

AMANDA DE ARAUJO LIMA

TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

GARANHUNS,
PERNAMBUCO - BRASIL
SETEMBRO - 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

AMANDA DE ARAUJO LIMA

SOB ORIENTAÇÃO DA PROFESSORA Dra.
EDILMA PEREIRA GONÇALVES

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Produção Agrícola, para obtenção do título de *Mestre*.

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
SETEMBRO - 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO AGRÍCOLA

TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

AMANDA DE ARAUJO LIMA

GARANHUNS
PERNAMBUCO - BRASIL
SETEMBRO - 2014

Ficha Catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG

L732t Lima, Amanda de Araujo
Tecnologia de sementes de *pachira aquatica* Aubl./
Amanda de Araujo Lima.- Garanhuns, 2014.

76 fs.

Orientador: Edilma Pereira Gonçalves
Dissertação (Mestrado em Produção Agrícola) -
Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade
Acadêmica de Garanhuns, 2014.

Inclui anexo e bibliografias

CDD: 631.521

1. Produção de Sementes
 2. Secagem - Germinação
 3. Enraizamento
 4. Salinidade
 5. Estudos quantitativos
- I. Gonçalves, Edilma Pereira
 - II. Título

TECNOLOGIA DE SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

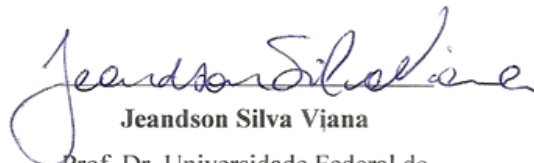
AMANDA DE ARAUJO LIMA

APROVADO EM: 30 DE SETEMBRO DE 2014



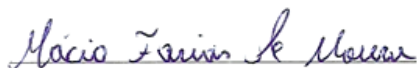
Rosa Honorato de Oliveira

Profa. Dra. Universidade Federal de
Pernambuco UFRPE/UAST



Jeandson Silva Viana

Prof. Dr. Universidade Federal de
Pernambuco UFRPE/UAG



Mácio Farias de Moura

Prof. Dr. Universidade Federal de
Pernambuco UFRPE/UAG



Edilma Pereira Gonçalves

Profa. Dra. Universidade Federal de
Pernambuco UFRPE/UAG

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, exemplos de dedicação e amor.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, por me conceder sabedoria e força para enfrentar todos os obstáculos, e pela concretização de mais um sonho.

Aos meus pais Aginaldo Lima e Zenaide Lima e ao meu irmão Alex Lima, por todo apoio, confiança, incentivo e amor em todos os momentos.

A minha orientadora, Edilma Pereira Gonçalves, pela orientação, apoio, confiança, ensinamentos, amizade e carinho durante todos esses anos de orientação; a minha eterna gratidão. Ao professor Jeandson Silva Viana, pelo apoio, atenção e amizade.

A Roberta Sales Guedes, pelo apoio, atenção e disponibilidade para coleta de material.

Aos membros da banca avaliadora pela disponibilidade e contribuições feitas para melhoria deste trabalho.

Aos que fazem parte da equipe do Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da UFRPE/UAG, Lidiana Ralph, Priscila Souto e Clécio Silva, pela colaboração, amizade e apoio na realização deste trabalho.

As amigas Cathylen Almeida e Dayane Oliveira pela amizade, companheirismo, e apoio em todos os momentos.

A Jailson Silva pela amizade e disponibilidade na coleta dos frutos.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG), Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola pela oportunidade que me foi concedida de fazer parte deste programa.

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

Muito Obrigada!

BIOGRAFIA

Amanda de Araujo Lima, filha de Aguinaldo Rodrigues de Lima e Zenaide de Araujo Lima, nasceu em Garanhuns-Pernambuco, em 06 de janeiro de 1989.

Em 2012, formou-se no curso de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e ingressou no Programa de Pós-graduação em Produção Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns UFRPE/UAG, em Garanhuns-PE, sob a orientação da professora doutora Edilma Pereira Gonçalves, defendendo a dissertação em 30 de setembro de 2014.

Durante o período em que foi aluna do Mestrado publicou 11 resumos expandidos e submeteu 5 artigos em periódicos especializados. Também participou de 1 banca examinadora de trabalho de conclusão de curso de graduação em Agronomia.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	1
GENERAL SUMMARY	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6

CAPÍTULO I

SECAGEM DE SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

RESUMO	9
SUMMARY	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Local do experimento	14
2.2 Colheita e beneficiamento das sementes	14
2.3 Secagem das sementes	14
2.4 Características avaliadas	14
2.5 Análise estatística e delineamento experimental	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4. CONCLUSÕES	27
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

CAPÍTULO II

ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DAS SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

RESUMO	34
SUMMARY	35
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 Local do experimento	39
2.2. Colheita e beneficiamento das sementes	39
2.3 Estresse salino	39
2.4 Características avaliadas	39
2.5 Análise estatística e delineamento experimental	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4. CONCLUSÕES	48
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

CAPÍTULO III

PROMOTORES DE ENRAIZAMENTO NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

RESUMO	54
SUMMARY	55
1. INTRODUÇÃO	56

2. MATERIAL E MÉTODOS	59
2.1 Local do experimento	59
2.2 Colheita e preparação das estacas	59
2.3 Extratos vegetais	59
2.4 Características avaliadas	60
2.5 Análise estatística e delineamento experimental	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4. CONCLUSÕES	71
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

RESUMO GERAL

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes - (LAS) da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns UFRPE/UAG, em Garanhuns-PE. Os frutos e as estacas de *Pachira aquatica* Aubl. foram coletados de cinco árvores matrizes localizadas na UFRPE/UAG, com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *P. aquatica* submetidas à secagem, ao estresse salino, e a influência de extratos vegetais no enraizamento das estacas. No primeiro experimento foi realizado à secagem das sementes sob temperatura de 35 °C, pelos seguintes períodos de exposição: 0 (sem secagem), 24, 48, 72 e 96 horas; e avaliados o teor de água, germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento e massa seca da raiz e parte aérea das plântulas. No segundo experimento foi realizada a simulação do estresse salino utilizando-se como soluto o cloreto de sódio (NaCl), nas concentrações de 0,0 (controle); 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0 dS.m⁻¹ diluídas em água destilada e deionizada, posteriormente as sementes foram postas para germinar nas temperaturas de 25 °C e 30 °C. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, e foram avaliadas a porcentagem de germinação, IVG, comprimento de plântulas (raiz e parte aérea) e massa seca da parte aérea. O terceiro experimento foi realizado o enraizamento de estacas de *P. aquatica* imersas em extrato de *Salix babylonica* e *Cyperus rotundus* nas concentrações de 0, 10, 25, 50 e 100%, cada, e imersão em fertilizante comercial Forth[®]. Após 60 dias do plantio das estacas foram realizadas as avaliações de porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes/estaca, número de brotações, número de folhas, número de estacas com brotações e massa seca das folhas. As sementes da espécie *Pachira aquatica* são dispersas com teor de água muito elevado (55%), e uma pequena redução nesse valor compromete sua qualidade fisiológica, permitindo caracterizar as sementes desta espécie como recalcitrantes. O aumento da concentração salina no substrato reduz a germinação e o vigor das sementes de *P. aquatica*, principalmente quando as sementes são submetidas a temperatura de 25 °C. As sementes de *P. aquatica* são tolerantes a salinidade, sob temperatura de 30 °C, com redução na germinação das sementes em concentrações acima da concentração de 6,0 dS.m⁻¹. A *P. aquatica* é uma espécie de fácil enraizamento, não sendo necessário o uso de fitohormônio e fertilizante comercial Forth[®]. A aplicação de extratos de folhas de *Cyperus rotundus* e de *Salix babylonica* não se constitui uma alternativa viável na produção de mudas de *P. aquatica*.

Palavras-chave: sementes recalcitrantes, secagem, salinidade, enraizamento

GENERAL SUMMARY

The experiments were carried out at the Laboratory of Seed Analysis - (LSA) of the Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns UFRPE/UAG in Garanhuns-Pernambuco. The fruits and the stakes of *Pachira aquatica* Aubl. were collected from five mother trees located on the campus of UFRPE/UAG, aiming to evaluate the physiological quality of seeds of *P. aquatica* subjected to drying, and salt stress, and the influence of plant extracts the rooting of *P. aquatica* to contribute to scientific and technical knowledge to deploy this new oilseed areas in the state of Pernambuco. The first experiment was conducted with seed drying at temperature of 35 °C, the following exposure periods of 0 (without drying), 24, 48, 72 and 96 hours; and evaluated the water content, germination, first count and rate of germination rate, length and dry weight of roots and shoots of seedlings. Data were subjected to analysis of variance and regression. The second experiment simulation of salt stress was performed using as solute sodium chloride (NaCl) at concentrations of 0,0 (control); 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 and 15,0 dS.m⁻¹ diluted in distilled and deionized water, then the seeds were germinated at temperatures of 25 °C and 30 °C. The experimental design was completely randomized, and evaluated the germination percentage, speed of germination, seedling length (root and shoot) and dry mass of shoots. In the third experiment the rooting of *P. aquatica* immersed in water, immersion in commercial fertilizer Forth[®], immersion extract of *Salix babylonica* (10, 25, 50 and 100%) and immersion in extract of *Cyperus rotundus* was performed (10, 25, 50 and 100%). Treatments were arranged in completely randomized design, and 60 days after planting the cuttings were conducted evaluations of rooting percentage, number of roots/cuttings, number of shoots, number of leaves, number of cuttings with shoots and dry weight leaves. The seeds of *Pachira aquatica* species are scattered with very high water content (55%), and a small reduction in value commits physiological quality, allowing the characterization of the seeds of this species as recalcitrant. Increasing the salt concentration in the substrate reduces the germination and seed vigor *P. aquatica*, especially when the seeds are subjected to a temperature of 25 °C. *P. aquatica* seeds are tolerant to salinity, temperature under 30 °C, with a reduction in seed germination at concentrations above the concentration of 6.0 dS.m⁻¹. The *P. aquatica* is an easy to root species, the use of commercial fertilizer and phytohormone Forth[®] not necessary. The application of leaf extracts of *Cyperus rotundus* and *Salix babylonica* not a viable alternative in the production of seedlings of *P. aquatica*.

Keywords: recalcitrant seeds, drying seeds, salinity, rooting

INTRODUÇÃO GERAL

A utilização de biocombustíveis vem se destacando no mercado mundial devido a sua contribuição para o meio ambiente, com redução dos níveis de poluição ambiental. Os óleos vegetais surgem como uma alternativa para substituição do óleo diesel, apresentando a vantagem de reduzir as emissões de gases responsáveis pelo aquecimento global e, promover o desenvolvimento rural, contribuindo para a segurança energética.

Devido à alta demanda de energia no mundo industrializado, a busca por novas fontes de energia, renováveis e ecologicamente corretas é de suma importância considerando os impactos sociais e econômicos proporcionados pela inserção desta nova cadeia, a qual pode levar à geração de emprego e renda no meio rural, nas regiões com maior potencial para produção das oleaginosas perenes, especialmente Norte e Nordeste, possibilitando o desenvolvimento local e melhor qualidade de vida (TRZECIAK et al., 2008).

Entre as espécies que apresenta potencial para a produção de biodiesel no Nordeste, a *Pachira aquatica* Aubl. vem se destacando e tem sido assunto de estudos por pesquisadores. A mongubeira como é conhecida, é uma frutífera nativa do Sul do México e Norte do Brasil, bastante utilizada na arborização urbana (LORENZI et al., 2006).

Embora a *P. aquatica* ainda seja pouco aproveitada no Brasil, não sendo reconhecida como uma espécie de importância para exploração econômica, em outros países suas sementes são descascadas e reduzidas a um pó ou farinhas para substituir o café e o chocolate, sendo também utilizada para adulterar o cacau (SILVA, 2011). Suas sementes apresentam um conteúdo elevado de óleo (46,62%) e uma quantidade significativa de proteínas (13,75%) características típicas de espécies oleaginosas, podendo se constituir uma boa fonte para exploração econômica (SILVA et al., 2010).

As propriedades físico-químicas do óleo o identificaram como um óleo saturado e de alta densidade ao ser comparado com o óleo de outras sementes oleaginosas (SILVA, 2011). O teor de lipídeos observado (46,62%) observado nas sementes foi superior ao da soja (14,2-25,5%) e *Sterculia striata* St Hil (28,64%), sendo similar à semente de girassol (45,7-53,2%) e ao amendoim (45,2%) (OLIVEIRA et al., 2000; SILVA, 2011).

A capacidade fisiológica de tolerância à dessecação pós-colheita das sementes é variável de acordo com a espécie. Durante o armazenamento, as sementes que toleram a dessecação a teores de água próximos de 2 a 5%, ou mesmo abaixo desses níveis, são classificadas como ortodoxas, enquanto que, sementes classificadas como intermediárias não toleram desidratação abaixo de 12,5 a 10% e tem a viabilidade reduzida em teores de água inferiores. Já as sementes de comportamento recalcitrante são sensíveis à redução do teor de água abaixo de 20% (GUIMARÃES et al., 2011).

Diversas espécies nativas do Brasil, que apresentam grande potencial de utilização, não suportam a perda de água a níveis considerados adequados para aumentar a longevidade das sementes durante o armazenamento, e acabam sendo descartadas devido à falta de informações referentes às tecnologias apropriadas para sua conservação. A redução do teor de água das sementes através da secagem atua diretamente na diminuição do metabolismo, contribuindo para diminuir a taxa de deterioração e aumentar o período em que podem ser armazenadas, sem perda da qualidade fisiológica (ZONTA et al., 2011). O processo de secagem ocorre em função de duas fases, sendo a primeira, o movimento de água da superfície da semente para o ar que a circunda e, o deslocamento da água do interior da semente para a superfície (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

No estudo da germinação de sementes, o conhecimento sobre como o estresse influencia esse processo tem importância especial na ecofisiologia para avaliar os limites de tolerância e a capacidade de adaptação das espécies, pois os fatores abióticos interferem na germinação das sementes (LARCHER, 2000). Espécies que possuem sementes recalcitrantes são comuns em florestas tropicais, e possuem melhores condições para a germinação e estabelecimento das plântulas, devido às ótimas condições de temperatura e precipitação (REGO, 2012). No entanto, deve-se observar o grau de tolerância ao estresse salino, o qual depende da capacidade das plantas de minimizarem os efeitos da salinidade através de mecanismos específicos de adaptação.

A resistência à salinidade é descrita como a habilidade de evitar, por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma e também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (LARCHER, 2000). A sensibilidade das sementes ao estresse durante

a embebição depende, entre outros fatores, da temperatura, velocidade de absorção de água e o teor de umidade das sementes (DANTAS et al., 2014). A interação entre esses fatores tem um efeito significativo sobre o vigor das plantas que se desenvolvem a partir dessas sementes (BEWLEY et al., 2013).

Espécies que possuem sementes recalcitrantes como a *P. aquatica*, produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, porém em virtude do comportamento recalcitrante com relação ao armazenamento, essas sementes perdem a viabilidade em curto período de tempo, mesmo quando armazenadas sob condições de umidade, limitando sua propagação sexuada (CARVALHO, 2003). Diante desse fato, a propagação via assexuada tem sido estimulada como opção para produção de mudas de espécies recalcitrantes.

Entre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia é o método mais utilizado por produtores de mudas por proporcionar a manutenção das características da planta-mãe nos seus descendentes, assegurando assim um plantio homogêneo (SASSO et al., 2010). Para aumentar o enraizamento de algumas espécies, algumas vezes, é realizada a aplicação de fitoreguladores de crescimento a base de auxinas, que podem ser obtidos de forma sintética ou natural, extraída de espécies vegetais. Entre as espécies que tem se destacado por exercer função de fitohormônio natural estão a *Cyperus rotundus* L. e o *Salix babylonica* L. que apresentam grande quantidade de flavonoides, taninos, fenóis e ácidos graxos, além de um elevado nível de ácido indolbutírico, podendo ser usadas para estimular a formação de raízes de plantas (RODRIGUES et al., 2010).

Diante dos aspectos abordados, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *P. aquatica* submetidas à secagem e ao estresse salino, e a influência de extratos vegetais no enraizamento das estacas de *P. aquatica* visando contribuir com conhecimento técnico e científico para a implantação de novas áreas dessa oleaginosa no Estado de Pernambuco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, K. H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development germination and dormancy**. New York: Springer, 2013, 392p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5. Ed. Jaboticabal: Funep, p.590, 2012.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039p.

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; MATIAS, J. R.; ARAÚJO, G. G. L. Germinative metabolism of Caatinga forest species in biosaline agriculture. **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.194-203, 2014.

GUIMARÃES, C. C.; FARIA, J. M. R.; OLIVEIRA, J. M.; SILVA, E. A. A. Avaliação da perda da tolerância à dessecação e da quantidade de DNA nuclear em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert durante e após a germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.207-215, 2011.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LORENZI, H.; SARTORI, S.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, p.161, 2006.

OLIVEIRA, J. T. A.; VASCONCELOS, I. M.; BEZERRA, L. C. N. M.; SILVEIRA, S. B.; MONTEIRO, A. C. O.; MOREIRA, R. A. Composition and nutritional properties of seeds *Pachira aquatica* Aubl, *Sterculia striata* St Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. **Food Chemistry**, v.70, p.185-191, 2000.

REGO, S. S. **Tolerância à desidratação e armazenamento de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) Berg. e *Casearia decandra* Jacq.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. 142p. Tese de Doutorado.

RODRIGUES, A. K. C.; BORSATO, A. V.; JORGE, M. H. A.; BISPO, W.; DURAN, F. S.; ARRUDA, K. C. R. Enraizamento de estacas de *Cordia verbenacea* DC. tratadas com *Cyperus rotundus* L. **Cadernos de Agroecologia**, v.5, n.1, p.1-4, 2010.

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

SILVA, B. L. A. Análise físico-química, lipídica e morfologia das amêndoas das sementes da munguba (*Pachira aquatica* Aubl.). **Revista UNI**, v.1, n.1, p.63-74, 2011.

