis via PIF proteins in Arabidopsis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 24, n. 12. p. 4907-4916, 2012.
- SANTOS, M. J.; MACHADO, I. C. ; LOPES, A. V. Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em caatinga, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 361-373. 2005.
- SATURNINO, H.M.; PACHECO, D.D.; KAKIDA, J.; TOMINAGA, N.; GONÇALVES, N.P. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-74, 2005.
- SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; LEÃO, A. B.; BELTRÃO, N. E. M. **Formação do sistema radicular de plantas de pinhão manso propagadas por mudas, estacas e sementes**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007a. 5 p. (Embrapa Algodão. Comunicado técnico, 348).
- SEVERINO, L. S.; VALE, L. S.; BELTRÃO, N. E. M. A simple method for measurement of *Jatropha curcas* leaf área. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Ffibrosas**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 9-14, 2007 b.
- SILVA, A. J. R. **Recomendação técnica da cultura de *Jatropha curcas* L. (Pinhão manso) para a produção de biocombustível no Distrito Federal**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade de Brasília, Planaltina,
- SILVA, P. H. M. **Sistemas de propagação de mudas de essências florestais**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2005. Disponível em: <<http://www.ipef.br/silvicultura/producaomudaspropagacao.asp>>. Acesso em: 22 set. 2013.
- TAGLIANI, M. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Germinação de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) sob diferentes substratos e temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS DE PINHÃO MANSO, 1., 2009, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Agroenergia, 2009. p. 1-5.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.
- WEBSTER, G. L. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 81, p. 33-144, 1994.
- ZHENG, Y. L.; FENG, Y.L.; LEI, Y. B.; YANG, C. Y. Different photosynthetic responses to night chilling among twelve populations of *Jatropha curcas*. **Photosynthetica**, Prague, v. 47, n. 4, p. 559-566, 2009.

ZONTA, J. B.; ARAUJO, E. F.; ARAUJO, R. F.; DIAS, L. A. dos S. Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 33, n. 4, p. 721-731, 2011.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST**: sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: DMEC/IFM/UFPel, 1987. 138 p.

ANEXO I

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
GABINETE DO MINISTRO

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 4, DE 14 DE JANEIRO DE 2008

O MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 2º, do Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004, considerando:

- a) o disposto no art. 47 da Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003 e no art. 16, do seu Regulamento, aprovado pelo Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004;
- b) a demanda por material de propagação para o estabelecimento de cultivos comerciais de *Jatropha curcas* L., comumente denominada de pinhão manso, gerada pela demanda por óleos vegetais para atender o programa brasileiro de biodiesel;
- c) o fato da espécie *Jatropha curcas* L. ainda não ter sido totalmente domesticada e não existir nenhum programa de melhoramento genético que tenha resultado em ao menos uma cultivar;
- d) o fato da cultura de *Jatropha curcas* L. não possuir um sistema de produção minimamente validado a campo, para que se possa recomendar a forma de propagação e condução; e
- e) o que consta do Processo nº 21000.009477/2007 - 13, resolve:

.Art. 1º Autorizar a inscrição no Registro Nacional de Cultivares - RNC da espécie *Jatropha curcas* L. (Pinhão Manso), sem a exigência de mantenedor, com as informações constantes do anexo I.

.Art. 2º A produção e a comercialização de sementes ou de mudas de pinhão manso, obedecidos aos dispositivos da Lei nº 10.711/2003, seu Regulamento e Normas Complementares, ficam condicionadas à assinatura de Termo de Compromisso e Responsabilidade, constando as limitações da cultura, conforme modelo constante do Anexo II.

Parágrafo único. O Termo de Compromisso e Responsabilidade será firmado entre o produtor de material de propagação vegetal e o agricultor, e será exigido até que o MAPA estabeleça os padrões de identidade e de qualidade para o material de propagação vegetal de *Jatropha curcas* L.

.Art. 3º O Produtor de material de propagação vegetal encaminhará ao órgão de fiscalização da unidade da federação de sua inscrição no RENASEM cópia dos Termos de Compromisso e Responsabilidade nos prazos estabelecidos no inciso X, do subitem 5.2, das Normas para Produção e Comercialização e Utilização de Sementes, aprovadas pela Instrução Normativa nº 9, de 2 de junho de 2005.

.Art. 4º O descumprimento do disposto nos artigos 2º e 3º implicará as sanções previstas na Lei nº 10.711/2003 e seu Regulamento aprovado pelo decreto nº 5.153/2004.

.Art. 5º Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

REINHOLD STEPHANES

ANEXO I

Espécie: *Jatropha curcas* L.

