

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE BARU E  
PEQUI SUBMETIDAS À SECAGEM E AO  
ARMAZENAMENTO

Autora: Glicélia Pereira Silva  
Orientadora: Juliana de Fátima Sales

RIO VERDE-GO  
Junho de 2013

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE BARU E  
PEQUI SUBMETIDAS À SECAGEM E AO  
ARMAZENAMENTO

Autora: Glicélia Pereira Silva  
Orientadora: Juliana de Fátima Sales

Dissertação apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIS, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – campus Rio Verde – Área de concentração Ciências Agrárias – Agronomia.

RIO VERDE-GO  
Junho de 2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**  
**Elaborada por Igor Yure Ramos Matos – Bibliotecário CRB1-2819**

S579q Silva, Glicélia Pereira.  
Qualidade fisiológica de sementes de Baru e Pequi submetidas à secagem e ao armazenado / Glicélia Pereira Silva. - 2013.  
106 f.: il., figs, tabs.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Juliana de Fátima Sales.  
Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus de Rio Verde, 2013.

Inclui lista de símbolos, siglas, abreviações e unidades.  
Inclui índice de figuras e tabelas.

1. Sementes. 2. Cerrado. 3. Flora. 4. Baru (*Dipteryx alata* Vog.). 5. Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).  
I. Autor. II. Título.

CDU: 631.53.02(251.3)

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE BARU E  
PEQUI SUBMETIDAS À SECAGEM E AO  
ARMAZENAMENTO**

Autora: Glicélia Pereira Silva  
Orientadora: Dra. Juliana de Fátima Sales

TITULAÇÃO: Mestre em Ciências Agrárias – Área de concentração  
Ciências Agrárias – Ciências Agrárias

APROVADA em 24 de junho de 2013.

Prof<sup>a</sup>. Dra. Carla Gomes Machado  
*Avaliadora externa*  
UFG/Jataí

Dra. Clarice Aparecida Megger  
*Avaliadora interna*  
(Bolsista PNPd) IF Goiano/RV

Prof<sup>a</sup>. Dra. Juliana de Fátima Sales  
*Presidente da banca*  
IF Goiano/RV

*Aos meus pais, irmão, esposo  
e minha querida avó Genu  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir a realização de todas as minhas atividades durante a jornada de estudos, por fortalecer meus pensamentos com sabedoria e paciência.

Ao meu esposo André pela dedicação e companheirismo, minha mãe Maria Luzia por todo amor e carinho incondicional, meu irmão Gleydson pelo carinho, apoio e amizade.

A minha Orientadora Juliana de Fátima Sales, pela colaboração e dedicação aos trabalhos desenvolvidos através de suas orientações e exigências, pelo incentivo, amizade e por toda confiança depositada em mim. E, sobretudo por contribuir com meu crescimento profissional.

A Maíra, juntamente com seus pais Gláucia e Ariovaldo, pelo afeto e sincera amizade.

Aos colegas do Laboratório de Sementes pela intensa amizade, pelos momentos de alegria e de trabalho compartilhados, aos alunos de iniciação científica, Pedro, Lucas, Lorena e Kennedy que durante todo este período direta ou indiretamente contribuíram com o desenvolvimento das pesquisas.

A Lílian, pela parceria no desenvolvimento de diversas atividades incansavelmente, pelos momentos de estudos e amizade. Em especial agradeço a Bethânia, Sabrina e

Aurélio por todo esforço, contribuição e dedicação diante do desenvolvimento deste projeto.

Aos membros do Laboratório de Anatomia Vegetal pela colaboração e eficiência nos trabalhos desenvolvidos.

Aos professores Fabiano Guimarães Silva e Osvaldo Resende pelo suporte e atenção em suas orientações.

Aos demais professores do Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias por nos proporcionar conhecimento com responsabilidade e credibilidade.

Aos alunos e colegas deste programa por contribuir com a propagação da pesquisa nas diferentes áreas do conhecimento.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) pelo suporte financeiro do projeto e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

GLICÉLIA PEREIRA SILVA, filha de José Inácio da Silva e Maria Luzia Rodrigues Pereira, nasceu em Mineiros, Goiás, aos vinte e dois dias do mês de junho de 1982.

Graduada no curso de Licenciatura Plena em Biologia, no ano de 2006, pela Universidade de Rio Verde – Fesurv.

Em 2007, iniciou a dedicação ao ensino fundamental e médio no Colégio Ágape e atividades acadêmicas na Fundação de Ensino Superior de Mineiros (Fimes) no curso de Biologia EAD.