SILVA, B. L. A.; BORA, P. S.; AZEVEDO, C. C. Caracterização química parcial das proteínas das amêndoas da munguba (*Pachira aquatica* Aubl). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.3, p.333-340, 2010.

TRZECIAK, M. B.; NEVES, M. B.; VINHOLES, P. S.; VILLELA, F. A. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativos Abrates**, v.18, n.1,2,3, p.30-38, 2008.

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

CAPÍTULO I

SECAGEM DE SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

SECAGEM DE SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

RESUMO

A conservação da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento é importante para se realizar a manutenção e conservação dos bancos de germoplasma. Diversas espécies nativas do Brasil são intolerantes à dessecação aos níveis desejáveis para conservação durante o armazenamento sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias específicas para sua conservação. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, utilizando sementes de *P. aquatica* submetidas a secagem sob temperatura de 35 °C, pelos seguintes períodos de exposição: 0 (sem secagem), 24, 48, 72 e 96 horas. Para avaliação da qualidade fisiológica, antes e após cada período de secagem foram retiradas amostras para a determinação do teor de água, teste de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca da raiz e parte aérea das plântulas. As sementes da espécie *Pachira aquatica* Aubl. são dispersas com teor de água muito elevado (55%), e uma pequena redução nesse valor compromete sua qualidade fisiológica, permitindo caracterizar as sementes desta espécie como recalcitrantes.

Palavras-chave: dessecação, sementes recalcitrantes, germinação, vigor.

DRYING SEEDS OF *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

SUMMARY

The conservation of seed quality during storage is important to perform the maintenance and conservation of germplasm banks. Several native species of Brazil are intolerant to desiccation to desirable levels for conservation during storage is necessary to develop specific technologies for their conservation. Thus, the aim of the study was to evaluate the physiological quality of seeds *Pachira aquatica* subjected to drying times. The work was carried out at the Laboratory of Seed Analysis - (LAS) of the Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, using seeds of *P. aquatica* dried at a temperature of 35 ° C, the following exposure times: 0 (no drying), 24, 48, 72 and 96 hours. The physiological quality were taken, before and after each period of drying samples for the determination of water content, germination, first count of germination, speed of germination, length and dry weight of roots and shoots of seedlings to evaluate. The seeds of *Pachira aquatica* Aubl species are scattered with very high water content (55%), and a small reduction in value commits physiological quality, allowing the characterization of the seeds of this species as recalcitrant.

Keywords: desiccation of seeds, recalcitrant seeds, germination, vigor.

1. INTRODUÇÃO

A *Pachira aquatica* Aubl. é uma frutífera nativa do Sul do México e Norte do Brasil, bastante utilizada na arborização urbana, podendo ocorrer em terrenos alagadiços espontaneamente mas também em solos secos, devido a sua capacidade de adaptação em condições adversas de clima e solo (LORENZI et al., 2006; LIMA et al., 2012). Conhecida popularmente como monguba, cacau-selvagem, cacau-falso e mamorana, a espécie é uma árvore de copa densa, de 6-14 m de altura, e seus frutos são cápsulas deiscentes de coloração castanha-escura, contendo em média $38,8 \pm 14,2$ sementes/fruto (LORENZI et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007; SILVA et al., 2012b).

Suas sementes possuem um conteúdo elevado de óleo (46,62%) e uma quantidade significativa de proteínas (13,75%) características típicas de espécies oleaginosas, podendo se constituir uma boa fonte para exploração econômica (SILVA et al., 2010). As propriedades físico-químicas do óleo foram identificados como saturados e de alta densidade quando comparado com o óleo de outras sementes oleaginosas (SILVA, 2011), tais como o teor de lipídeos observado (46,62%) nas sementes foi superior ao da *Glycine max* L. (14,2-25,5%) e *Sterculia striata* St Hil (28,64%), sendo similar à semente de *Helianthus annuus* L. (45,7-53,2%) e ao *Arachis hypogaea* L. (45,2%) (OLIVEIRA et al., 2000; SILVA, 2011).

A conservação da qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento é importante para se realizar o estabelecimento e a manutenção dos bancos de germoplasma. Estes além de conservar sementes viáveis sem descontinuidade, é necessário aos programas florestais, como os reflorestamentos, recuperação de áreas degradadas e programas de melhoramento (BENEDITO et al., 2011). Existe uma variedade de técnicas que visam manter a qualidade fisiológica das sementes no período de armazenamento, dentre estas, as que mais se destacam são as que fazem uso da remoção da água, como a secagem, bem como redução da temperatura, buscando, portanto, retardar o metabolismo da semente (KOHAMA et al., 2006).

De acordo com o comportamento fisiológico durante o armazenamento, as sementes, em geral, são classificadas em dois grupos distintos: ortodoxas e recalcitrantes.

As sementes ortodoxas, tolerantes a dessecação, se mantêm viáveis após a dessecação até um teor de água em torno de 5% e por esta razão são mais resistentes quando armazenadas sob baixas temperaturas, mantendo-se viáveis por longos períodos. Já as sementes recalcitrantes, ou sementes sensíveis à dessecação, não sobrevivem com baixos níveis de umidade, o que impede o seu armazenamento por longo prazo. Ainda há as sementes que possuem comportamento intermediário, tolerando a dessecação entre 7 e 10% de teor de água e não suportam baixas temperaturas durante períodos prolongados, cujo comportamento durante a secagem e armazenamento possui características semelhantes às ortodoxas, ora às recalcitrantes (ROBERTS, 1973; SARMENTO e VILLELA, 2010).

O processo de secagem se caracteriza por se dar em duas fases, porém cada uma não tem designação específica, dando-se uma em sequência da outra. A primeira fase se caracteriza pelo movimento da água contida na superfície da semente para o ar que a circunda, acontecendo pelo processo de evaporação e estando sujeita aos fatores que controlam esse processo, a segunda fase consiste na passagem de água dos tecidos internos da semente para a superfície (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Essa movimentação das moléculas de água se dá por um processo de capilaridade, e os obstáculos mecânicos no caminho a serem percorridos pelas moléculas de água até a superfície concorrem para que a segunda fase seja mais lenta que a primeira, além disso, à medida que a semente seca, a secagem se torna mais demorada (CARVALHO 2005).

As sementes recalcitrantes não toleram teores de água abaixo de níveis relativamente altos (40 a 50%) sem perda de viabilidade (ROBERTS, 1973), e possuem a característica de germinar antes ou imediatamente após a separação da planta-mãe, principalmente porque, em função ao seu elevado teor de água, continuam hidratadas até o final da maturação, sem a necessidade de hidratação adicional exógena (SILVA et al., 2012a).

No momento da dispersão, as sementes estão com alto teor de água, cerca de 60 a 75% do seu peso fresco, dando indicio que as sementes recalcitrantes, praticamente não perdem água durante a maturação. Ao contrário das sementes ortodoxas, que passam por um dessecação acentuada durante a maturação, dessa forma, quando são desidratadas após a coleta, ocorre a perda gradual da viabilidade com o dessecação, passando por um

ponto crítico até atingir o teor de água letal, que é variável entre as sementes das diferentes espécies, não existindo um teor de umidade padrão para a secagem das sementes (OLIVEIRA et al., 2011).

Os métodos atuais de conservação e armazenamento de sementes são baseados na manutenção do teor de água. As sementes ortodoxas devem ser armazenadas com baixa umidade e são capazes de manter sua viabilidade em temperaturas abaixo de zero, enquanto que as sementes recalcitrantes requerem elevada umidade para manter a viabilidade por tempo mais longo, por causa disso, os métodos atuais de conservação de sementes recalcitrantes ainda não são inteiramente eficientes (SCHORN et al. 2010).

A identificação do período de secagem ideal constitui-se numa ferramenta importante para a melhor conservação das sementes no que se refere ao armazenamento. Avaliando a qualidade fisiológica de sementes de *Tapirira guianensis* Aublet. submetidas a diferentes períodos de secagem, Santos-Moura et al. (2012) classificaram as sementes como recalcitrantes, por perderem a viabilidade e o vigor à medida que seu teor de água é reduzido e o nível crítico de umidade para esta espécie, abaixo do qual há perda total de viabilidade, está em torno de 16% de umidade. Nas sementes de *Bunchosia armenica* (Cav.) DC., o nível crítico de umidade para a dessecação de sementes está em torno de 57%, por serem dispersas com teor de água muito elevado, e uma pequena redução neste valor comprometer sua qualidade fisiológica, SILVA et al. (2012a) caracterizaram as sementes desta espécie como recalcitrantes. Dousseau et al. (2011) avaliaram a influencia da secagem na qualidade fisiológica das sementes de *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg. e verificaram que as sementes são intolerantes a redução do teor de água, sendo classificadas como sementes recalcitrantes. As sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. foram descritas por Scalon et al. (2012) como sensíveis à dessecação, e a redução do teor de água a partir de 30% prejudica a qualidade fisiológica das sementes.

Diversas espécies nativas do Brasil são intolerantes à dessecação aos níveis desejáveis para conservação durante o armazenamento, sendo necessário o desenvolvimento de tecnologias específicas para sua conservação. Dessa forma, o trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica das sementes de *P. aquatica* submetidas a períodos de secagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG), em Garanhuns - PE.

2.2. Colheita e beneficiamento das sementes

Os frutos de *Pachira aquatica* Aubl. foram coletados com auxílio de um podão, de cinco árvores matrizes localizadas na UFRPE/UAG em Garanhuns - PE, e capturados através de uma malha de rede, evitando que os frutos tocassem o chão. Em seguida, o material coletado foi transportado para o LAS, onde as sementes foram retiradas manualmente dos frutos, sendo descartadas as mal formadas e com injúrias.

2.3. Secagem das sementes

As sementes de *P. aquatica* foram homogeneizadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa de circulação de ar, regulada na temperatura de 35 °C, pelos seguintes períodos de exposição: 0 (sem secagem), 24, 48, 72 e 96 horas constantes.

2.4. Características avaliadas

Antes e após cada período de secagem, foram retiradas amostras de cada embalagem para avaliação da qualidade fisiológica e determinação do teor de água.

2.4.1. Teor de água

O teor de água das sementes foi determinado, utilizando-se quatro subamostras de cinco sementes para cada tratamento, sendo colocadas em estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas, seguindo as recomendações de Brasil (2009).

2.4.2. Teste de Germinação em areia

Após cada período de secagem as sementes, foram semeadas em bandejas de polietileno com dimensões de 0,40 x 0,30 x 0,10 m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, contendo como substrato areia lavada, umedecida com água destilada até 60% da sua capacidade de retenção conforme Brasil (2009), com quatro repetições de 25 sementes, mantidas em câmara de germinação tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) regulada à temperatura constante de 30 °C, com fotoperíodo de 8 horas.

A umidade do substrato foi mantida durante todo o teste com água destilada. As avaliações se iniciaram no oitavo dia com término no 15º dia após a semeadura, computando-se as plântulas que emitiram o hipocótilo e os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4.3. Primeira Contagem de Germinação (PC)

O teste foi realizado junto ao teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas no oitavo dia após a semeadura.

2.4.4. Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, computando-se o número de plântulas que geminaram diariamente, e o índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

2.4.5. Comprimento e massa seca de plântulas

No final do teste de germinação, separadamente, as raízes e a parte aérea das plântulas normais de cada repetição foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula. Após essa determinação, separadamente, as raízes e a parte aérea das plântulas de cada repetição foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e levados a estufa regulada a 80 °C, durante 24 horas. Decorrido esse período, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo os resultados expressos em g/plântula (NAKAGAWA, 1999).

2.5. Análise estatística e delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos com quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância de regressão polinomial, escolhendo-se o modelo de maior grau significativo (linear, quadrático) com coeficiente de determinação (R^2) acima de 50%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, encontram-se os dados do teor de água das sementes de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem. Verificou-se que os dados se ajustaram ao modelo linear, com redução no teor água das sementes inversamente proporcional ao aumento dos períodos de secagem, sendo o valor inicial de 55% reduzindo para 43% após 96 horas de secagem a 35 °C. É possível que essa redução lenta no teor de água esteja associado à quantidade de óleo presente na semente (46,62%) e a atividade metabólica intensa devido ao alto teor de água inicial.

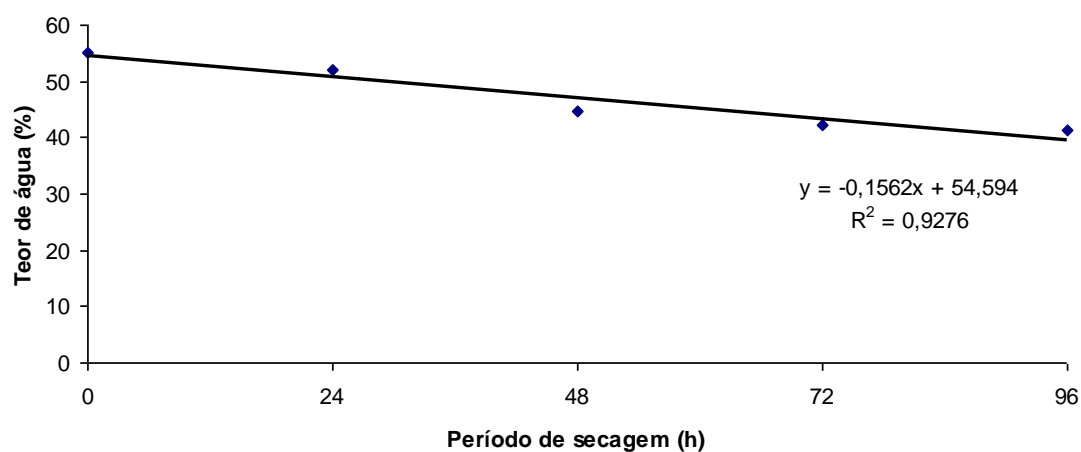


Figura 1. Teor de água de sementes de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem.

O teor de água inicial das sementes de *Bunchosia armenia* (Cav.) DC. foi de 62,6%, reduzindo para 43,3 e 32,1% após 120 horas de secagem em ambiente de laboratório e casa de vegetação, respectivamente, exibindo um comportamento de secagem linear, indicando uma perda uniforme de água (SILVA et al., 2012a). Em condições de secagem em laboratório, as sementes de *Blepharocalyx salicifolius* e *Casearia decandra* foram sensíveis à redução de umidade entre 29% e 25% e perderam a viabilidade em torno

de 14% e 8% do teor de água, respectivamente, com diminuição da viabilidade e do vigor a partir de 25% do teor de água (REGO et al., 2013).

De acordo com os dados da Figura 2, observou-se que os dados se adequaram ao modelo linear de regressão, com uma redução drástica na primeira contagem de germinação de 44,38% no início da secagem para 4% ao final das 96 horas, constatando, dessa forma, que a redução do teor de água afetou negativamente o vigor, determinado pela primeira contagem de germinação. Resultado semelhante foi verificado por Santos-Moura et al. (2012) na secagem à 40 °C das sementes de *Tapirira guianensis* Aubl. com percentuais máximos de 62% na primeira contagem de germinação nas sementes não desidratadas (zero hora de secagem), não se verificando germinação a partir das 12 horas de secagem.

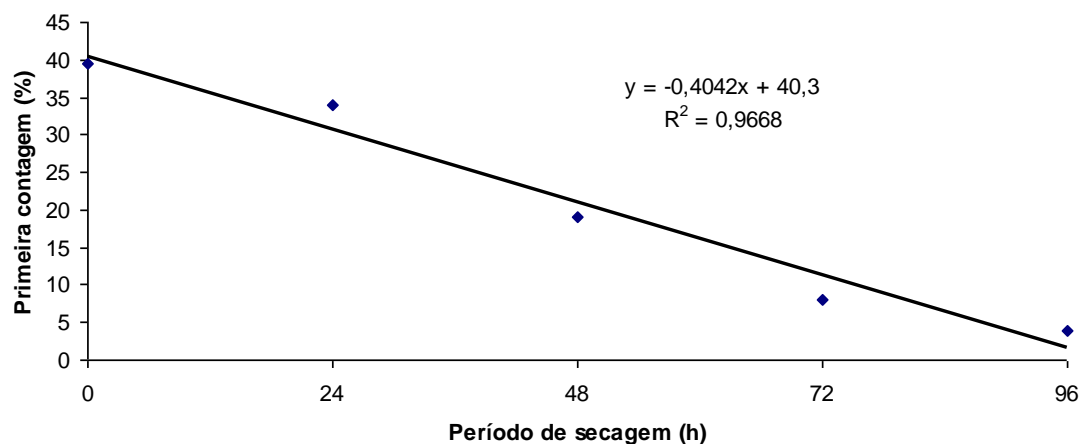


Figura 2. Primeira contagem de germinação de sementes de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem

Sementes de *Theobroma subincanum* toleram redução no teor de água, sem que houvesse comprometimento do poder germinativo, somente até nível em torno de 30% (NASCIMENTO e CARVALHO, 2012). Segundo Santos et al. (2010) as sementes de *Hancornia speciosa* Gomes com teor de água de até 43% mantiveram porcentagem relativamente alta de germinação após o processo de secagem, porém quando a umidade alcançou 38%, após 48 horas, houve um declínio gradativo da emergência de plântulas.

Enquanto que Barrozo et al. (2014) verificaram que a porcentagem de germinação em sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. apresentaram valores máximos de germinação (99%) após 16 horas, momento em que as sementes ainda estavam com o teor de água em torno de 46,52%.

As maiores porcentagens de germinação de sementes de *Pachira aquatica* foram observadas nas sementes que não foram submetidas à secagem (período zero hora) e no período de 24 horas, ambas com 100% (Figura 3). Verificou-se uma redução de mais de 75% das plântulas ao final dos períodos de secagem (96 horas). Essa redução na germinação e vigor das sementes de *P. aquatica* indica que a redução do teor de água afeta negativamente a qualidade fisiológica das sementes, permitindo classificar as sementes desta espécie como recalcitrantes.