Nome comum da espécie: Pinhão Manso

1. Principais características morfológicas, biológicas e/ou fisiológicas da espécie:

Arbusto grande, pertencente à família das euforbiáceas, de crescimento rápido, cuja altura normal é dois a três metros, mas pode alcançar até cinco metros em condições especiais. O diâmetro do tronco é de aproximadamente 20 cm; possui raízes curtas e pouco ramificadas,

caule liso, de lenho mole e medula desenvolvida, mas pouco resistente; floema com longos canais que se estende até as raízes, nos quais circula o látex, suco leitoso que corre com abundância de qualquer ferimento. O tronco ou fuste é dividido desde a base, em compridos ramos, com numerosas cicatrizes produzidas pela queda das folhas na estação seca, as quais ressurgem logo após as primeiras chuvas (Cortês, 1956; Brasil, 1985). Ainda de acordo com Cortês (1956) e Brasil (1985), as folhas do pinhão são verdes, esparsas e brilhantes, largas e alternas, em forma de palma com três a cinco lóbulos e pecioladas, com nervuras esbranquiçadas e salientes na face inferior. Floração monóica, apresentando na mesma planta, mas com sexo separado, flores masculinas, em maior número, nas extremidades das ramificações e femininas nas ramificações, as quais são amarelo-esverdeadas e diferencia-se pela ausência de pedúnculo articulado nas femininas que são largamente pedunculadas. O fruto é capsular ovóide com diâmetro de 1,5 a 3,0 cm, trilobular com uma semente em cada cavidade, formado por um pericarpo ou casca dura e lenhosa, indeiscente, inicialmente verde, passando a amarelo, castanho e por fim preto, quando atinge o estágio de maturação. Contém de 53 a 62% de sementes e de 38 a 47% de casca, pesando cada uma de 1,53 a 2,85 g. A semente é relativamente grande; quando secas medem de 1,5 a 2 cm de comprimento e 1,0 a 1,3 cm de largura; tegumento rijo, quebradiço, de fratura resinosa. Debaixo do involúcro da semente existe uma película branca cobrindo a amêndoa; albúmen abundante, branco, oleaginoso, contendo o embrião provido de dois largos cotilédones achatados. A semente de pinhão, que pesa de 0,551 a 0,797 g, pode ter, dependendo da variedade e dos tratamentos culturais, etc, de 33,7 a 45% de casca e de 55 a 66% de amêndoa. Nessas sementes, segundo a literatura, são encontradas ainda, 7,2% de água, 37,5% de óleo e 55,3% de açúcar, amido, albuminóides e materiais minerais, sendo 4,8% de cinzas e 4,2% de nitrogênio. Segundo Silveira (1934), cada semente contém 27,90 a 37,33% de óleo e na amêndoa se encontra de 5,5 a 7% de umidade e 52,54 a 61,72% de óleo. Para Braga (1976) as sementes de pinhão manso encerram de 25 a 40% de óleo inodoro e fácil de extrair por pressão. Segundo Peckolt (sd) este óleo, com peso específico a + 19°R = 0,9094 e poder calorífico superior a 9,350 kcal/kg (Brasil, 1985), é incolor, inodoro, muito fluído, porém deixa precipitar-se a frio e congela-se a alguns graus acima de zero; é solúvel na benzina e seus homólogos, insolúvel no álcool a 96°C e solúvel em água. Destroi-se a toxidez, aquecido a 100°C, em solução aquosa com apenas 15 min. de calor.

2. Região de adaptação:

O pinhão manso adapta-se bem, em termos produtivos, em regiões com precipitação pluviométrica média de 1.500 mm anuais, com período seco de quatro meses no máximo.

3. Comportamento às pragas:

Ácaro branco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) - muito suscetível

Ácaro vermelho (*Tetranychus mexicanus*) - suscetível

Trips (*Thrips tabaci*) - suscetível

Percevejo (*Pachycoris torridus*) - suscetível

Cigarrinha verde (*Empoasca* sp.) - altamente suscetível

Oídio ou mofo branco (*Oidium hevea* Steinm) - suscetível

Mancha foliar de *Cercospora* - suscetível

Podridão das raízes - suscetível

Seca descendente (*Lasiodiplodia theobromae*) - muito suscetível

ANEXO II

Termo de Compromisso e Responsabilidade _____

(identificação do produtor: nome, CPF, carteira de Identidade, número de inscrição o RENAMEM), neste

ato denominado simplesmente COMPROMISSADO PRODUTOR, e;

_____ (identificação do agricultor adquirente: nome, CPF, carteira de Identidade, endereço da propriedade onde será instalado o cultivo comercial), neste ato denominado simplesmente COMPROMISSADO AGRICULTOR.