Em agosto de 2011 ingressou no Programa de Pós-Graduação *STRICTO SENSU* em Ciências Agrárias, atuando em pesquisas com sementes de espécies nativas do Cerrado.

No dia 24 de junho de 2013, submeteu-se a defesa de dissertação, como requisito fundamental para a obtenção do título de mestre.

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xiv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xviii
<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>01</b>
1. Introdução.....	01
2. Armazenamento de Sementes.....	02
3. Tolerância à Dessecação de Sementes.....	04
4. A Dormência em Sementes.....	05
5. Espécies Seleccionadas.....	06
5.1 Pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb).....	06
5.2 Baru ( <i>Dipteryx alata</i> og.).....	07
REFERÊNCIAS.....	08
<b>OBJETIVOS GERAIS.....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1. Influence of the drying temperature on the emergence and vigor of pequi seedlings (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb), an important species of the brazilian cerrado.....</b>	<b>14</b>
Resumo.....	14
Abstract.....	14
Introduction.....	15

Material and methods.....	16
Results and Discussion.....	17
Conclusions.....	23
References.....	23
<b>CAPÍTULO 2. Tempo e temperatura de armazenamento na qualidade fisiológica de diásporos de pequi avaliados por meio da emergência de plântulas.....</b>	<b>26</b>
Resumo.....	26
Abstract.....	26
Introdução.....	27
Material e métodos.....	29
Resultados e discussão.....	30
Conclusão.....	36
Referências.....	36
<b>CAPÍTULO 3. Superação de dormência e análise histoquímica dos diásporos de pequi.....</b>	<b>40</b>
Resumo.....	40
Abstract.....	41
Introdução.....	41
Material e métodos.....	43
Resultados e discussão.....	45
Conclusão.....	53
Referências.....	53
<b>CAPÍTULO 4. Emergência e crescimento inicial de plântulas de baru após a secagem dos frutos em diferentes temperaturas e tempo de secagem.....</b>	<b>57</b>
Resumo.....	57
Abstract.....	57
Introdução.....	58
Material e métodos.....	59
Resultados e discussão.....	61
Conclusão.....	67
Referências.....	67

<b>CAPÍTULO 5. Temperatura e tempo de armazenamento dos frutos de baru na manutenção da qualidade fisiológica das sementes.....</b>	<b>70</b>
Resumo.....	70
Abstract.....	70
Introdução.....	71
Material e métodos.....	72
Resultados.....	74
Discussão.....	79
Conclusão.....	81
Referências.....	81
<b>CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>CAPÍTULO 1. Influence of the drying temperature on the emergence and vigor of pequi seedlings (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb), an important species of the Brazilian cerrado.....</b>	14
<b>Tabela 1.</b> Electrical conductivity (EC) of pequi diaspores ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) dried at different temperatures. The average root dry mass (RDM) and shoot length (SL) of pequi seedlings obtained from diaspores dried at different temperatures.....	20
<b>CAPÍTULO 2. Tempo e temperatura de armazenamento na qualidade fisiológica de diásporos de pequi avaliados por meio da emergência de plântulas.....</b>	26
<b>Tabela 1.</b> Temperatura (TEMP.), Teor de água (TA), porcentagem de emergência (EMERG.), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro na altura do colo (DAC), número de raiz (NR) e número de folhas (NF) em diásporos de pequi ( <i>C. brasiliense</i> ), armazenados à 15±3 °C e 5±2 °C.....	31
<b>CAPÍTULO 3. Superação de dormência e análise histoquímica dos diásporos de pequi.....</b>	40
<b>Tabela 1.</b> . Porcentagem de emergência (EMERG.), índice de velocidade de emergência (IVE), Comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro na altura do colo (DAC), número de folhas (NF), número de ramificações (NR) e comprimento médio da raiz (CMR) de mudas de pequi oriundas dos diásporos e	