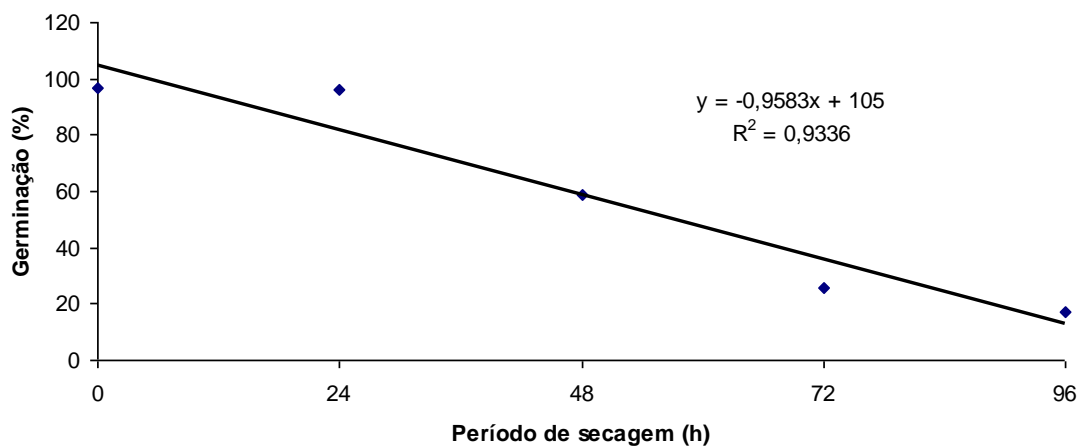


Figura 3. Germinação de sementes de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem.

Realizando a secagem a 30 °C das sementes de *Campomanesia pubescens* (DC.) O. Berg., Dousseau et al. (2011) observaram que o teor de água das sementes extraídas dos frutos foi de 42%, o qual foi reduzindo exponencialmente em função da secagem, chegando a 4% de umidade as 13,5 horas, sendo classificadas como recalcitrantes por serem intolerantes à secagem. Segundo José et al. (2012) as sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart. não toleram a secagem abaixo de 0,36 g H₂O g⁻¹ peso seco, sendo classificadas como

recalcitrantes. As sementes de *Nectandra grandiflora* Nees, *N. lanceolata* Nees, *N. oppositifolia* Nees, *Ocotea corymbosa* (Meisner) Mez e *O. pulchella* Nees (Mez) exibiram comportamento de armazenamento recalcitrante, devido a sensibilidade das sementes à secagem (CARVALHO et al., 2008). No entanto, Oliveira et al. (2011) verificaram que o comportamento das sementes de *Genipa americana* L. durante o armazenamento é intermediário, razão pela qual não toleram a dessecação a níveis extremamente reduzidos.

A perda de água em sementes recalcitrantes desencadeia alguns processos deterioráveis, como a desnaturação de proteínas, alterações na atividade das enzimas peroxidases e danos no sistema de membranas, resultando na completa perda de sua viabilidade (NAUTIYAL e PUROHIT, 1985). O metabolismo desequilibrado e os danos provocados devido à desidratação são as principais causas da perda de viabilidade das sementes durante a secagem (BERJAK e PAMMENTER, 2003). Dessa forma, a perda de água durante a fase de desidratação, a própria perda de volume das sementes, pode resultar em danos mecânicos estruturais que podem não ser corrigidos durante a reidratação no processo germinativo.

Pammenter e Berjak (2000) destacam dois tipos de danos que ocorrem em sementes recalcitrantes quando submetidas à secagem: danos relacionados a macromoléculas e danos resultantes da manutenção das sementes em níveis intermediários de água, levando ao estresse oxidativo, como consequência de um metabolismo desregulado, com isso as sementes permanecem vários dias com um elevado teor de umidade.

Em sementes recalcitrantes, a água subcelular está fortemente associada às superfícies macromoleculares, assegurando, em parte, a estabilidade de membranas e macromoléculas (BOVI et al., 2004). Assim, a perda de água estrutural durante o processo de secagem de sementes recalcitrantes pode causar severas alterações dos sistemas metabólicos e de membranas, dando início ao processo de deterioração dessas sementes (FARRANT et al., 1988).

Quanto ao índice de velocidade de germinação das sementes de *P. aquatica* (Figura 4) constatou-se que as sementes tiveram perda do vigor acentuada, se ajustando os dados ao comportamento linear descendente, ou seja, houve redução no índice de velocidade de germinação com aumento dos períodos de secagem, com o maior índice de 2,89 nas

sementes que não foram submetidas à secagem. Assim como na primeira contagem de germinação, o maior vigor foi atingido pelas sementes que não foram submetidas à secagem (período de zero hora), começando a reduzir após o período de 24 horas, atingindo 0,38 após 96 horas de secagem. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2011) nas sementes de *Genipa americana* L., no qual a partir de 24 horas foi observada uma redução na velocidade de emergência em função do período de secagem, sendo mais pronunciada no ambiente telado, enquanto que no laboratório o máximo vigor foi alcançado às 17 horas de secagem, reduzindo a partir daí de forma lenta, devido à diferença de temperatura e umidade relativa do ar nos dois locais.

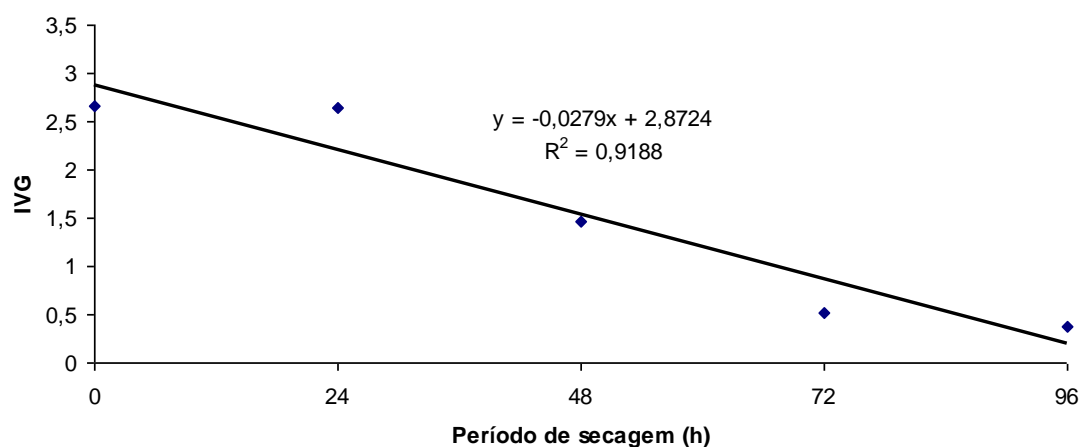


Figura 4. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem.

A deterioração causada pela desidratação das sementes também afetou o vigor, tornando a germinação mais lenta e diminuindo o crescimento das plântulas. A secagem, provavelmente, provocou danos aos tecidos vitais das sementes, como o embrião, o que explicaria a redução da germinação e do vigor das sementes após períodos mais prolongados de secagem.

De forma semelhante, a velocidade de germinação das sementes de *Tapirira guianensis* Aubl. (SANTOS-MOURA et al., 2012) e de *Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk

(ALVES et al., 2008) reduziram em função da perda de água. Quando as sementes de *Bunchosia armenica* (Cav.) DC. foram dessecadas a 43% de umidade, também houve uma redução significativa na velocidade de germinação, em relação àquelas sementes com 62% de umidade (SILVA et al., 2012a).

Quanto ao desenvolvimento inicial das plântulas de *P. aquatica*, avaliado pelo comprimento da raiz primária, observou-se que quando as sementes não foram submetidas à secagem o comprimento máximo foi de 7,33cm (Figura 5) e o menor de 4,84cm no período de 72 horas de secagem. Esse teste de vigor, junto ao teste de primeira contagem de germinação e o índice de velocidade de germinação evidenciaram que a qualidade fisiológica das sementes foi prejudicada após redução do teor de água de 55%, reduzindo sua viabilidade em virtude da perda de água.

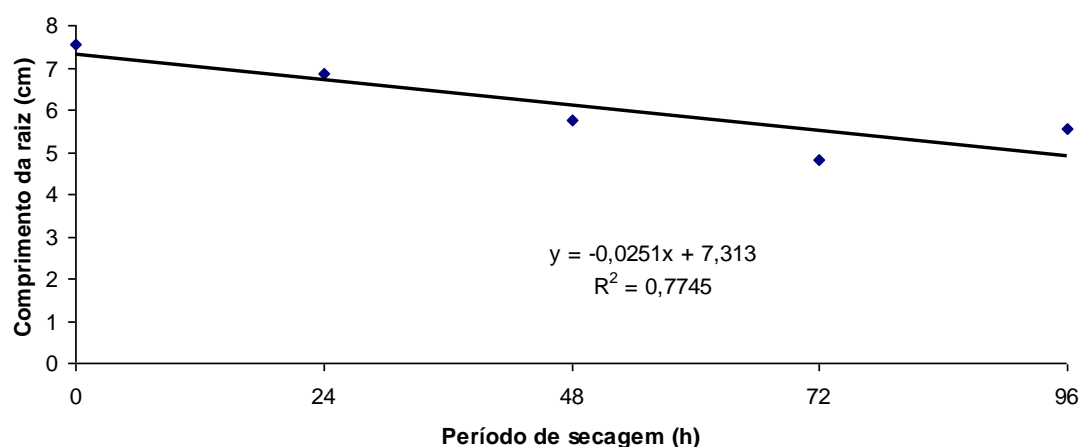


Figura 5. Comprimento da raiz de plântulas de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem.

Silva et al. (2012a) verificaram que o maior comprimento de plântulas de *Bunchosia armenica* (Cav.) DC. foram obtidos com as sementes de dessecação por 24 horas, sendo possível observar que as plântulas não toleraram a dessecação por um período maior que 24 horas, diminuindo o vigor após esse tempo. Santos et al. (2010) observaram resultados semelhantes para a raiz de plântulas de *Hancornia speciosa*, observando-se que as plântulas

oriundas de sementes com teor de água em torno de 56% produziram raízes com comprimento médio de 8,5 cm e de 4,0 cm com 12% de umidade.

O comprimento da parte aérea de plântulas de sementes de *P. aquatica* submetidas a períodos de secagem encontra-se na Figura 6. Verificou-se redução no comprimento da parte aérea das plântulas, passando de 9,71cm para 5,64cm com o aumento dos períodos de secagem, evidenciando mais uma vez que a redução do teor de água das sementes é prejudicial ao vigor das mesmas.

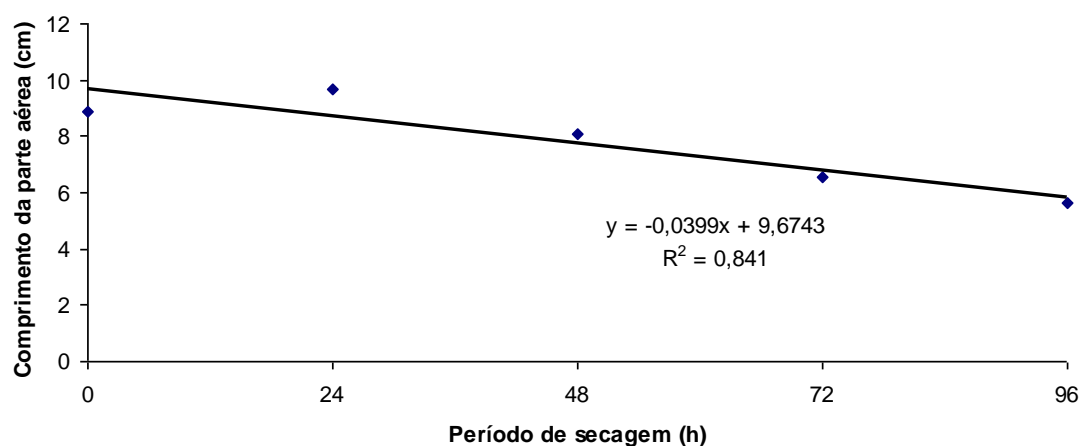


Figura 6. Comprimento da parte aérea de plântulas de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem.

De acordo com Oliveira et al. (2011) as reservas energéticas destinadas para o crescimento das plântulas são comprometidos no processo de secagem devido a deterioração das sementes, o que explicaria a redução do comprimento da parte aérea verificados neste trabalho com o aumento dos períodos de secagem. Silva et al. (2013) trabalhando com semente de *Eugenia uniflora* L. perceberam que os maiores comprimento da parte aérea, 6,65cm, foram provenientes daquelas sementes que não foram submetidas à secagem. Laime et al. (2011) observaram que os maiores comprimentos de plântulas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd., 12cm de raiz e 8,5cm de parte aérea foram obtidos de sementes cujo teor de água foi de 47%, havendo uma redução drástica do comprimento de

plântulas após a dessecação das sementes para o teor de água de 20%. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Santos et al. (2010) para o comprimento da parte aérea de plântulas de *Hancornia speciosa* Gomes.

Com relação à massa das raízes das plântulas (Figura 7), o maior acúmulo de massa seca foi verificado nas plântulas oriundas das sementes que não foram submetidas à secagem, com 0,1745g. Em estudo realizado por Sena et al. (2010) foi constatado efeito recalcitrante das sementes de *Eugenia uniflora* L. que ao reduzir em 2% o teor de água, ocasionou o início de sua deterioração e uma redução de 71% da massa seca das plântulas com a secagem. Resultados semelhantes foram observados por Pupim et al. (2009) em sementes de *Magnolia ovata* St. Hil., o teor de óleo de 32,7% ocasionou a peroxidação de lipídeos causando rápida deterioração da semente, refletindo no menor acúmulo de massa seca das plântulas.

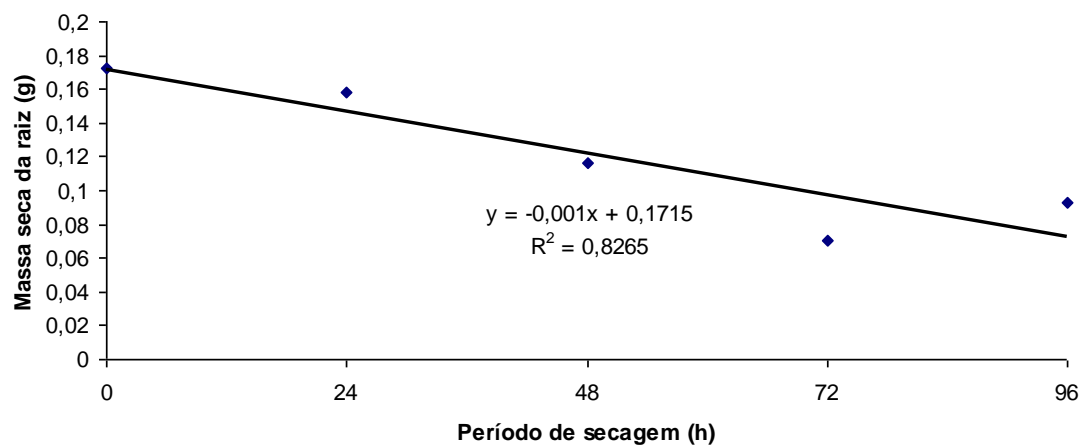


Figura 7. Massa seca da raiz de plântulas de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem.

Para a massa seca da parte aérea das plântulas de *P. aquatica*, constatou-se que os dados se ajustaram ao modelo quadrático de regressão, com acúmulo máximo de massa seca de 4,21g quando as sementes não foram dessecadas (Figura 8).

As sementes recalcitrantes praticamente não perdem água durante a maturação, mantendo um elevado teor de água e como consequência há um aumento da velocidade

respiratória, resultando na redução da velocidade de reconstrução das membranas durante a embebição e em alterações degenerativas no metabolismo das sementes, desencadeados a partir da desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares, causadas principalmente pela degradação dos tecidos de reservas que seria utilizado na germinação das sementes ((POPINIGIS, 1985; MARCOS FILHO, 2005). Com isso, a reserva energética que seria utilizada na germinação é gasta na respiração, ocasionando menor transferência do peso de massa seca dos cotilédones para o eixo embrionário da semente, originando uma plântula com menor massa seca.

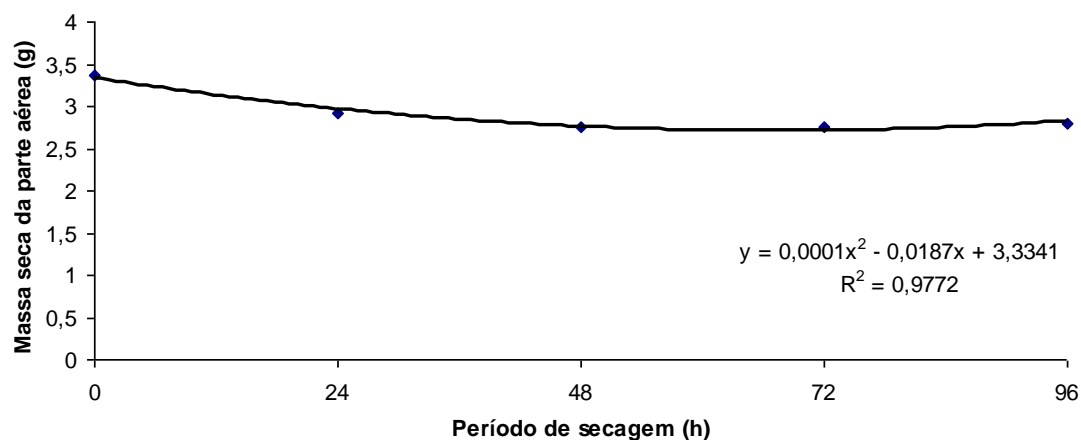


Figura 8. Massa seca da parte aérea de plântulas de *Pachira aquatica* submetidas a períodos de secagem.

A massa seca das plântulas de *Inga ingoides* também sofreu influência em função dos períodos de exposição à secagem (LAIME et al., 2011). Foi identificado por Scalon et al. (2012) que para as sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. houve, de forma significativa, interferência negativa na primeira contagem, porcentagem de germinação, massa seca e comprimento da parte aérea e raiz de plântulas, refletindo em valores inferiores na medida em que as sementes desta espécie foram submetidas ao processo de desidratação, sendo os efeitos mais perceptíveis a partir de 30% de umidade.