Considerando que em diversos países da América, África e Ásia há programas oficiais ou iniciativas particulares incentivando o plantio de pinhão manso para produção de óleo, sempre visando aos biocombustíveis, mas em nenhum deles o pinhão manso é uma cultura tradicional, nem existem lavouras bem estabelecidas (com pelo menos 5 anos) onde se possa confirmar sua produtividade e rentabilidade de forma confiável;

Considerando que seja no Brasil ou em outros países, não foram encontrados relatos de experimentos com validade científica de longa duração que informem sobre a produtividade do pinhão manso em condições de campo; há somente estimativas feitas sem metodologia adequada ou por métodos questionáveis, tais como extrapolar a produção de uma planta isolada para produtividade em uma lavoura comercial; a maior parte dos trabalhos científicos sobre pinhão manso são estudos de laboratório ou casa de vegetação sobre temas específicos, como fisiologia, toxicidade de suas partes, produção de mudas, tecnologia de sementes, transesterificação do óleo etc;

Considerando que o pinhão manso ainda não foi totalmente domesticado e não existe nenhum programa de melhoramento genético bem estabelecido no mundo que tenha resultado em, ao menos, uma cultivar que pudesse ser cultivada com maior segurança;

Considerando que a cultura não possui um sistema de produção minimamente validado a campo, para que se possa recomendar a forma de propagação (sementes, estacas, mudas), a população de plantio, adubação, como e quando podar, como e quando fazer a colheita etc;

Considerando que em observações preliminares, que estão sendo feitas em lavouras cultivadas em diversas regiões do Brasil, nota-se que a planta é muito atacada por pragas (virose, oídio nas folhas, caules e flores, fusariose, podridão do sistema radicular, cigarrinha, ácaro branco, tripses, broca do tronco, percevejo, cupim e outras);

Considerando que a maturação dos frutos é muito desuniforme, o que obriga os produtores a realizar inúmeras passagens na lavoura durante a fase de produção, podendo aumentar significativamente os custos de produção;

Considerando que apesar de existirem plantações em áreas extensas estabelecidas no país, ainda não há dados sobre a viabilidade técnico-econômica desta cultura;

Considerando a inexistência de informações técnicas que permitam o estabelecimento dos padrões mínimos necessários para produção e comercialização de sementes ou de mudas, tais como: isolamento, espaçamento, plantas atípicas, percentagem de germinação, prazo de validade do teste de germinação, percentagem de sementes puras, sementes nocivas, sementes de outras espécies, sementes silvestres, padrões fitossanitários e padrões de qualidade e identidade das mudas; e

Considerando a necessidade de informar aos usuários de material de propagação quanto às características

da espécie *Jatropha curcas* L.

FIRMAM perante o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o presente Termo de Compromisso e Responsabilidade.

DO OBJETO

Cláusula Primeira - O presente Termo refere-se à produção e à comercialização de material de propagação vegetal de pinhão manso pelos COMPROMISSADOS, produtor e agricultor adquirente do material de propagação vegetal.

DO COMPROMISSO DO PRODUTOR

Cláusula Segunda - O COMPROMISSADO PRODUTOR dá ciência ao agricultor adquirente de que _____ (quantidade de sementes ou mudas) de pinhão manso, objeto da presente transação, constituem material de propagação vegetal que ainda não dispõe de padrões de identidade e de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, bem como das demais limitações técnicas mencionadas no presente termo.

Parágrafo único. O COMPROMISSADO PRODUTOR sujeita-se, ainda, sob sua exclusiva responsabilidade, a arcar com os atributos de identidade, pureza e germinação acordados com o agricultor adquirente.

DO COMPROMISSO DO AGRICULTOR

Cláusula Terceira - O COMPROMISSADO AGRICULTOR declara ciência do disposto na cláusula anterior e assume a responsabilidade de arcar com os ônus decorrentes do acordo firmado com o COMPROMISSADO PRODUTOR relativo aos atributos de identidade, pureza e germinação.

DAS OBRIGAÇÕES COM O MAPA

Cláusula Quarta - OS COMPROMISSADOS obrigam-se a fornecer informações relativas aos cultivos que permitam, ao MAPA ou as entidades de pesquisa por ele indicadas, o monitoramento dos plantios com o objetivo de levantar dados necessários ao estabelecimento de padrões de identidade e qualidade.

DAS EXIGÊNCIAS LEGAIS

Cláusula Quinta - Todo produto passível de ser utilizado como material de propagação vegetal quando desacompanhado de nota fiscal que comprove a sua destinação à indústria, deverá estar acompanhado do presente Termo de Compromisso e Responsabilidade.

DAS SANÇÕES PELO DESCUMPRIMENTO

Cláusula Sexta - OS COMPROMISSADOS, em caso de descumprimento do estabelecido nesta Instrução Normativa, sujeitam-se às sanções previstas na Lei nº 10.711 de 05 de agosto de 2003 e seu Regulamento aprovado pelo Decreto nº 5.153 de 23 de julho de 2004.

E por estarem de acordo firmam o presente em duas vias de igual teor e forma para todos os fins legais.

Local e Data:

COMPROMISSADO PRODUTOR

COMPROMISSADO AGRICULTOR

D.O.U., 15/01/2008 - Seção 1ºp