submetidos aos tratamentos de superação de dormência.....	47
<b>Tabela 2.</b> : Histoquímica do tegumento e endosperma da semente de pequi ( <i>C. brasiliense</i> ).....	52
<b>CAPÍTULO 4. Emergência e crescimento inicial de plântulas de baru após a secagem dos frutos em diferentes temperaturas e tempo de secagem.....</b>	57
<b>Tabela 1.</b> : Índice de velocidade de emergência (IVE) e comprimento da raiz (CR), provenientes de plântulas de Baru ( <i>D. alata</i> ) após 12 dias de secagem dos frutos por diferentes tempos e temperaturas de secagem.....	64
<b>CAPÍTULO 5. Temperatura e tempo de armazenamento dos frutos de baru na manutenção da qualidade fisiológica das sementes.....</b>	70
<b>Tabela 1.</b> Médias de porcentagem de emergência (Emerg.), índice de velocidade de emergência (IVE) e medidas das plantas provenientes de frutos de baru ( <i>D. alata</i> ) armazenados à $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ . Comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro na altura do colo (DAC), comprimento da raiz (CR), massa seca da planta (MS).....	76
<b>Tabela 2.</b> Viabilidade de embriões de sementes de baru ( <i>D. alata</i> ) armazenadas por diferentes períodos sob duas temperaturas, avaliados pelo teste de tetrazólio.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	
<b>Figura 1.</b> Pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.). Visão geral da planta adulta e frutos do tipo drupa maduros, com coloração esverdeada.....	06
<b>Figura 2.</b> Baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) Visão geral da planta adulta e frutos do tipo drupa maduros inteiros de coloração marron.....	07
<b>CAPÍTULO 1. Influence of the drying temperature on the emergence and vigor of pequi seedlings (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb), an important species of the brazilian cerrado</b> .....	14
<b>Figure 1.</b> Methodology for obtaining and drying pequi seeds ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.). A) Putamens. Bar = 20 cm. B) Fruit and vegetable pulper. Bar = 20 cm. C) Diaspores. Bar = 10 cm. D) Forced-air circulation oven. Bar = 15 cm.....	17
<b>Figure2.</b> Water loss in pequi seeds ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) subjected to drying for different durations at $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ and $57\pm 2^{\circ}\text{C}$ .....	18
<b>Figure 3(A)</b> Percent emergence and emergence speed index (ESI) of pequi diaspores ( <i>Caryocar brasiliense</i> camb.) (B) exposed to different drying times and temperatures.....	19
<b>Figure 4.</b> Length of the root (A) and diameter at the collar (B) in the seedlings of pequi diaspores ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) subjected to different drying times and temperatures.....	21
<b>Figure 5.</b> Number of leaves (A) and leaf area (B) of pequi seedlings ( <i>Caryocar</i>	

<i>brasiliense</i> Camb.) derived from diaspores exposed to different drying times and temperatures.....	22
<b>Figure 6.</b> Shoot dry mass (A) and leaf dry mass (B) of pequi seedlings ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) obtained from diaspores dried at different times and temperatures.....	23
<b>CAPÍTULO 2. Tempo e temperatura de armazenamento na qualidade fisiológica de diásporos de pequi avaliados por meio da emergência de plântulas.....</b>	26
<b>Figura 1.</b> : Obtenção dos diásporos e mudas de pequi ( <i>C. brasiliense</i> ). A) Pirênios; B) Diásporos; C) Armazenagem dos diásporos; D) Emergência inicial de pequi. E) Mudas de pequi aos 60 dias. F) Plantio de mudas de pequi após 120 dias de cultivo.....	30
<b>Figura 2.</b> . Teor de água em diásporos de pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.), obtidos durante o armazenamento por até 12 meses.....	31
<b>Figura 3.</b> Porcentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência de plântulas de pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) obtidas após o armazenamento dos diásporos por até 12 meses.....	32
<b>Figura 4.</b> . Comprimento da parte aérea em plântulas de pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) obtidas após o armazenamento dos diásporos por até 12 meses.....	34
<b>Figura 5</b> Número de ramificações e número de folhas presentes em plantas de pequi ( <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) obtidas após o armazenamento dos diásporos por até 12 meses.....	35
<b>CAPÍTULO 3. Superação de dormência e análise histoquímica dos diásporos de pequi.....</b>	40
<b>Figura 1.</b> . A) Pirênios; B) Diásporos; C) Mudas de pequi obtidas em casa de vegetação após 60 dias da sementeira.....	43
<b>Figura 2.</b> Porcentagem de sementes mortas, duras e viáveis, após avaliação dos diásporos de pequi aos 60 dias após a sementeira.....	49
<b>Figura 3.</b> Anatomia e histoquímica em secções transversais do tegumento e endosperma de pequi. A e B -Coloração com Azul de Toluidina, C, D e E – Coloração para compostos fenólicos, sendo Cloreto Férrico III, Dicromato de Potássio e Vanilina Clorídrica, respectivamente, F – Sudan III para lipídios e G	