A redução do teor de água afetou o vigor das sementes de *Pachira aquatica*, demonstrando que elas são sensíveis à dessecação, e uma secagem após o período de 24 horas com redução no teor de água de 55% compromete a qualidade fisiológica das sementes. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Alves et al. (2008) em sementes de *Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk, quando observaram que períodos prolongados de secagem causaram efeitos fisiológicos prejudiciais na massa seca de plântulas.

4. CONCLUSÕES

As sementes da espécie *Pachira aquatica* Aubl. são dispersas com teor de água muito elevado (55%), e uma pequena redução nesse valor compromete sua qualidade fisiológica, permitindo caracterizar as sementes desta espécie como recalcitrantes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. U.; SILVA, K. B.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; CARDOSO, E. A.; GONÇALVES, E. P.; BRAZ, M. S. S. Comportamento fisiológico de sementes de pitombeira [*Talisia esculenta* (A. ST. Hil) Radlk] submetidas à desidratação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.509-516, 2008.

BARROZO, L. M.; ALVES, E. U.; ARAÚJO, L. R.; SENA, D. V. A.; MEDEIROS, D. S.; SANTOS, J. C. Qualidade fisiológica de sementes de ingá em função da secagem. **Bioscience Journal**, v.30, n.3, p.645-654, 2014.

BENEDITO, C. P.; RIBEIRO, M. C. C.; TORRES, S. B.; CAMACHO, R. G. V.; SOARES, A. N. R.; GUIMARÃES, L. M. S. Armazenamento de sementes de catanduba (*Piptadenia moniliformis* Benth.) em diferentes ambientes e embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1 p.28- 37, 2011.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Orthodox and recalcitrant seeds. In: VOZZO, J. A. **Tropical tree seed manual**. Washington: USDA Forest Science, 2003. P.137-147.

BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.109-112, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2009. 395p.

CARVALHO, L. R.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A.; CARVALHO, M. L. M. Classificação de sementes de espécies florestais dos gêneros *Nectandra* e *Ocotea* (Lauraceae) quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.1, p.1-9, 2008.

CARVALHO, N. M. **A secagem de sementes**. 2. Ed. Jaboticabal: Funep, 2005. p.184.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5. Ed. Jaboticabal: Funep, p. 590, 2012.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; GUIMARÃES, R. M.; LARA, T. S.; CUSTÓDIO, T. N.; CHAVES, I. S. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1362-1368, 2011.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance: a current assessment. **Seed Science and Technology**, v.16, n.1, p.155-166, 1988.

JOSÉ, A. C.; ERASMO, E. A. L.; COUTINHO, A. B. Germinação e tolerância à dessecação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.4, p.651-657, 2012.

KOHAMA, S.; MALUF, A. M.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p.72-78, 2006.

LAIME, E. M. O.; OLIVEIRA, D. C. S.; ALVES, R. S. G. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. em função da secagem das sementes. **Engenharia Ambiental**, v.8, n.3, p.237-250, 2011.

LORENZI, H.; SARTORI, S.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. p.161.

LIMA, M. F. D.; MIRANDA, D. P.; KARSBURG, I. V. Caracterização dos cromossomos de *Pachira aquatica* Aubl. (Malvaceae). **Revista estudos**, v.39, n.3, p.337-343, 2012.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v.12, 2005, 495p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA, N. J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NASCIMENTO, W. M. O.; CARVALHO, J. E. U. Sensibilidade de sementes de cupuí (*Theobroma subincanum*) à redução do grau de umidade e a exposição à baixa temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.3, p.915-920, 2012.

NAUTIYAL, A. R.; PUROHIT, A. N. Seed viability in sal. II. Physiological and biochemical aspects of ageing in seeds of *Shorea robusta*. **Seed Science and Technology**, v.13, n.1, p.69-76, 1985.

OLIVEIRA, J. T. A.; VASCONCELOS, I. M.; BEZERRA, L. C. N. M.; SILVEIRA, S. B.; MONTEIRO, A. C. O.; MOREIRA, R. A. Composition and nutritional properties of seeds *Pachira aquatica* Aubl, *Sterculia striata* St Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. **Food Chemistry**, v.70, p.185-191, 2000.

OLIVEIRA, L. M.; SILVA, E. O.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Períodos e ambientes de secagem na qualidade de sementes de *Genipa americana* L. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p.495-502, 2011.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.56-69, 2000.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 5 ed. Brasília, 1985, 289p.

PUPIM, T. L.; NOVEMBRE, A. L. C.; BRANCALION, P. H. S.; MORAES, M. H. D.; MONDO, V. H. V.; LABONIA, V. D. S. Conservação de sementes de *Magnolia ovata* St. Hil. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.96-105, 2009.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C. S.; PETKOWICZ, C. L. O.; SANTOS, Á. F. Physiological behaviour of *Blepharocalyx salicifolius* and *Casearia decandra* seeds on the tolerance to dehydration. **Journal of Seed Science**, v.35, n.3, p.323-330, 2013.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v.1, n.4, p.499-514, 1973.

SANTOS, P. C. G.; ALVES, E. U.; GUEDES, R. S.; SILVA, K. B.; CARDOSO, E. A.; LIMA, C. R. Qualidade de sementes de *Hancornia speciosa* Gomes em função do tempo de secagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p.343-352, 2010.

SANTOS-MOURA, S. S.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; MOURA, M. F.; GONDIM, P. S. S. Influência de diferentes períodos de secagem na qualidade fisiológica de sementes de *Tapirira guianensis* Aublet. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.2, p.382-390, 2012.

SARMENTO, M. B.; VILLELA, F. A. Sementes de espécies florestais nativas do sul do Brasil. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.20, n.1,2, p.39-44, 2010.

SCALON, S. P. Q.; NEVES, E. M. S.; MASETO, T. E.; PEREIRA, Z. V. Sensibilidade à

dessecação e ao armazenamento em sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. (uvaia). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p.269-276, 2012.

SCHORN, L. A.; SILVA, R. G. X.; MAGRO, B. A. Secagem e armazenamento de sementes de *Albizia niopoides* Benth. e *Bauhinia forficata* Link. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, v.8, n.2, p.225-231, 2010.

SENA, L. H. M.; MATOS, V. P.; SALES, A. G. F. A.; FERREIRA, E. G. B. S.; PACHECO, M. V. Qualidade fisiológica de sementes de pitangueira submetidas a diferentes procedimentos de secagem e substratos - Parte 2. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.412-417, 2010.

SILVA, B. L. A. Análise físico-química, lipídica e morfologia das amêndoas das sementes da munguba (*Pachira aquatica* Aubl.). **Revista UNI**, v.1, n.1, p.63-74, 2011.

SILVA, B. L. A.; BORA, P. S.; AZEVEDO, C. C. Caracterização química parcial das proteínas das amêndoas da munguba (*Pachira aquatica* Aubl). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.3, p.333-340, 2010.

SILVA, G. L.; MEDEIROS FILHO, S.; ZANDEVALLI, R. B.; PEREIRA, D. S.; SOUZA, G. G. Biometria e emergência de *Amburana cearensis* (Allemão) A. C. Smith em função da coloração do fruto. **Ciência Florestal**, v.23, n.4, 2013.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; CARDOSO, E. A. Tolerância à dessecação em sementes de *Bunchosia armenica* (Cav.) DC. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.4, p.1403-1410, 2012a.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; MATOS, V. P.; BRUNO, R. L. A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e fases da germinação de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.891-898, 2012b.

CAPÍTULO II

ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DAS SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO E VIGOR DAS SEMENTES DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

RESUMO

Apesar de haver grande diversidade de espécies nativas no Brasil, ainda há uma carência de estudos relacionados ao processo germinativo e, para as sementes de *Pachira aquatica*, ainda não há critérios estabelecidos para a realização do teste de germinação. O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do estresse salino e de temperaturas na qualidade fisiológica das sementes de *P. aquatica*. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, com simulação do estresse salino (NaCl) nas concentrações de 0,0 (controle); 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0 dS.m⁻¹ diluídas em água destilada e deionizada, distribuídas em papel toalha e postas para germinar nas temperaturas de 25 e 30 °C. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 6 (duas temperaturas e seis concentrações de salinidade) com quatro repetições de 25 sementes. Avaliaram-se a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas (raiz e parte aérea) e massa seca da parte aérea. O aumento da concentração salina no substrato reduz a germinação e o vigor das sementes de *Pachira aquatica* Aubl., principalmente quando as sementes são submetidas a temperatura de 25 °C. As sementes de *P. aquatica* são tolerantes a salinidade, sob temperatura de 30 °C, com redução na germinação das sementes em concentrações acima da concentração de 6,0 dS.m⁻¹.

Palavras-chave: salinidade, sementes recalcitrantes, análise de sementes

**SALINE STRESSES ON THE GERMINATION AND VIGOR OF *PACHIRA*
AQUATICA AUBL. SEEDS**

SUMMARY

Although there is great diversity of native species in Brazil, there is still a lack of studies related to the germination process and, for seeds of *P. aquatica*, there are no established criteria for conducting germination test. Thus, the present work was to evaluate the effect of salt stress and temperature on seed quality of *P. aquatica*. The work was carried out at the Laboratory of Seed Analysis - (LAS) of the Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, simulation of salt stress was used as a solute sodium chloride (NaCl) at concentrations of 0,0 (control); 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 and 15,0 dS.m⁻¹ diluted in distilled and deionized water. Subsequently the seeds were distributed on the substrate and germinated at temperatures of 25 and 30 °C. The experimental design was completely randomized with treatments arranged in a factorial 2 x 6, two temperatures and salinity concentrations of six, with four replicates of 25 seeds. We evaluated the percentage of germination, speed of germination, seedling length (root and shoot) and dry mass of shoots. Increasing the salt concentration in the substrate reduces the germination and seed vigor *Pachira aquatica* Aubl., especially when the seeds are subjected to a temperature of 25 °C. *P. aquatica* seeds are tolerant to salinity, temperature under 30 °C, with a reduction in seed germination at concentrations above the concentration of 6.0 dS.m⁻¹.

Keywords: salinity, recalcitrant seeds, seed analysis

1. INTRODUÇÃO

A *Pachira aquatica* Aubl. é uma frutífera nativa do Sul do México e Norte do Brasil, pertencente a família Malvaceae, sendo popularmente denominada de monguba, cacau-selvagem e cacau-falso (LORENZI et al., 2006). A espécie é ornamental, com flores solitárias na extremidade dos ramos de coloração branco-creme e marrom-avermelhada, que ocorre entre setembro e outubro (LIMA et al., 2012). Sua madeira pode ser utilizada em usos internos, caixotaria, fósforos e molduras, as sementes possuem grande quantidade de endosperma podendo ser consumidas *in natura* ou torradas e, há registro que o uso do extrato etanólico das sementes possui atividade inseticida e repelente sobre *Hypothenemus hampei* Ferrari (LIMA et al., 2012; SOUZA et al., 2012).

As sementes de *P. aquatica* possuem um conteúdo elevado de óleo, 46,62%, e uma quantidade significativa de proteínas, 13,75%, características típicas de espécies oleaginosas, podendo se constituir uma boa fonte para exploração econômica (SILVA et al., 2010).

O conhecimento sobre o manejo e análise de sementes de espécies nativas do Brasil é essencial para fornecer dados que possam caracterizar suas qualidades físicas e fisiológicas. No estudo da germinação de sementes, o conhecimento sobre como o estresse influencia esse processo tem importância especial na ecofisiologia para avaliar os limites de tolerância e a capacidade de adaptação das espécies, pois os fatores abióticos interferem na germinação das sementes (LARCHER, 2000).

Espécies que possuem sementes recalcitrantes são comuns em florestas tropicais, e possuem melhores condições para a germinação e estabelecimento das plântulas, devido às ótimas condições de temperatura e precipitação (REGO, 2012). No entanto, segundo Larcher (2000) deve-se observar o grau de tolerância ao estresse salino, o qual depende da capacidade das plantas de minimizarem os efeitos da salinidade através de mecanismos específicos de adaptação.

Os sais interferem no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre o solo e a superfície da semente, o que provoca uma restrição na entrada de água pelo embrião (LOPES e MACEDO, 2008). O efeito dos sais na germinação é principalmente

osmótico em algumas espécies, mas também pode exercer efeitos tóxicos nas sementes por causar danos antes e/ou após o início da germinação (GORDIN et al., 2012).

Um dos métodos mais utilizados para determinar a tolerância das plantas ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos (LIMA e TORRES, 2009), pois a salinidade afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plântulas, e seus efeitos dependem não só da espécie vegetal, mas também do tipo de sal existente no solo (GUEDES et al., 2011).

A ação dos sais nas sementes varia amplamente entre as espécies. Os sais inibiram a germinação das sementes de *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass. no potencial de -1,2 MPa com concentração de 21,44 g.L⁻¹ de NaCl (GORDIN et al., 2012). O aumento nas concentrações das soluções salinas produziu decréscimo na emergência e no índice de velocidade de emergência das plântulas em sementes de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., com limite máximo de tolerância à salinidade de 1,5 dS m⁻¹ (NOGUEIRA et al., 2012). No entanto, as sementes de *Cupania vernalis* Cambess são tolerantes a altas concentrações de NaCl (LEMES et al., 2012).

A temperatura é outro fator ambiental que pode interferir na capacidade germinativa de sementes de algumas espécies, cujos efeitos também podem ser avaliados a partir de mudanças ocasionadas na porcentagem e velocidade de germinação ao longo do tempo de incubação (GUEDES et al., 2011). A germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperaturas. Essas temperaturas são variáveis de acordo com as diferentes espécies e cultivares (FLOSS, 2004). Dentro da faixa de temperatura em que as sementes de uma espécie germinam, existe uma temperatura ótima, denominada como aquela em que ocorre a máxima germinação no menor período de tempo (SILVA e AGUIAR, 2004).

Nas temperaturas ótimas, ocorrem maior velocidade de germinação, mas somente as sementes mais vigorosas conseguem germinar, já as temperaturas inferiores ou superiores à ótima tendem a reduzir a velocidade do processo germinativo, expondo as plântulas por maior período a fatores adversos, o que pode levar à redução no total de germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

De forma geral, sementes de grande número de espécies tropicais e subtropicais germinam na faixa entre 20 °C a 30 °C. As temperaturas de 25 e 30 °C favoreceram a

germinação de sementes de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntz (MAEKAWA et al., 2010). Para as sementes de *Sapindus saponaria* L. a melhor condição para executar o teste de germinação é empregando a temperatura constante de 30 °C (OLIVEIRA et al., 2012).

Apesar de haver grande diversidade de espécies nativas no Brasil, ainda há uma carência de estudos relacionados ao processo germinativo e, para as sementes de *P. aquatica*, ainda não há critérios estabelecidos para a realização do teste de germinação. Desta forma, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do estresse salino e de temperaturas na qualidade fisiológica das sementes de *Pachira aquatica*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG), em Garanhuns - PE.

2.2. Colheita e beneficiamento das sementes

Os frutos de *Pachira aquatica* Aubl. foram coletados com auxílio de um podão de cinco árvores matrizes localizadas na UFRPE/UAG em Garanhuns - PE, e capturados através de uma malha de rede, evitando que os frutos tocassem o chão. Em seguida, o material coletado foi transportado para o LAS, onde as sementes foram retiradas manualmente dos frutos e as mal formadas e com injúrias foram retiradas manualmente do lote.

2.3. Estresse salino

Na simulação do estresse salino, utilizou-se como soluto o cloreto de sódio (NaCl), nas concentrações de 0,0 (controle); 3,0; 6,0; 9,0; 12,0 e 15,0 dS.m⁻¹ diluídas em água destilada e deionizada, sendo que o nível zero foi utilizada apenas água destilada e deionizada para umedecer o substrato.

2.4. Características avaliadas

2.4.1. Teste de Germinação

No teste de germinação, para cada tratamento utilizou-se 100 sementes, as quais foram divididas em quatro repetições de 25 sementes cada. As sementes foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel toalha foi umedecido com as soluções de NaCl supracitadas na quantidade equivalente a 3,0 vezes a massa do papel não hidratado, sem adição posterior da solução, além do tratamento com água destilada e deionizada, representando a testemunha, na

mesma quantidade citada anteriormente. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação.

O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) regulado para os regimes de temperatura constante de 25 °C e 30 °C, com fotoperíodo de oito horas. As avaliações se iniciaram no oitavo dia e terminaram no décimo quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas que emitiram raiz primária e hipocótilo, os resultados foram expressos em porcentagem.

2.4.2. Índice de Velocidade de Germinação (IVG)

O teste foi realizado conjuntamente com o teste de germinação, computando-se o número de plântulas que geminaram diariamente, e o índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

2.4.3. Comprimento e massa seca de plântulas

No final do teste de germinação, as raízes e a parte aérea das plântulas normais de cada repetição foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em cm/plântula. Após essa determinação, a parte aérea das plântulas de cada repetição foram acondicionadas em sacos de papel e levados a estufa regulada a 80 °C, durante 24 horas. Decorrido esse período, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo os resultados expressos em g/plântula (NAKAGAWA, 1999).

2.5. Análise estatística e delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 6, sendo duas temperaturas e seis concentrações de salinidade, com quatro repetições de 25 sementes. Os dados médios foram submetidos à análise de variância de regressão polinomial, escolhendo-se o modelo de maior grau significativo (linear, quadrático) com coeficiente de determinação (R^2) acima de 50%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as sementes de *Pachira aquatica* submetidas ao estresse salino nas temperaturas testadas indicaram que a interação entre esses fatores exerceram influência sobre a porcentagem de germinação (Figura 1). Nas duas temperaturas a porcentagem de germinação reduziu à medida que houve aumento na concentração das soluções salinas, sendo que os maiores percentuais de germinação foram obtidos na concentração zero de salinidade (uso de água) com 79% a 25 °C e 84% a 30 °C. A partir desse nível, a germinação foi afetada negativamente, com redução mais acentuada nas sementes submetidas à temperatura de 25 °C. E essa temperatura mais baixa pode ter reduzido o metabolismo das sementes, e aliado à seca fisiológica causada pelas concentrações de sais, provocaram redução na germinação das sementes de *P. aquatica* com o aumento das concentrações de NaCl.

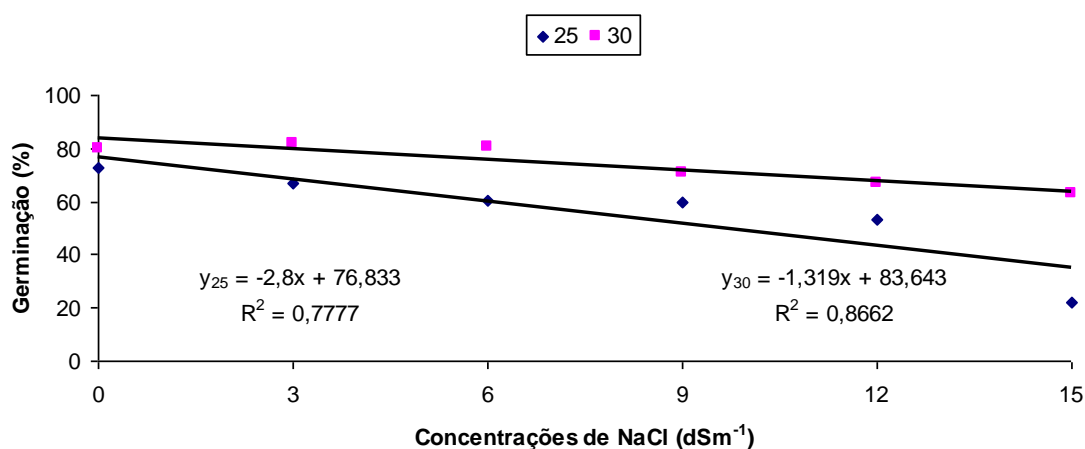


Figura 1. Germinação de sementes de *Pachira aquatica* Aubl. submetidas às temperaturas de 25 e 30 °C e ao estresse salino por NaCl.

Ressalta-se ainda, que mesmo havendo redução na porcentagem de germinação das sementes de *P. aquatica*, as mesmas continuam germinando com o aumento das concentrações de salinidade. Esses resultados conferem à espécie a capacidade de formar populações significativas mesmo em ambientes salinos.

Resultados semelhantes foram verificados por Guedes et al. (2011) em sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze submetidas a diferentes temperaturas e concentrações de sais, observaram redução da germinação com o aumento das concentrações salinas. Segundo os autores o excesso dos íons Na^+ e Cl^- podem ter sido responsáveis pela redução na germinação, uma vez que os mesmos tendem a causar a diminuição da intumescência protoplasmática, afetando a atividade enzimática. Essas alterações resultam também na produção inadequada de energia por distúrbios na cadeia respiratória e efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma (LARCHER, 2000; TOBE e OMASA, 2000).

De acordo com Larcher (2000) a resistência à salinidade é descrita como a habilidade de evitar, por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sais provenientes do substrato alcancem o protoplasma e também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração dos mesmos. As sementes de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, *Myracrodruon urundeuva* (Fr. All.), *Aspidosperma pyrifolium* (Mart.) e *Erythrina velutina* (Willd.) foram consideradas altamente tolerantes à salinidade por Dantas et al. (2014), com germinação limitada acima da concentração salina de 12 dS.m^{-1} , porém, a produção de mudas é indicada em concentrações inferiores a 6 dS.m^{-1} . Esses resultados corroboram com os encontrados para as sementes de *P. aquatica* que exibiram tolerância à salinidade, com redução na germinação acima da concentração de 6 dS.m^{-1} .

Lemes et al. (2012) também consideraram as sementes de *Cupania vernalis* Cambess como altamente tolerantes a salinidade, pois apesar da redução na porcentagem de germinação, continuaram germinando em concentrações superiores a 1,5% de NaCl, com germinação de 62% em potenciais de -1,6 MPa.

Os dados referentes ao índice de velocidade de germinação das sementes de *P. aquatica* encontram-se na Figura 2, pelo qual se observa que esta variável foi influenciada pela temperatura e pelo acréscimo das concentrações de NaCl. Os maiores índices de velocidade de germinação ocorreram no nível zero de salinidade, uso de água, nas temperaturas de 25 e 30 °C, com valores de 1,16 e 1,57, respectivamente. Posteriormente,

ocorreram reduções significativas quando as sementes foram submetidas ao nível de salinidade superiores a 6 dS.m^{-1} nas duas temperaturas.

A redução na porcentagem de germinação e no índice da velocidade de germinação com o aumento do estresse salino pode estar relacionados com a seca fisiológica produzida, pois quando há aumento da concentração de sais no meio germinativo, ocorre uma diminuição do potencial osmótico e, conseqüentemente, uma redução do potencial hídrico.

Com relação às temperaturas verificou-se que estas também influenciaram a velocidade de germinação das sementes de *P. aquatica*, sendo que a temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$ foi mais prejudicial, independente das concentrações de sais utilizadas. Dessa forma, o índice de velocidade de germinação foi eficiente para indicar os efeitos negativos dos níveis de sais e das temperaturas, uma vez que o aumento nas concentrações salinas proporcionou redução na velocidade de germinação.

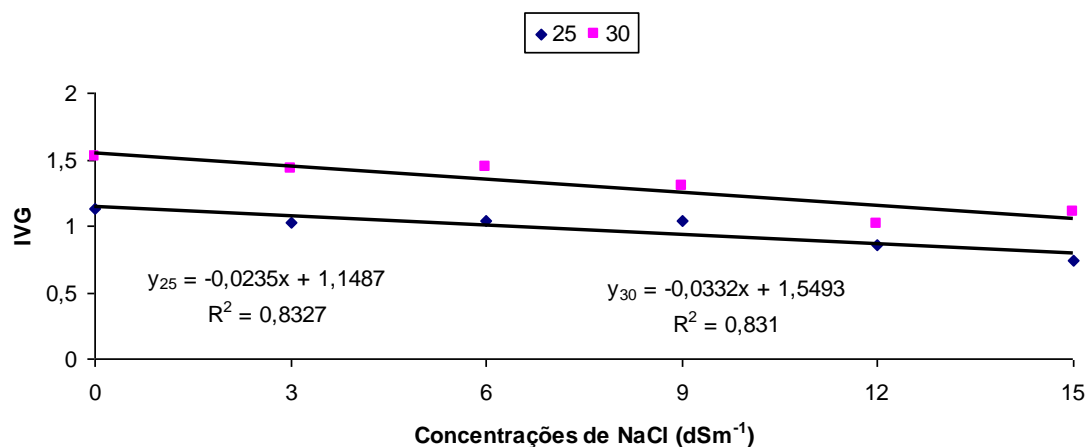


Figura 2. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Pachira aquatica* Aubl. submetidas às temperaturas de 25 e 30 °C e ao estresse salino por NaCl.

Lemes et al. (2012) observaram um decréscimo na velocidade de germinação com o aumento das concentrações de sais do substrato e evidenciaram que a adição do NaCl contribui para o retardamento na emergência das plântulas, constatando que é um fator preponderante na velocidade de germinação de sementes de *Cupania vernalis* Cambess. O aumento da salinidade não causou alterações significativas no índice de velocidade de

germinação das sementes de *Erythrina velutina* Willd, porém, a partir da concentração de 12 dS.m⁻¹ exerceu um efeito negativo sobre o crescimento inicial, e retardou a mobilização de compostos nas sementes de *E. velutina* sob temperatura de 25 °C (REIS, 2012).

O fato da germinação e do vigor das sementes de *P. aquatica* terem sido afetados negativamente não quer dizer que esta espécie não tenha potencial para vegetar em condições salinas com concentrações similares ao utilizado neste trabalho. Com os resultados obtidos com o estresse salino em sementes de *P. aquatica* verifica-se a importância ecológica, pois demonstram que as sementes desta espécie não possuem exigências especiais, quanto a concentração salina, para a sua germinação, principalmente nas fases iniciais do seu ciclo de vida.

Quanto ao comprimento da raiz primária das plântulas de *Pachira aquatica*, as sementes acondicionadas à temperatura de 30 °C se ajustaram ao modelo quadrático de regressão, com comprimento máximo de 7 cm na concentração de 4,0 dS.m⁻¹ (Figura 3). De acordo com Chaves et al. (2009) o excesso de sal causa restrição da absorção de água, devido à diminuição do potencial osmótico no substrato, ocasionando o alongamento da raiz, o que justifica os maiores comprimentos encontrados nas concentrações até 4,0 dS.m⁻¹. As plântulas originadas das sementes submetidas à temperatura de 25 °C (Figura 3) adequaram-se ao modelo linear, com 5,55 cm de raiz, quando utilizada água destilada para germinação, e redução linear no comprimento com o aumento das concentrações salinas.

A sensibilidade das sementes ao estresse durante a embebição depende, entre outros fatores, da temperatura, a velocidade de absorção de água e o teor de umidade das sementes (DANTAS et al., 2014). A interação entre esses fatores tem um efeito significativo sobre o vigor das plantas que se desenvolvem a partir dessas sementes (BEWLEY et al., 2013).

Harter et al. (2014) observaram redução no comprimento da raiz e parte aérea das plântulas de *Cucurbita pepo* L. com o aumento das concentrações de NaCl. Avaliando o efeito do estresse salino e da temperatura na germinação e vigor das sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze, Guedes et al. (2011) verificaram que a temperatura de 25 °C foi a que proporcionou o maior comprimento da raiz e parte aérea das plântulas, independente das concentrações de sais utilizadas. A temperatura de 25 °C proporcionou as melhores

condições para avaliação das sementes de *Zephyranthes sylvatica* (Mart.) Baker, que foram classificadas por Silva et al. (2014) como não tolerantes ao estresse salino.

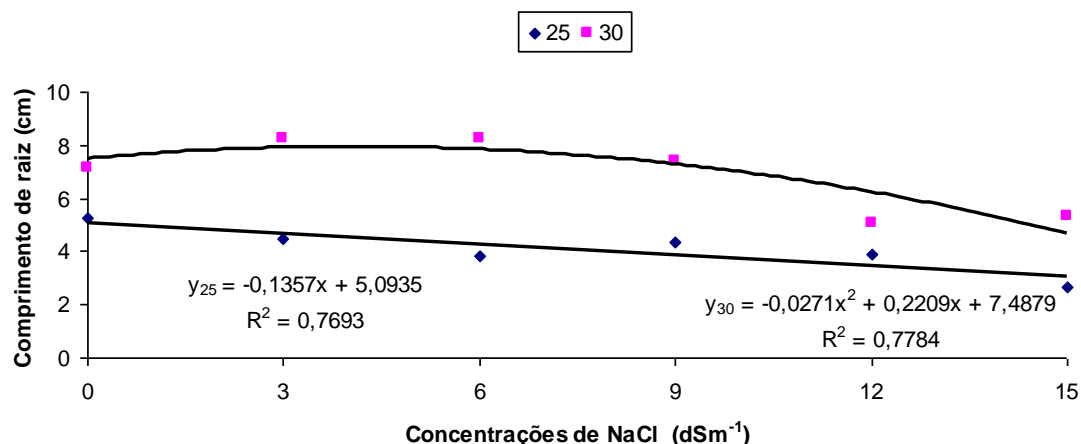


Figura 3. Comprimento da raiz primária de plântulas de *Pachira aquatica* Aubl. submetidas às temperaturas de 25 e 30 °C e ao estresse salino por NaCl.

Para o comprimento da parte aérea de plântulas de *P. aquatica*, verificou-se que o melhor desempenho foi registrado quando as sementes foram submetidas à concentração de 0,0 dS.m⁻¹, ou seja, uso de água destilada, nas temperaturas de 25 e 30 °C, com 2,55 e 2,98cm, respectivamente (Figura 4). Dentre as temperaturas avaliadas, a temperatura de 30 °C foi a que proporcionou o maior comprimento de plântulas (raiz e parte aérea), sendo adequada para o desenvolvimento das mesmas, independente das concentrações de sais utilizadas.

O estresse salino nas fases iniciais da germinação tem como principal causador de injúria o desbalanço iônico e a toxicidade causada pelo excesso de Na⁺ (GORDIN et al., 2012). Dessa forma, o baixo potencial hídrico causado pela presença de sais, provavelmente, reduziu o crescimento da parte aérea e radicular das plântulas de *P. aquatica* com o aumento das concentrações de NaCl.

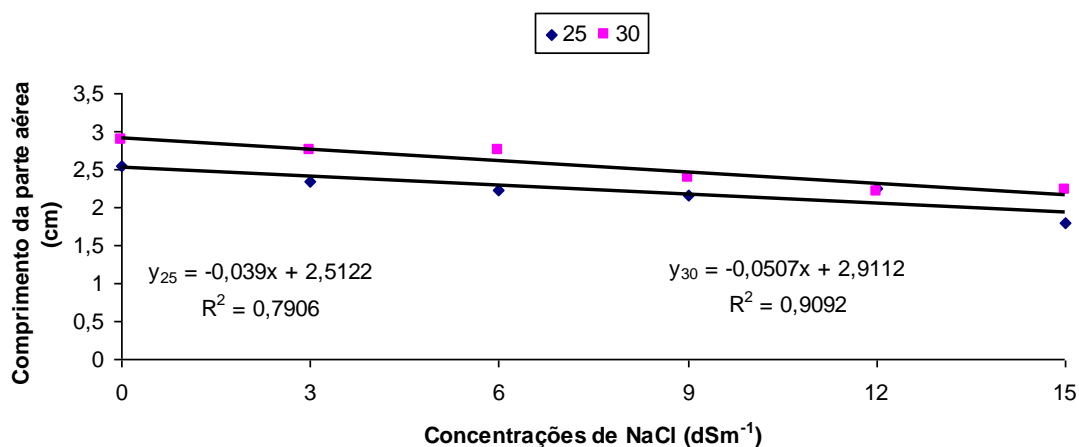


Figura 4. Comprimento da parte aérea de plântulas de *Pachira aquatica* Aubl. submetidas às temperaturas de 25 e 30 °C e ao estresse salino por NaCl.

No que se refere à massa seca da parte aérea (Figura 5), observou-se o maior acúmulo foi obtido quando utilizou-se a concentração de 3,0 dS.m⁻¹ sob temperatura de 30 °C e na concentração de 0,0 dS.m⁻¹ (uso de água) na temperatura de 25 °C, com 0,0812 e 0,0678g, respectivamente, com diminuição da massa seca à medida que essas concentrações aumentaram. Larré et al. (2011) afirmaram que a diminuição da massa seca pode ocorrer devido a redução do ganho de carbono e ao gasto energético para adaptação a salinidade, envolvendo processos de regulação do transporte e distribuição iônica em vários órgãos e dentro das células, com a síntese de solutos orgânicos para osmorregulação e a manutenção da integridade das membranas celulares, o que justifica a redução na massa seca da parte aérea das plântulas de *P. aquatica*.

O aumento nas concentrações das soluções salinas produziu decréscimo na massa seca das plântulas de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., exibindo moderada tolerância à salinidade com limite máximo de 1,5 dS.m⁻¹ (NOGUEIRA et al., 2012). Gordin et al. (2012) verificaram diminuição da translocação de reservas para as plântulas de *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass. conforme o estresse salino foi acentuado. Resultados semelhantes foram verificados por Oliveira et al. (2013) em plântulas de *Moringa oleifera* Lam., com redução de mais de 84% da massa seca da parte aérea na salinidade de 5,0 dS.m⁻¹. Para Lemes et al. (2012) o acúmulo de massa seca das plântulas de *Cupania vernalis* Cambess

foi reduzido com aumento dos níveis de salinidade, a partir da concentração de -1,2 MPa esse decréscimo foi mais expressivo; segundo os autores plântulas resultantes de meio em que há menor absorção de água exibem menor desenvolvimento, caracterizado por menores comprimentos da plântula.

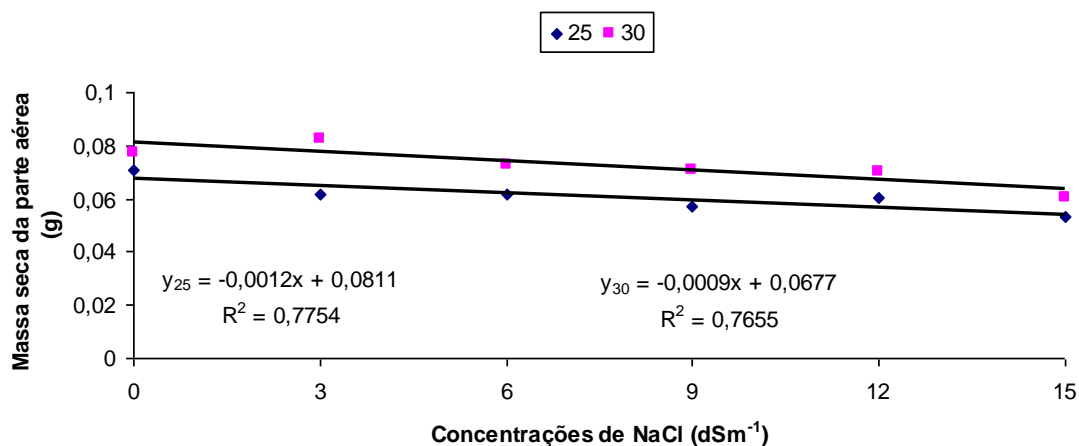


Figura 5. Massa seca da parte aérea de plântulas de *Pachira aquatica* Aubl. submetidas às temperaturas de 25 e 30 °C e ao estresse salino por NaCl.

A tolerância ao estresse salino, na temperatura de 30 °C confere a *P. aquatica* um caráter adaptativo, propiciando elevada capacidade de estabelecimento de suas plântulas em áreas onde as mais sensíveis à salinidade não são capazes de sobreviver. Além disso, por se tratar de uma espécie recalcitrante, essa tolerância ao estresse salino representa vantagem na competição com outras espécies, garantindo sua sobrevivência e longevidade em condições naturais.