– PAS para carboidratos totais.....	51
<b>CAPÍTULO 4. Emergência e crescimento inicial de plântulas de baru após secagem dos frutos em diferentes temperaturas e tempo de secagem.....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 1.</b> Obtenção de sementes provenientes de frutos inteiros de <i>Dipteryx alata</i> Vog. (baru). A) Coleta dos frutos. B) Biometria do fruto C) Extração das sementes. D) Sementes inteiras. E) Emergência. F) Mudanças de baru aos 30 dias após a sementeira.....	60
<b>Figura 2.</b> Teor de água dos frutos (a) e das sementes (b) de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) submetidos a diferentes temperaturas e tempos de secagem. ....	61
<b>Figura 3.</b> Condutividade elétrica em sementes de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) submetidas a diferentes tempos e temperaturas de secagem.....	62
<b>Figura 4.</b> Porcentagem de emergência de plântulas provenientes da secagem de frutos de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) submetidos por diferentes tempos e temperaturas de secagem.....	63
<b>Figura 5.</b> : Massa seca da raiz de plântulas de baru ( <i>Dipteryx alata</i> vog.) obtidos por diferentes temperaturas e tempos de secagem dos frutos.....	65
<b>Figura 6.</b> Massa seca das folhas (a) e massa seca da parte aérea (b) de plântulas obtidas de frutos de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.), submetidos por diferentes tempos e temperatura e secagem.....	65
<b>Figura 7.</b> Comprimento da parte aérea (a) e diâmetro na altura do colo (b) de plântulas de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) derivadas dos frutos submetidos à diferentes tempos e temperaturas de secagem.....	66
<b>Figura 8.</b> Número de folhas (a) e área foliar (b) de plântulas de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.) obtido a partir de diferentes tempos e temperaturas de secagem dos frutos.....	67
<b>CAPÍTULO 5. Temperatura e tempo de armazenamento dos frutos de baru na manutenção da qualidade fisiológica das sementes.....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 1.</b> . Beneficiamento, germinação e emergência de frutos de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog.); A) biometria dos frutos, B) obtenção das sementes, C) emergência, D) mudas de baru após 30 dias de sementeira.....	73
<b>Figura 2.</b> Classificação dos embriões de baru ( <i>D. alata</i> ) quanto à viabilidade: A) coloração externa dos cotilédones, B) embriões altamente vigorosos, C)	

embriões viáveis e D) embriões inviáveis.....	74
<b>Figura 3.</b> Teor de água de sementes de baru ( <i>D. alata</i> ) armazenadas por até 10 meses nas temperaturas de $25\pm 3^{\circ}$ C e $15\pm 3^{\circ}$ C.....	75
<b>Figura 4.</b> A) Emergência de plântulas de baru ( <i>D. alata</i> ) obtidas a partir de sementes armazenadas por diferentes períodos. B) Índice de velocidade de emergência.....	77
<b>Figura 5.</b> A) Comprimento da parte aérea e B) número de folhas de plantas de baru ( <i>D. alata</i> ) obtidas a partir de sementes armazenadas por diferentes períodos.....	78
<b>Figura 6.</b> A) Diâmetro na altura do colo e B) comprimento da raiz, de plantas de baru ( <i>D. alata</i> ) obtidas a partir de sementes armazenadas por diferentes períodos.....	78
<b>Figura 7.</b> Massa seca de plantas de baru ( <i>D. alata</i> ), obtidas a partir de sementes armazenadas por diferentes períodos.....	79

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

ABA.....	Ácido abscísico
B.O.D.....	Câmara de germinação com demanda bioquímica de oxigênio
b.u.....	Base úmida
CE.....	Condutividade elétrica
CPA.....	Comprimento da parte aérea
CR.....	Comprimento da raiz
CRM.....	Comprimento médio da raiz
CV.....	Coefficiente de variação
DAC.....	Diâmetro na altura do colo
Emerg.....	Emergência
En.....	Endosperma
FAA.....	Formol aldeído acético
GA <sub>3</sub> .....	Ácido giberélico
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	Ácido sulfúrico
IVE.....	Índice de velocidade de emergência
KNO <sub>3</sub> .....	Nitrato de potássio
LEA.....	Late embryogenesis abundant
MS.....	Massa seca
MSR.....	Massa seca da raiz
NF.....	Número de folhas
NR.....	Número de ramos
PAS.....	Acid Periodic Reactive The Schif
TA.....	Teor de água