4. CONCLUSÕES

O aumento da concentração salina no substrato reduz a germinação e o vigor das sementes de *Pachira aquatica* Aubl., principalmente quando as sementes são submetidas a temperatura de 25 °C.

As sementes de *P. aquatica* são tolerantes a salinidade, sob temperatura de 30 °C, com redução na germinação das sementes em concentrações acima da concentração de 6,0 dS.m⁻¹.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, K. H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development germination and dormancy**. New York: Springer, 2013, 392p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v.103, n.4, p.551-560, 2009.

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; MATIAS, J. R.; ARAÚJO, G. G. L. Germinative metabolism of Caatinga forest species in biosaline agriculture. **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.194-203, 2014.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: o estudo que se está por trás do que se vê**. Passo fundo: UPF, p.188-192, 2004.

GORDIN, C. R. B.; MARQUES, R. F.; MASETTO, T. E.; SOUZA, L. C. F. Estresse salino na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.). **Acta Botanica Brasilica**, v.26, n.4, p.966-972, 2012.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; GALINDO, E. A.; BARROZO, L. M. Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.279-288, 2011.

HARTER, L. S. H.; HARTER, F. S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p.80-85, 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LARRÉ, C. F.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F. Qualidade fisiológica de sementes de arroz tratadas com solução salina e 24-epibrassinolídeo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1, p.86-94, 2011.

LEMES, E. Q.; LOPES, J. C.; NOGUEIRA, N. O.; SILVA, L. F.; GOMES JÚNIOR, D.; PEREIRA, D. S. Qualidade fisiológica de *Cupania vernalis* Cambess sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Tropic: ciências agrárias e biológicas**, v.6, n.3 p.144-153, 2012.

LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.93-99, 2009.

LIMA, M. F. D.; MIRANDA, D. P.; KARSBURG, I. V. Caracterização dos cromossomos de *Pachira aquatica* Aubl. (Malvaceae). **Revista Estudos**, v.39, n.3, p.337-343, 2012.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influencia do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.79-85, 2008.

LORENZI, H.; SARTORI, S.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. p.161.

MAEKAWA, L.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; COELHO, M. F. B. Germinação de sementes de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze em diferentes temperaturas e condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12, n.1, p.23-30, 2010.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA, N. J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NOGUEIRA, N. W.; LIMA, J. S. S.; FREITAS, R. M. O.; RIBEIRO, M. C. C.; LEAL, C. C. P.; PINTO, J. R. S. Efeito da salinidade na emergência e crescimento inicial de plântulas de flamboyant. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.3, p.466-472, 2012.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, R. C. P.; SILVA, O. M. P.; MAIA, P. M. E.; CÂNDIDO, W. S. Crescimento de mudas de moringa em função da salinidade da água e da posição das sementes nos frutos. **Revista Árvore**, v.37, n.1, p.79-87, 2013.

OLIVEIRA, L. M.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; SILVA, V. D. M.; FERARRI, C. S.; SILVA, G. Z. Germinação e vigor de sementes de *Sapindus saponaria* L. submetidas a tratamentos pré-germinativos, temperaturas e substratos. **Ciência Rural**, v.42, n.4, p.638-644, 2012.

REGO, S. S. **Tolerância à desidratação e armazenamento de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) Berg. e *Casearia decandra* Jacq.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. 142p. Tese de Doutorado.

REIS, R. C. R. **Tolerância a estresses abióticos em sementes de *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) nativa da caatinga.** Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2012. 132p. Tese de Doutorado.

SILVA, B. L. A.; BORA, P. S.; AZEVEDO, C. C. Caracterização química parcial das Proteínas das Amêndoas da Munguba (*Pachira aquatica* Aubl). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.3, p.333-340, 2010.

SILVA, L. M. M.; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscopus phyllacanthus* Pax e K. Hoffm. (faveleira). **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.9-14, 2004.

SILVA, M. W.; BARBOSA, L. G.; SILVA, J. E. S. B.; GUIRRA, K. S.; GAMA, D. R. S.; OLIVEIRA, G. M.; DANTAS, B. F. Characterization of seed germination of *Zephyranthes sylvatica* (Mart.) Baker (Amarilidacea). **Journal of Seed Science**, v.36, n.2, p.178-185, 2014.

SOUZA, D. K.; LIMA, R. A.; DOMINGUES, C. A.; PEDROSO, L. A.; FACUNDO, V. A.; GAMA, F. C.; SANTOS, M. R. A. Bioatividade do extrato etanólico obtido de sementes de *Pachira aquatica* Aubl. sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari). **Revista Saúde e Pesquisa**, v.5, n.2, p.352-358, 2012.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). **Annals of Botany**, v.85, n.3, p.391-396, 2000.

CAPÍTULO III

PROMOTORES DE ENRAIZAMENTO NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *PACHIRA AQUATICA* AUBL.

**PROMOTORES DE ENRAIZAMENTO NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE
PACHIRA AQUATICA AUBL.**

RESUMO

A propagação vegetativa tem sido estimulada como opção para produção de mudas de espécies recalcitrantes, como a *Pachira aquatica*. O uso de extratos vegetais tem atuado na regulação de algumas substâncias do metabolismo vegetal, agindo também no enraizamento de algumas espécies de forma semelhante a utilização de auxinas. Dessa forma, objetivou-se avaliar a influência da aplicação de extratos de folhas de *Salix babylonica* e *Cyperus rotundus* em diferentes concentrações no enraizamento de estacas de *P. aquatica*. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, utilizando-se estacas de *P. aquatica* com 20 cm de comprimento e 8 mm de diâmetro, com base cortada em bisel e corte reto acima da última gema. Foram realizados dois experimentos constando os seguintes tratamentos: experimento I: extrato aquoso de folhas de *S. babylonica* nas concentrações de 0, 10, 25, 50 e 100%; experimento II: extrato aquoso de folhas de *C. rotundus* nas concentrações de 0, 10, 25, 50 e 100%; para os dois experimentos foram adicionadas testemunha adicional (Imersão em fertilizante comercial Forth[®]). Após 60 dias do plantio das estacas, foram realizadas as avaliações: porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes/estaca, número de brotações, número de folhas, número de estacas com brotações e massa seca das folhas. A *Pachira aquatica* é uma espécie de fácil enraizamento, não sendo necessário o uso de fitohormônio e fertilizante comercial Forth[®]. A aplicação de extratos de folhas de *Cyperus rotundus* e de *Salix babylonica* não se constitui uma alternativa viável na produção de mudas de *P. aquatica*.

Palavras-chave: enraizamento, *Salix babylonica*, *Cyperus rotundus*, produção de mudas

**PROMOTERS IN ROOTING FOR VEGETATIVE PROPAGATION OF *PACHIRA*
AQUATICA AUBL.**

SUMMARY

The vegetative propagation has been encouraged as an option for seedling production of recalcitrant species. The use of plant extracts has been active in the regulation of plant metabolism some substances, also acting on rooting of some species similarly the use of auxin. Thus, we aimed to evaluate the influence of the application of leaf extracts of *Salix babylonica* and *Cyperus rotundus* in different concentrations on rooting of *P. aquatica*. The work was carried out at the Laboratory of Seed Analysis - (LAS) of the Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns-PE, using cuttings of *P. aquatica* made with 20 cm and 8 mm in calibre in length diagonal cut at the bottom and a straight cut above the last bud. Experiment I: Two experiments containing the following treatments were performed aqueous leaf extract of *S. babylonica* in concentrations of 0, 10, 25, 50 and 100%; Experiment II: aqueous extract of leaves of *C. rotundus* in concentrations of 0, 10, 25, 50 and 100%; to witness the two experiments additional control (Immersion commercial fertilizer Forth®). After 60 days the cuttings assessments were performed: rooting percentage, number of roots/cuttings, number of shoots, number of leaves, number of cuttings with shoots and leaf dry weight. The *Pachira aquatica* is an easy to root species, the use of commercial fertilizer and phytohormone Forth® not necessary. The application of leaf extracts of *Cyperus rotundus* and *Salix babylonica* not a viable alternative in the production of seedlings of *P. aquatica*.

Keywords: rooting, *Salix babylonica*, *Cyperus rotundus*, seedling production

1. INTRODUÇÃO

A mongubeira (*Pachira aquatica* Aubl.) pertencente à família Malvaceae, antiga Bombacaceae, é uma espécie frutífera nativa do Sul do México e Norte do Brasil, bastante utilizada na arborização urbana, sendo pouco frequente em seu habitat natural nas matas periodicamente inundáveis do litoral do Pará e Maranhão (LORENZI et al., 2006; LIMA et al., 2012). A *P. aquatica* é uma árvore de copa densa que pode chegar de 6 a 14 m de altura, suas sementes podem ser consumidas *in natura* ou torradas, e a multiplicação é realizada por sementes e estacas (LORENZI et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007; SILVA et al., 2012).

Apesar de ser uma espécie pouco cultivada no Brasil, a *P. aquatica* apresenta grande potencial para ser explorada economicamente e já tem sido assunto de vários estudos por pesquisadores. Em outros países as sementes descascadas e reduzidas a um pó ou como farinhas são utilizadas para adulterar o cacau e substituir o café (SILVA, 2011). O extrato da casca externa da raiz de *P. aquatica* possui propriedades farmacêuticas sendo capaz de neutralizar os danos causados por *Bothrops pauloensis* (VIEIRA, 2010). O extrato etanólico obtido das sementes de *P. aquatica* possui atividade inseticida e repelente sobre *Hypothenemus hampei* Ferrari (SOUZA et al., 2012). Além disso, suas sementes possuem um conteúdo elevado de óleo (46,62%) podendo constituir uma boa fonte para produção de biodiesel (SILVA et al., 2010).

Espécies que possuem sementes recalcitrantes como a *P. aquatica*, produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis em virtude do comportamento recalcitrante com relação ao armazenamento, no entanto, essas sementes perdem a viabilidade em curto período de tempo, mesmo quando armazenadas sob condições de umidade, limitando sua propagação sexuada (CARVALHO, 2003). Diante desse fato, a propagação via assexuada tem sido estimulada como opção para produção de mudas de espécies recalcitrantes.

O estudo da propagação vegetativa é uma das primeiras etapas no desenvolvimento de tecnologia agrícola de novas espécies, pois exige a determinação de um método de propagação que produzirá maior eficiência na instalação e condução do plantio

(FERREIRA e GONÇALVES, 2007). Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia é um dos métodos que proporciona a manutenção das características da planta-matriz nos descendentes, assegurando a formação de plantios comerciais homogêneos e facilitando o manejo do cultivo (SASSO et al., 2010).

A estaquia é um dos principais métodos utilizados para produção de mudas de boa qualidade, sendo bastante empregado em espécies ornamentais e frutíferas. A maioria dos estudos que dizem respeito à propagação de espécies florestais nativas brasileiras está relacionada à propagação sexuada, pela própria ausência de informações silviculturais das espécies e pelo maior domínio operacional e menores custos iniciais dessa técnica. Porém, o uso dessa forma de propagação tem limitado a produção comercial de mudas, visto que as sementes de algumas espécies são recalcitrantes (CARVALHO, 2003), além de outros fatores, peculiares a determinadas espécies, como a produção irregular ou a baixa quantidade de sementes ao longo dos anos, dificultando o suprimento adequado no processo de produção de mudas (DIAS et al., 2012b).

Para aumentar o enraizamento de algumas espécies é comum realizar a aplicação de fitoreguladores de crescimento de natureza auxínica na produção de mudas. De acordo com Hartmann et al. (2002) as auxinas são as substâncias mais importantes na indução do enraizamento em estacas, atuando na ativação de células do câmbio vascular, promovendo a formação de raízes adventícias em estacas. Os fitoreguladores vegetais à base de auxinas podem ser obtidos de forma sintética ou natural, sendo extraído de plantas que os possuem em sua composição.

O chorão (*Salix babylonica* L.) é uma espécie ornamental bastante comum no Brasil, utilizada no processo de absorção direta pelas raízes de substâncias químicas como benzeno e o etanol; o extrato das folhas possui grande quantidade de flavonoides e taninos, e tem sido utilizado como fitohormônio natural no enraizamento de estacas (ORWA et al., 2009).

A *Cyperus rotundus* L., popularmente conhecida como tiririca, é uma planta daninha muito conhecida por seus efeitos alopatóicos e amplamente distribuída em diversos agroecossistemas, provocando reduções quantitativas e qualitativas na produção mundial das principais culturas (ANDRADE et al., 2009; RESENDE et al., 2013). A *C. rotundus*

apresenta grande quantidade de compostos fenólicos, e os maiores níveis são encontrados em extratos de folha, sendo que os componentes mais abundantes são fenóis e ácidos graxos (QUAYYUM et al., 2000). Devido à presença do elevado nível de ácido indolbutírico, a tiririca pode ser utilizado como fitohormônio natural para estimular a formação de raízes de plantas (RODRIGUES et al., 2010).

A aplicação dos extratos de folhas e de tubérculos de tiririca não exibiu diferença entre os resultados obtidos com a aplicação de ANA e AIB para o enraizamento de estacas de *Duranta repens* L. (RESENDE et al., 2013). O extrato de tubérculos de tiririca não se constitui numa alternativa viável para o enraizamento de estacas de cafeeiro Conilon, pois imersão das estacas pode induzir o crescimento de raízes, porém com 120 segundos de imersão aparecem sintomas de toxicidade (DIAS et al., 2012a). Em *Cordia verbenacea* DC. o extrato aquoso de folhas e tubérculos de tiririca não influenciou o enraizamento das estacas (RODRIGUES et al., 2010). No entanto, para Arruda et al. (2009) o extrato de tubérculos de tiririca foi eficiente para promover o enraizamento das estacas de *Achras sapota* L. Dessa forma, a utilização do uso de extratos vegetais atua na regulação de algumas substâncias do metabolismo vegetal, atuando também no enraizamento de algumas espécies de forma semelhante a utilização de auxinas.

O uso de extratos vegetais para promover o enraizamento de estacas tem sido bastante difundido entre pequenos produtores por ser de baixo custo e tem se tornado viável para algumas espécies aumentando a porcentagem de enraizamento, diante do exposto o estudo teve como objetivo avaliar a influência da aplicação de extratos de folhas de *Salix babylonica* e *Cyperus rotundus* em diferentes concentrações no enraizamento de estacas de *Pachira aquatica*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG), em Garanhuns - PE.

2.2. Colheita e preparação das estacas

As estacas herbáceas de *Pachira aquatica* foram coletadas da porção mediana de ramos em estágio de crescimento vegetativo, de cinco matrizes localizadas no Campus da Unidade Acadêmica de Garanhuns. Em seguida, foram confeccionadas estacas com cerca de 20 cm de comprimento e diâmetro de aproximadamente 8 mm, preservando-se três gemas vegetativas, com um corte em bisel na extremidade basal e um corte perpendicular na parte apical da estaca para evitar acúmulo de água e, conseqüentemente, o apodrecimento da estaca.

2.3. Extratos vegetais

As folhas de chorão (*Salix babylonica* L.) e tiririca (*Cyperus rotundus* L.) foram utilizadas para a preparação dos extratos, sendo secas em estufa de ventilação forçada regulada a 80 °C, durante 24 horas. Em seguida, as folhas de cada espécie separadamente foram trituradas e dissolvidos em uma solução composta por 250 mL de água destilada e 250 mL de álcool, para cada 100 g de folhas secas, seguindo a metodologia proposta por Coutinho et al. (1999). Após o preparo das soluções, foi realizado o peneiramento e a diluição em água destilada nas seguintes concentrações: 0, 10, 25, 50 e 100%.

Antes da instalação do experimento, as estacas foram desinfetadas com imersão em solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante 5 minutos e em seguida, o terço basal foi imerso por 20 minutos nos seguintes tratamentos: Experimento I – extrato aquoso de folhas de tiririca (T1 - Imersão em extrato aquoso de folhas de tiririca na concentração de 10%; T2 - Imersão em extrato aquoso de folhas de tiririca na concentração de 25%; T3 - Imersão em extrato aquoso de folhas de tiririca na concentração de 50%; T4 - Imersão em extrato

aquoso de folhas de tiririca na concentração de 100%); Experimento II – extrato aquoso de folhas de chorão (T1 - Imersão em extrato aquoso de folhas de chorão na concentração de 10%; T2 - Imersão em extrato aquoso de folhas de chorão na concentração de 25%; T3 - Imersão em extrato aquoso de folhas de chorão na concentração de 50%; T4 - Imersão em extrato aquoso de folhas de chorão na concentração de 100%); para os dois experimentos foram colocadas testemunhas adicionais (Imersão em água, por 20 minutos, concentração 0%) e testemunha adicional (Imersão em fertilizante comercial estimulador de enraizamento Forth[®] (100mL/L), por 10 minutos).

Para o enraizamento, as estacas foram acondicionadas em bandejas plásticas, de dimensões 0,40 x 0,30 x 0,10m de comprimento, largura e profundidade, respectivamente, contendo como substrato areia lavada e autoclavada, umedecida com água destilada a 60% da capacidade de retenção de umidade conforme Brasil (2009), com quatro repetições de oito estacas, e mantidas em ambiente de laboratório. A umidade do substrato foi mantida através de irrigações diárias com água destilada.

2.4. Características avaliadas

Após 60 dias do plantio das estacas, foram realizadas as avaliações: porcentagem de estacas enraizadas, que consistiu na contagem das estacas que emitiram, pelo menos, uma raiz, independentemente do desenvolvimento da mesma, expressando o resultado em porcentagem de enraizamento; número de raízes/estaca, realizando a contagem das raízes formadas nas estacas em cada repetição, obtendo-se o número médio de raízes/estaca; número médio de brotações e folhas por estacas, que constituiu da contagem do número de brotações e folhas verificados em casa estaca; número de estacas com brotações; e massa seca das folhas, sendo os resultados expressos em g/estaca.