Te.....	Tegumento
Trat.....	Tratamento
UR.....	Umidade relativa

## RESUMO

Estudos envolvendo a manutenção da qualidade fisiológicas de sementes têm alavancado os interesses da comunidade científica. Uma vez que este assunto reflete na dinâmica de conservação de diferentes espécies. As espécies nativas do Cerrado se destacam pela potencialidade de interesses sociais, econômicos, culturais e científicos. A maioria destas espécies se reproduz por meio de sementes, as quais comumente possuem algum tipo de dormência, interferindo na viabilidade e conseqüentemente reduzindo o número de plântulas. Diferentes mecanismos são utilizados para superar a dormência das sementes, no entanto em alguns casos, sementes que possuem mais de um tipo de dormência não respondem satisfatoriamente aos tratamentos utilizados. Desta forma, torna-se necessário desenvolver meios eficientes e econômicos para a produção de mudas em grande escala. Outro mecanismo viável e relativamente econômico para manter a qualidade e viabilidade das sementes é por meio do armazenamento, que contribui com a manutenção da diversidade genética. Todavia é necessário um conhecimento prévio do desempenho fisiológico das sementes a serem estudadas, para assegurar que as mesmas tolerem maior tempo possível de armazenamento. Entre as estratégias para manter a qualidade fisiológica das sementes destacam-se a secagem, com a finalidade de reduzir o teor de água após a colheita e conseqüentemente reduzir seu metabolismo. A temperatura é um dos fatores limitantes durante o armazenamento, é necessário que as sementes estejam com seu metabolismo estático evitando aumento da atividade respiratória e proliferação de microrganismos, que ocasionalmente se desenvolvem em elevadas temperaturas e alta umidade. A redução do metabolismo das sementes por meio da secagem é o método mais utilizado para as sementes ortodoxas, porém, a secagem excessiva pode promover danos

irreversíveis às membranas celulares interferindo no potencial fisiológico. As sementes florestais, em especial as do Cerrado necessitam de maiores informações voltadas para a prática do armazenamento. Assim, este trabalho buscou informações importantes relacionadas ao armazenamento de baru (*Dipteryx alata* Vog.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em diferentes temperaturas e períodos, avaliando as principais características fisiológicas e o desenvolvimento das plântulas. Verificando que as duas espécies estudadas possuem comportamento ortodoxo. O armazenamento da espécie *D. alata*, promoveu resultados satisfatórios durante o período de 0 até 10 meses de armazenamento independente do ambiente. Indicando que esta espécie é promissora na formação de germoplasmas e no estabelecimento de mudas, podendo ser utilizadas para reflorestamento em áreas impactadas. Embora, a espécie *C. brasiliense* tenha comportamento ortodoxo o armazenamento dos diásporos não é favorável por períodos prolongados. A composição química das sementes interfere na viabilidade das mesmas, reduzindo o potencial fisiológico. Assim, diante das condições em que o experimento foi conduzido o armazenamento dos diásporos é seguro por até 30 dias com teores de água entre 7 e 12% (b.u).

**Palavras-chave:** *Dipteryx alata* Vog., *Caryocar brasiliense* Camb., teor de água, conservação, espécies florestais, temperatura

## ABSTRACT

Studies involving the maintenance of the physiological quality of seeds have increased the interests of the scientific community. Since this subject reflects the dynamic storage of different species. The native Cerrado species are distinguished by the potential of social interests, economic, cultural and scientific. Most native Cerrado species reproduces by seed, which commonly have some sort of dormancy, affecting the viability and consequently reducing the number of seedlings. Different mechanisms are used to overcome dormancy of seeds, however in some cases, seeds have more than one type of dormancy do not satisfactorily respond to the treatments. Thus it becomes, necessary to develop efficient and economical means to produce seedlings on a large scale. Another mechanism feasible and relatively economical to maintain the quality and viability of seeds is by storing, contributing to the maintenance of genetic diversity. However requires a prior knowledge of the physiological performance of seeds to be analyzed to ensure that they can tolerate longer storage. Among the strategies to maintain the vigor of the seed stands the drying use to decrease the water content after the harvest and the harvest as well as its metabolism. Temperature is the limiting factors during storage and it is necessary that the seeds are with your metabolism static avoiding increased respiratory activity and growth of microorganisms, which occasionally develop at high temperatures and humidity. The decreased metabolism of seeds by drying is the most widely used method for orthodox seeds, but excessive drying may promote irreversible damage to cell membranes interfering with the physiological. The seeds of the forest, especially Cerrado need more information on practice storage. So, this study objective to go important information related to the storage baru (*Dipteryx alata* Vog.) and Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) at different

temperatures, periods and environments, evaluating the main physiological characteristics and seedling development. Emphasizing that the two species studied have orthodox behavior. The storage of the species *D. alata* satisfactory results during the period from 0 to 10 months storage independent of the environment. Indicating that this species is promising in forming germoplasm, and the establishment of seedlings, which can be used for reforestation in areas. Although, the species *C. brasiliense* orthodox behavior storage of the seeds is not favorable for prolonged period. The chemical composition affects the viability of the seeds, reducing the physiological potential. Thus, given the conditions that the experiment was conducted storage of the seeds is safe for up to 30 days with levels between 7 and 12% (wb).