2.5. Análise estatística e delineamento experimental

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro repetições de oito estacas, cada tratamento, sendo separados em dois experimentos: I - extrato vegetal de chorão, com quatro concentrações (10, 25, 50 e 100%); e II - extrato vegetal de tiririca, com quatro concentrações (10, 25, 50 e 100%); e

duas testemunhas (testemunha e testemunha adicional). Os dados foram submetidos à análise de variância de regressão polinomial, escolhendo-se o modelo de maior grau significativo (linear, quadrático) com coeficiente de determinação (R^2) acima de 50%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1A e B encontram-se o número de brotações de estacas de *Pachira aquatica* enraizadas com extrato de chorão (*Salix babylonica*) e extrato de tiririca (*Cyperus rotundus*) em diferentes concentrações, respectivamente observa-se que nas estacas enraizada com extratos de chorão (Figura 1A) e tiririca (Figura 1B) houve redução no número de brotações com o aumento das concentrações dos extratos de chorão e tiririca, com um número inicial de 11 e 12 brotação, respectivamente, nas estacas que foram imersas em água, se ajustando ao modelo linear de regressão,

Para a testemunha adicional (TA), imersas em fertilizante comercial estimulador de enraizamento, o número de brotações foi inferior à concentração de 0% (testemunha) com média de seis brotações (Figura 1A e B). Resultados semelhantes foram observado por Pomicinski e Dorigon (2014) estudando o efeito de extratos de tiririca (*C. rotundus*), de pínus (*Pinus taeda* L.) e de uva-japão (*Hovenia dulcis* Thunb) no enraizamento de estacas de *Roupala brasiliensis* Klotzsch, verificaram que o maior enraizamento foi proporcionado quando as estacas foram apenas imersas em água, dessa forma, pode-se constatar que a *Pachira aquatica* podem ser consideradas de fácil enraizamento, não precisando do uso de enraizadores.

De acordo com os dados da Figura 2, constatou-se que apenas as médias das estacas submetidas ao extrato de chorão se adequaram ao modelo quadrático de regressão. Observou-se pela derivada da equação que o extrato de chorão proporcionou 5,58 estacas enraizadas com brotações na concentração de 31%. Não foram verificados efeitos significativos para estacas submetidas ao enraizamento nas concentrações dos extratos de tiririca, com média de 5,75 estacas enraizadas com brotações.

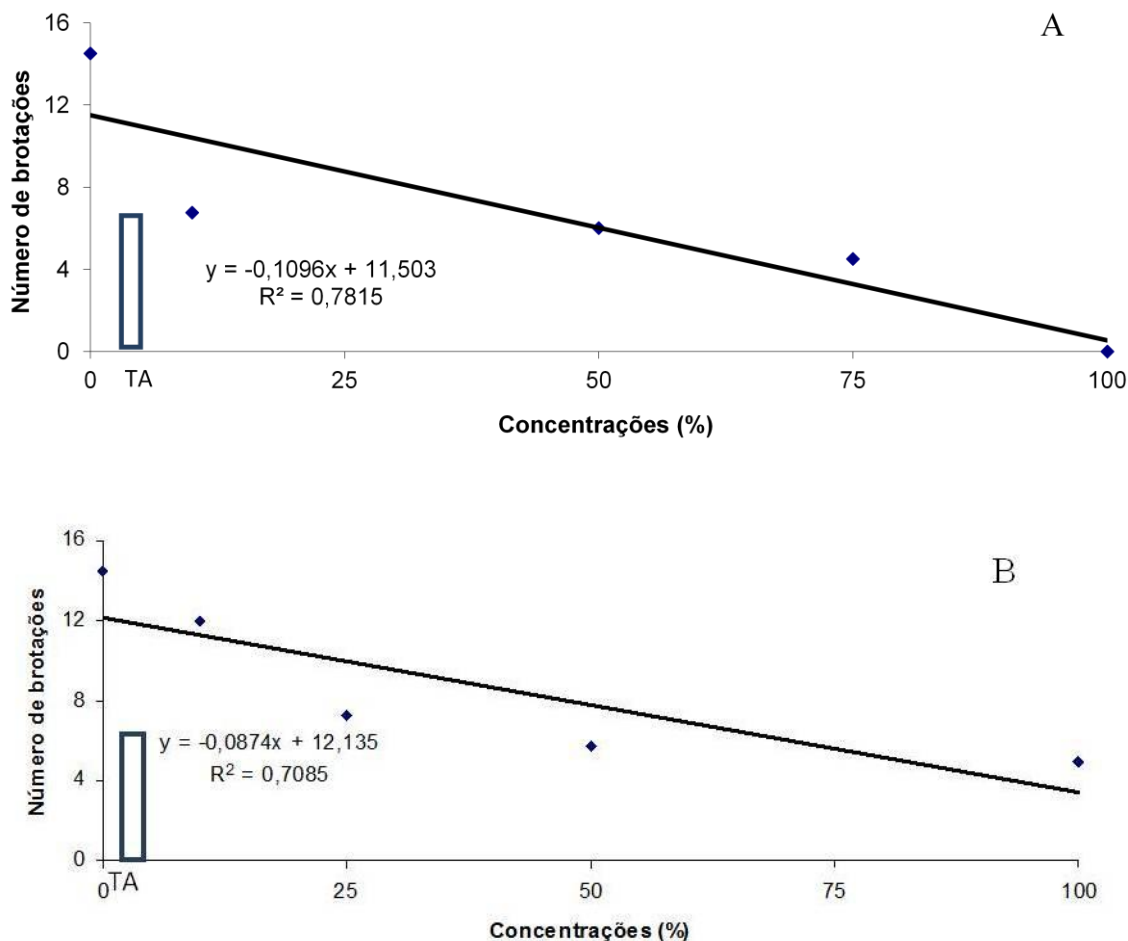


Figura 1. Número de brotações por estacas de *Pachira aquatica* enraizadas com extrato de Chorão (*Salix babylonica*) (A) e extrato de Tiririca (*Cyperus rotundus*) (B) em diferentes concentrações. TA = Testemunha adicional.

O número de estacas com brotações para a testemunha adicional, ou seja, aquelas que foram imersas em fertilizante comercial foram duas estacas (Figura 2). Paulino et al. (2012) avaliaram a propagação de *Croton zehntneri* Pax et Hoffm por estacas tratadas com indutores de enraizamento e observaram que o aumento da concentração de “Rescue Remedy” proporcionou a maior porcentagem de estacas com brotações. A utilização de extrato de tiririca induziu à maior brotação em estacas de *Malpighia emarginata* L.

(ROSSAROLLA et al., 2013). Porém, não proporcionou a maior emissão de gemas caulinares para as espécies de *Rosa* sp. e *Hibiscus* sp. (SILVA et al., 2014).

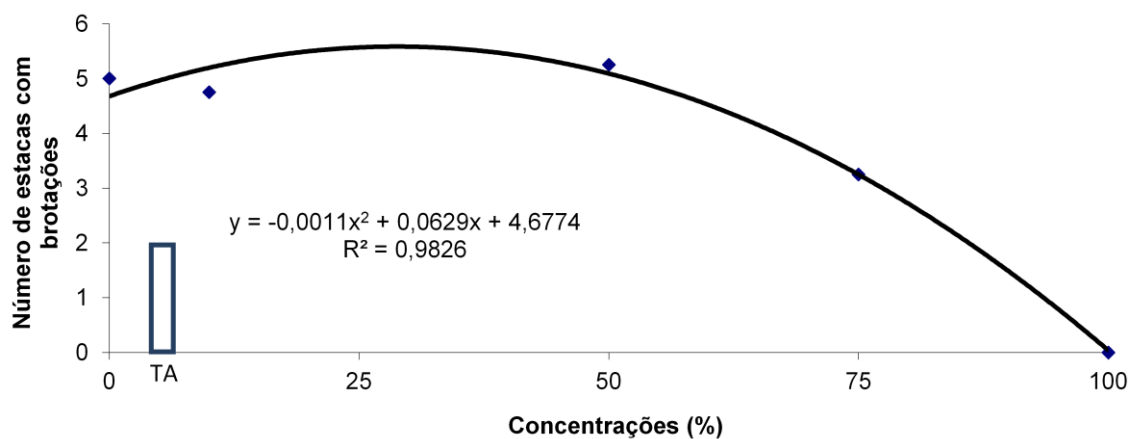


Figura 2. Número de estacas com brotações de *Pachira aquatica* enraizadas com extrato de Chorão (*Salix babylonica*) em diferentes concentrações. TA = Testemunha adicional.

O enraizamento das estacas de *P. aquatica* imersas em água favoreceu o maior número de folhas, três e quatro folhas, e as estacas em que foi utilizado o fertilizante comercial (testemunha adicional) a média do número de folhas foi de duas folhas (Figuras 3A e B). Com o aumento das concentrações dos extratos de chorão e tiririca houve uma redução drástica do número de folhas, provavelmente, essa redução está relacionada ao desequilíbrio hormonal da planta promovido pela ação fitotóxica do extrato de tiririca e chorão, sendo potencializado sob concentrações crescentes.

Resultados semelhantes foram obtidos por Dias et al. (2012a) para o número de folhas das brotações de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, em que a maior concentração do extrato de tiririca (1200 g dm⁻³) proporcionou a menor quantidade de folhas emitidas. A emissão de folhas é um ótimo indicativo da capacidade de enraizamento das estacas, pois quanto menor a biossíntese de AIA (ácido indolilacético), menor o número de raízes adventícias (DIAS et al., 2012a).

A presença de folhas influencia no enraizamento das estacas e as auxinas são muito importantes nesse processo, uma vez que são produzidas nas folhas novas e nas gemas, movendo-se naturalmente do ápice para a base dos ramos (HARTMANN et al., 2002).

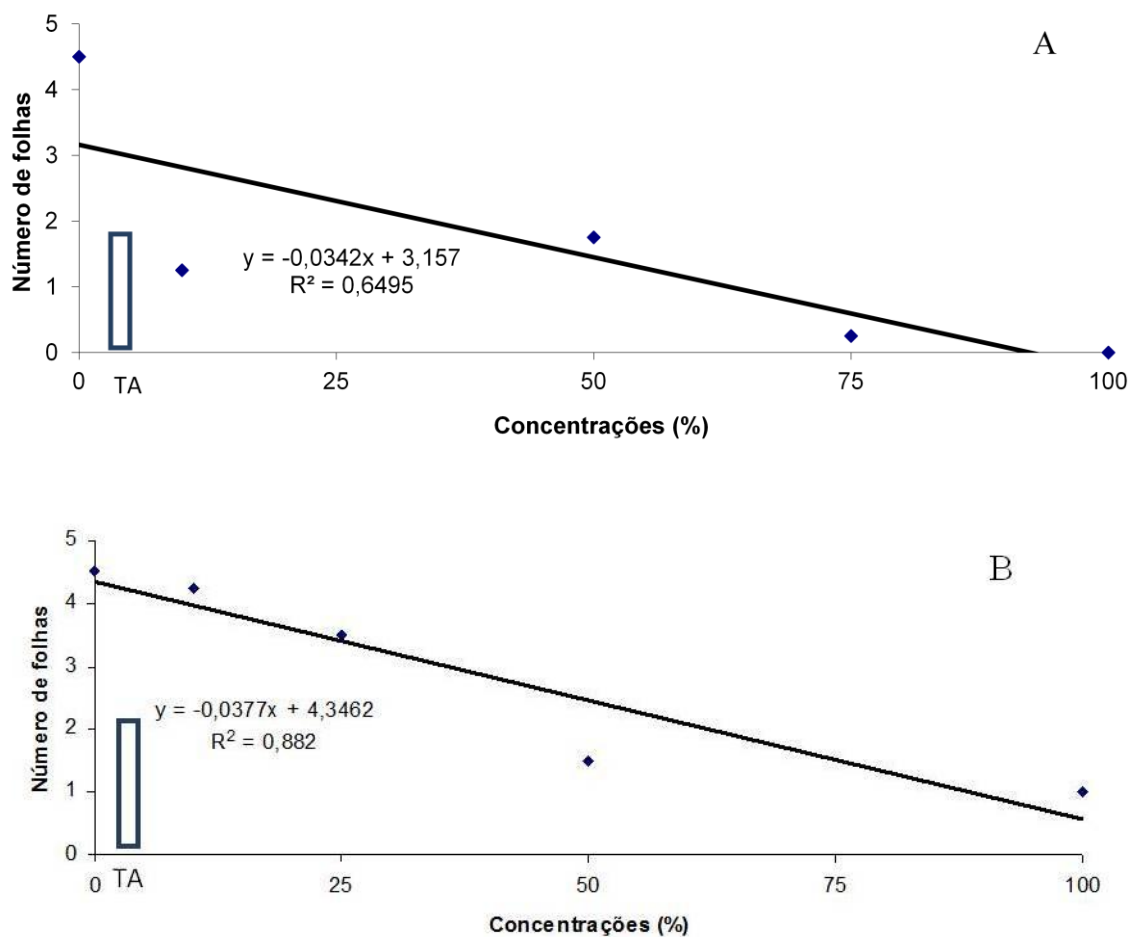


Figura 3. Número de folhas de estacas de *Pachira aquatica* enraizadas com extrato de Chorão (*Salix babylonica*) (A) e extrato de Tiririca (*Cyperus rotundus*) (B) em diferentes concentrações. TA = Testemunha adicional.

Com relação à massa seca das folhas, o maior acúmulo verificado foi de 0,061g (Figura 4A) e de 0,083g (Figura 4B) nas estacas imersas em água. Esses resultados ratificam os observados para o número de folhas (Figura 3), em que a utilização dos

extratos de tiririca e chorão podem ter ocasionado ação fitotóxica, causando desequilíbrio hormonal, influenciando negativamente o número e massa seca das folhas de *P. aquatica*.

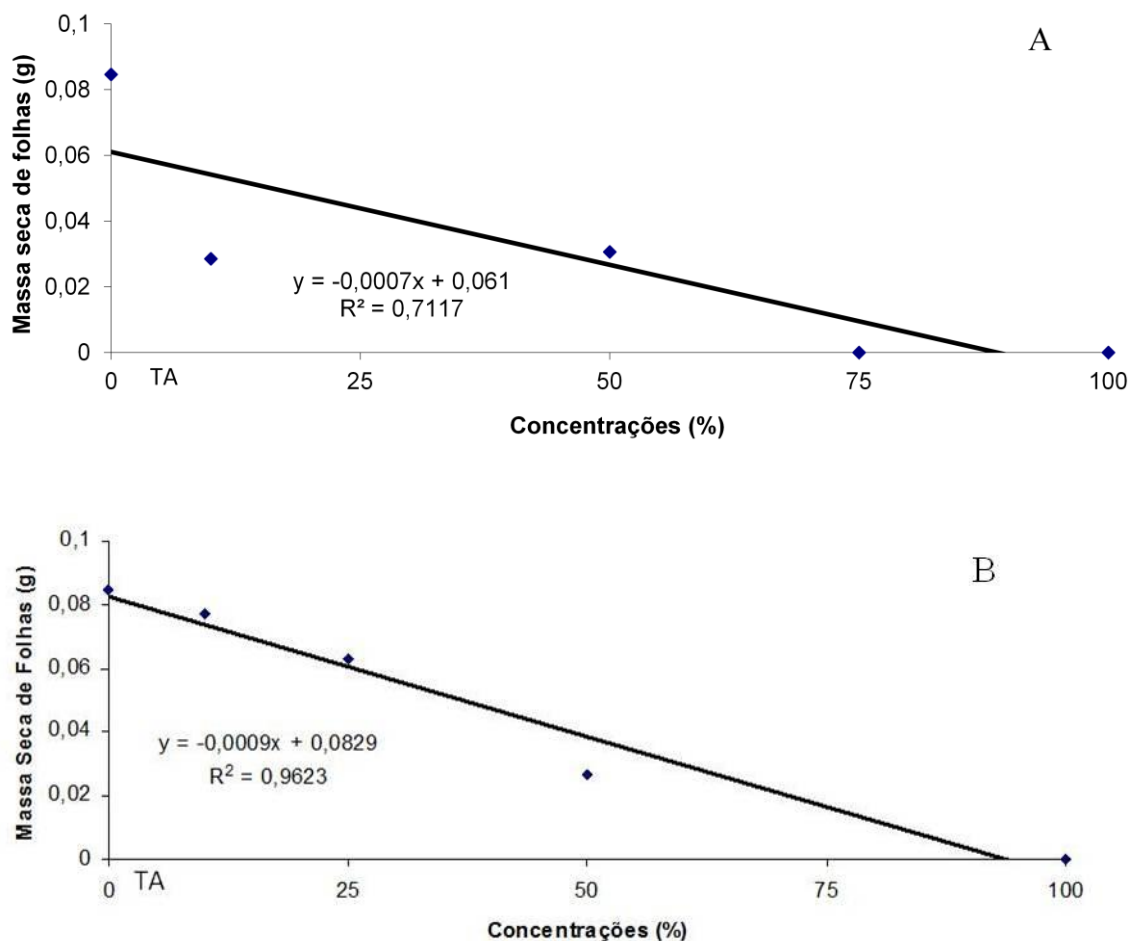


Figura 4. Massa seca das folhas de estacas de *Pachira aquatica* enraizadas com extrato de Chorão (*Salix babylonica*) (A) e extrato de Tiririca (*Cyperus rotundus*) (B) em diferentes concentrações. TA = Testemunha adicional.

Layne-Garsaball e Méndez-Natera (2006) observaram que o aumento na concentração do extrato de tiririca proporcionou menor massa seca da parte aérea em mudas de *Sesamum indicum* L., e os mesmos sugerem que a diminuição pode está associada à redução no crescimento das raízes promovida por inibidores de crescimento

presentes no extrato das folhas de tiririca. Esses resultados corroboram com os encontrados por Dias et al. (2012a) no enraizamento de estacas de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner.

De acordo com os dados da Figura 5, a maior porcentagem de estacas enraizadas foi proporcionado pelo tratamento com imersão das estacas em água, com 14,31% (Figura 5A) e 14,34% (Figura 5B). Houve redução da quantidade de estacas enraizadas com o aumento das concentrações dos extratos de chorão e tiririca, chegando à zero na concentração de 100%. O uso do fertilizante comercial (testemunha adicional) não favoreceu o enraizamento das estacas de *P. aquatica*, com apenas 3,13% de enraizamento, mesmo sendo a dose recomendada pelo fabricante. Entretanto, as espécies respondem de maneira diferente para o uso de fertilizante, no caso da *P. aquatica* foi prejudicial pois reduziu a porcentagem de estacas enraizadas nas avaliações testadas. Esses resultados comprovam que a *Pachira aquatica* é uma espécie de fácil enraizamento.

Para Resende et al. (2013) os extratos obtidos das folhas de tiririca a 50 e 100% proporcionaram as maiores porcentagens de estacas enraizadas, com médias de 76,4 e 76,6% de enraizamento, respectivamente, nas estacas de *Duranta repens* L, diferindo dos resultados obtidos neste trabalho.

A pesar da imersão em água ter proporcionado os maiores percentuais de estacas enraizadas, os valores obtidos são baixos, o que podem está relacionado a época do ano (inverno) ou a idade das estacas (adultas) pois Dutra et al. (2002) relataram que as estacas mais lignificadas possuem menor capacidade de enraizamento, fato que pode ser observado no inverno, encontrando as plantas matrizes em período de dormência. Períodos em que as plantas matrizes não exibem crescimento vegetativo, como o inverno, podem resultar na diminuição de formação de raízes adventícias. De acordo com Dias et al. (2012b), em árvores adultas, a baixa porcentagem de enraizamento pode ocorrer devido a diminuição da capacidade de formar raízes com o aumento da idade, uma vez que, ramos adultos tendem a ter menor concentração de auxinas devido a maior idade ontogenética.

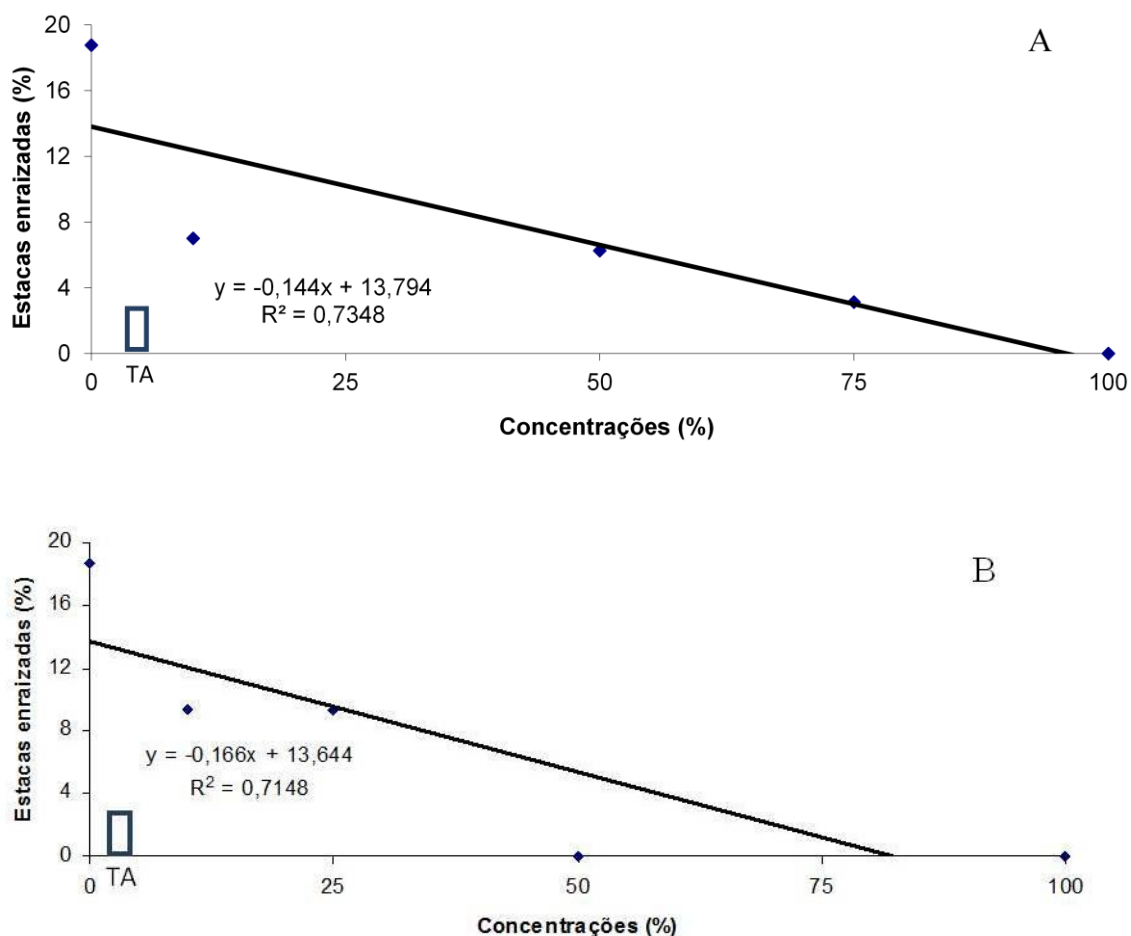


Figura 5. Porcentagem de estacas enraizadas de *Pachira aquatica* com extrato de Chorão (*Salix babylonica*) (A) e extrato de Tiririca (*Cyperus rotundus*) (B) em diferentes concentrações. TA = Testemunha adicional.

Analisando o número de raízes das estacas, verifica-se uma redução com o aumento das concentrações dos extratos de chorão e tiririca (Figura 6A e B). A imersão das estacas em água favoreceu o maior número de raízes com 3,34 (Figura 6A) e 3,47 raízes (Figura 6B). para o uso dos extratos de chorão e extratos de tiririca, respectivamente. O uso do fertilizante comercial (testemunha adicional) não estimulou o número de raízes, com 0,25 raízes (Figura 6), provavelmente, os micronutrientes presentes no produto causaram algum efeito fitotóxico às estacas.

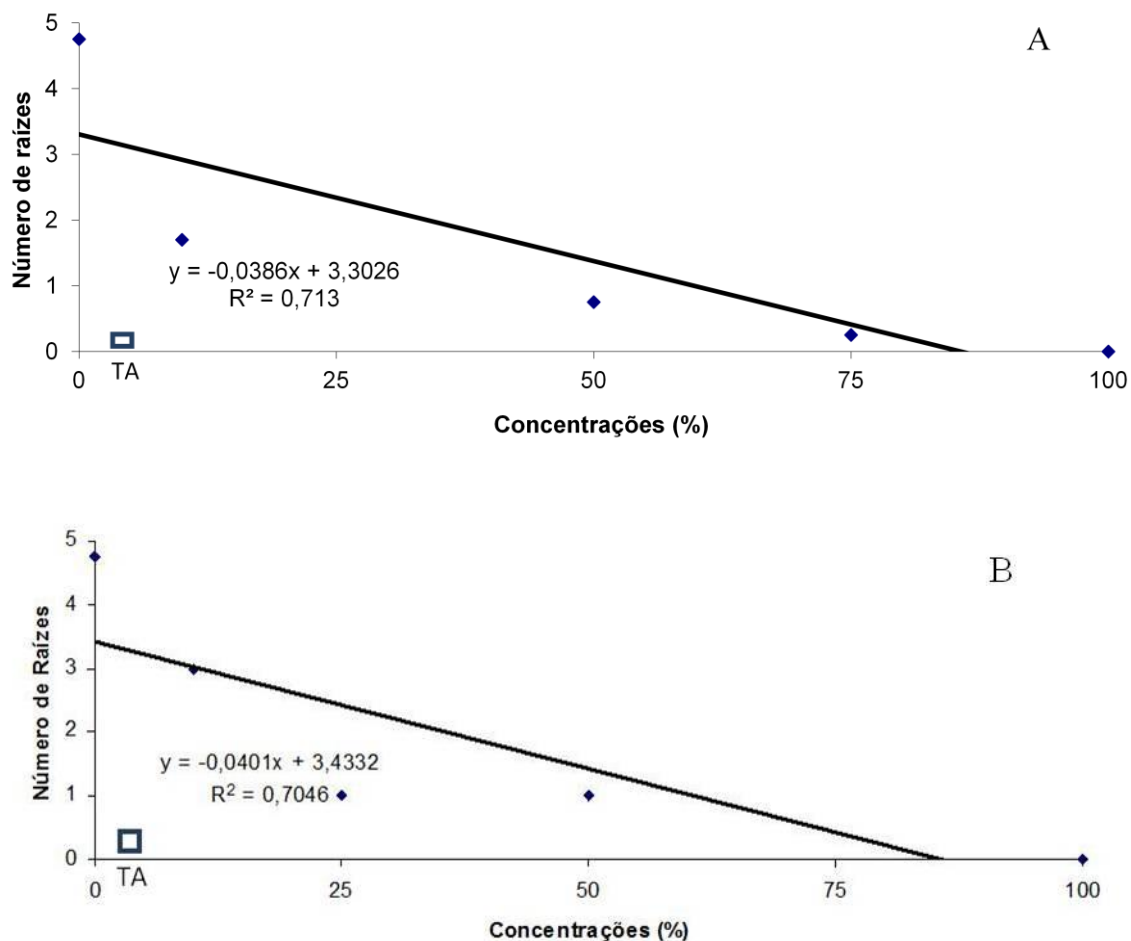


Figura 6. Número de raízes de estacas de *Pachira aquatica* enraizadas com extrato de Chorão (*Salix babylonica*) (A) e extrato de Tiririca (*Cyperus rotundus*) (B) em diferentes concentrações. TA = Testemunha adicional.

O aumento do número de raízes está ligado à ação de auxinas sobre as células-alvo que proporcionam a retomada das atividades de diferenciação celular (CASIMIRO et al., 2003). Dessa forma, pode-se inferir que a concentração de auxinas presente nos extratos de chorão e de tiririca não oferecem níveis suficientes para aumentar o número de raízes nas estacas de *Pachira aquatica*. Resultados semelhantes ao encontrados nesse trabalho foram observados por Fanti (2008) o qual verificou que a aplicação de extrato de folhas e de tubérculos de tiririca não influenciou o enraizamento de estacas de *Duranta repens* L,

corroborando com os resultados encontrados por Resende et al. (2013). Entretanto, o extrato de tiririca foi eficiente no enraizamento de *Roupala brasiliensis* Klotzsch (POMICINSKI e DORIGON, 2014) e de *Achras sapota* L. (ARRUDA et al., 2009) aumentando o número de raízes por estaca.

O efeito estimulador de raízes pela aplicação de auxina exógena depende da concentração deste hormônio na base da estaca, na qual o aumento da mesma provoca um efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual qualquer acréscimo na concentração reflete num efeito inibitório (FACHINELLO et al., 2005). Além disso, os compostos fenólicos presentes nos extratos vegetais são facilmente oxidados e os produtos desta oxidação são fitotóxicos ao desenvolvimento da estaca.

Sementes recalcitrantes não são frequentemente encontradas no banco de sementes do solo, persistindo no solo como um banco de plântulas. Segundo Rego (2012) estas espécies adotaram no decorrer do processo evolutivo, uma estratégia de reprodução: sofrem redução menos drástica no grau de umidade durante a maturação e não apresentam período de repouso pós-maturidade, germinando rapidamente, além disso, quando propagadas de forma assexuada possuem um nível de auxina suficientes para induzir o enraizamento, aumentando a formação de mudas e diminuindo as perdas. Esta característica representa vantagem na competição com outras espécies, pois permite a maior perpetuação, sendo esse efeito observado no trabalho, em que apenas a utilização de água facilita o enraizamento.

4. CONCLUSÕES

A *Pachira aquatica* é uma espécie de fácil enraizamento, não sendo necessário o uso de fitohormônio e fertilizante comercial Forth[®].

A aplicação de extratos de folhas de *Cyperus rotundus* e de *Salix babylonica* não se constitui uma alternativa viável na produção de mudas de *P. aquatica*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, H. M.; BITTENCOURT, A. H. C.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Cyperus rotundus* L. sobre espécies cultivadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Edição especial, v.33, p.1984-1990, 2009.

ARRUDA, L. A. M.; XAVIER, A. S.; BARROS, A. P. O.; ALMEIDA, A. P.; ALVES, A. O.; GALDINO, R. M. N. Atividade hormonal do extrato de tiririca na rizogênese de estacas de sapoti. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE-JEPEX, Recife. **Anais...** Recife: UFRPE, 2009. 1 CD-ROM.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília. MAPA/ACS, 2009. 395p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039p.

CASIMIRO, I. Dissecting Arabidopsis lateral root development. **Trends in Plant Science**, v.8, p.165-171, 2003.

COUTINHO, W. M.; ARAÚJO, E.; MAGALHÃES, F. H. L. efeitos de extratos de plantas anacardiáceas e dos fungicidas químicos benomyl e captan sobre a micoflora e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.3, p.560-568, 1999.

DIAS, J. R. M.; SILVA, E. D.; GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. F.; SOUZA, E. F. M.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Enraizamento de estacas de cafeeiro imersas em extrato aquoso de tiririca. **Coffee Science**, v.7, n.3, p.259-266, 2012a.

DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.32, n.72, p.453-462, 2012b.

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agrícola**, v.59, n.2, p.327-33, 2002.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: EMBRAPA - Informação Tecnológica. 2005. 221p.

FANTI, F. P. **Aplicação de extratos de folhas e de tubérculos de *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) e de auxinas sintéticas na estaquia caular de *Duranta repens* L. (Verbenaceae)**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2008. 76 p. Dissertação Mestrado em Botânica.

FERREIRA, M. G. R.; GONÇALVES, E. P. Estaquia e Crescimento Inicial de Crajiru (*Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B.Verl.). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.1, p. 363-365, 2007.

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

LAYNEZ-GARSABALL, J. A.; MÉNDEZ-NATERA, J. R. Efectos de extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) cv. arapatol S-15. **Idesia**, v.24, p.6710-6715, 2006.

LIMA, M. F. D.; MIRANDA, D. P.; KARSBURG, I. V. Caracterização dos cromossomos de *Pachira aquatica* Aubl. (Malvaceae). **Revista estudos**, v.39, n.3, p.337-343, 2012.

LORENZI, H.; SARTORI, S.; BACHER, L. B.; LACERDA, M. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: de consumo *in natura*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. p.161.

OLIVEIRA, L. Z.; CESARINO, F.; MORO, F. V.; PANTOJA, T. F.; SILVA, B. M. S. Morfologia do fruto, da semente, germinação e plântula de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.1, p.840-842, 2007.

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, v.29, n.4, p.991-999, 2013.

ORWA, C.; MUTUA, A.; KINDT, R.; JAMNADASS, R.; SIMONS, A. **Agroforestry Database**: a tree reference and selection guide version 4.0, 2009. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>>. Acesso: 11 dez. 2012.

QUAYYUM, H. A. MALLIK, A. U.; LEACH, D. M.; GOTTARDO, C. Growth inhibitory effects of nutgrass (*Cyperus rotundus*) on rice (*Oryza sativa*) seedlings. **Journal of Chemical Ecology**, v.26, n.9, p.2221-2231, 2000.

PAULINO, R. C.; SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B. Propagação por estaquia de *Croton zehntneri* Pax et Hoffm. (Euphorbiaceae) em diferentes concentrações de indutores de enraizamento. **Revista Verde**, v.7, n.3, p.29-33, 2012.

POMICINSKI, S. A.; DORIGON, E. B. Macropropagação de carvalho brasileiro (*Roupala brasiliensis* Klotzsch): submetida à fitoextratos vegetais, tiamina e ácido indolbutírico. **Unoesc e Ciência - ACET**, Edição Especial, p.89-96, 2014.

REGO, S. S. **Tolerância à desidratação e armazenamento de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) Berg. e *Casearia decandra* Jacq.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012. 142p. Tese de Doutorado.

REZENDE, F. P. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Aplicação de extratos de folhas e tubérculos de *Cyperus rotundus* L. e de auxinas sintéticas na estaquia caulinar de *Duranta repens* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.4, supl.I, p.639-645, 2013.

RODRIGUES, A. K. C.; BORSATO, A. V.; JORGE, M. H. A.; BISPO, W.; DURAN, F. S.; ARRUDA, K. C. R. Enraizamento de estacas de *Cordia verbenacea* DC. tratadas com *Cyperus rotundus* L. **Cadernos de Agroecologia**, v.5, n.1, p.1-4, 2010.

ROSSAROLLA, M. D.; TOMAZETTI, T. C.; RADMMAN, E. B.; SAAVEDRA DEL AGUILA, J. Extrato de tiririca induz maior brotação em miniestacas de aceroleira. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-5, 2013.

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

SILVA, B. L. A. Análise físico-química, lipídica e morfologia das amêndoas das sementes da munguba (*Pachira aquatica* Aubl.). **Revista UNI**, v.1, n.1, p.63-74, 2011.

SILVA, B. L. A.; BORA, P. S.; AZEVEDO, C. C. Caracterização química parcial das proteínas das amêndoas da munguba (*Pachira aquatica* Aubl.). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.3, p.333-340, 2010.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; MATOS, V. P.; BRUNO, R. L. A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e fases da germinação de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.891-898, 2012.

SILVA, N. O.; FERNANDES, M. E. S.; ROCHA, V. H. M.; AFONSO, D. F.; LOPES, J. A. Emissão de gemas em diferentes comprimentos de estacas de roseira e hibisco em função da atividade hormonal do extrato de tiririca. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p.1501-1507, 2014.

SOUZA, D. K.; LIMA, R. A.; DOMINGUES, C. A.; PEDROSO, L. A.; FACUNDO, V. A.; GAMA, F. C.; SANTOS, M. R. A. Bioatividade do extrato etanólico obtido de sementes de *Pachira aquatica* Aubl. sobre *Hypothenemus hampei* (Ferrari). **Revista Saúde e Pesquisa**, v.5, n.2, p.352-358, 2012.

VIEIRA, S. A. P. B. **Avaliação do potencial antifúngico e genotóxico da isohemigossipolona, uma naftoquina isolada de *Pachira aquatica* Aubl.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2010, 118p. Dissertação de Mestrado.