**Key words:** *Dipteryx alata* Vog., *Caryocar brasiliense* Camb., water content, conservation, forests species, temperature

## INTRODUÇÃO GERAL

### 1. Introdução

O Brasil abriga pelo menos 50.000 espécies de plantas, que representa aproximadamente um sexto do total da biodiversidade do planeta. No entanto a ausência de informações dificulta o entendimento dos riscos de ameaça e perda de habitats (Meyers et al., 2000). O país se destaca entre os 25 *hotspots* mundiais, áreas designadas como pontos importantes para interpretação da conservação biológica, o Cerrado e a Floresta Amazônica compreendem as regiões mais fragmentadas da América do Sul (Orme et al., 2005; Silva e Bates, 2002 )

O domínio Cerrado compreende o segundo maior conjunto de biomas brasileiro ocupando 21% do território nacional (Klink e Machado, 2005), possui ampla distribuição geográfica abrangendo os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Piauí, Distrito Federal, Tocantins, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraná, São Paulo e Rondônia.

Embora, a extensão territorial represente cerca de dois milhões de Km<sup>2</sup>, apenas 2,2% de área é legalmente protegida. É a maior savana do mundo com vasta biodiversidade que atualmente vem sendo substituída por áreas de pastagens e lavouras. A fragmentação destas áreas altera o equilíbrio do ecossistema, interferindo na homogeneidade espacial, dificultando a implantação de modelos com abordagens alternativas para o uso seguro das terras (Klink e Machado, 2005; Brannstrom et al., 2008). Estas terras, por sua vez se tornaram alvo da agricultura, na tentativa de reduzir a pressão sobre a Floresta Amazônica (Silva e Bates, 2002).

Diante disto é fundamental a introdução de novas estratégias que priorizem a manutenção e o desenvolvimento das espécies nativas do Cerrado. Assim, como parte

das alternativas, estudos envolvendo o armazenamento de sementes, formação de germoplasmas e melhoramento de mudas têm se intensificado.

Em todo o mundo mais de 90% das coleções *ex situ* estão armazenadas na forma de sementes. Isso se deve principalmente a preocupação com riscos de perda do material genético em resposta as divergentes condições ambientais e as práticas culturais (Nagel et al., 2009). Assim, a semente se torna o principal veículo que permite a difusão da vida das plantas mesmo após a abscisão da planta mãe, permitindo que as novas plântulas mantenham as informações genéticas culminando com a preservação (Marcos Filho, 2005)

Neste sentido, as espécies vegetais do Cerrado têm contribuído para a produção de alimentos, fibras e outros produtos que, sobretudo intensificam a economia local. As frutíferas do Cerrado se destacam como potencial agrícola por meio da grande produção de frutos, que são consumidos de diversas maneiras. Os frutos possuem cores atrativas e sabores característicos, além do alto valor nutricional em proteínas, sais minerais, vitaminas e exploração de recursos farmacológicos (Ribeiro e Rodrigues, 2006; Vera et al., 2005).

Em função da diversidade da flora brasileira e em especial do Cerrado, as informações disponível referentes ao armazenamento de sementes ainda é insuficiente para direcionar estratégias adequadas para a conservação das sementes de muitas espécies de interesse social, econômico e ecológico. No caso de espécies cujas sementes apresentam comportamento ortodoxo, métodos destinados ao armazenamento seguro das sementes estão disponíveis e são constantemente aprimorados (Costa, 2009).

## **2. Armazenamento de sementes**

O armazenamento de sementes é um mecanismo seguro, viável e econômico para a conservação da diversidade genética de espécies vegetais. A preservação da qualidade fisiológica das sementes é fundamental para a manutenção do processo de repovoamento da vegetação em áreas degradadas, permitindo o uso de espécies vegetais em diferentes locais e período de tempo (Kohama et al., 2006).

A prática do armazenamento compreende a formação de bancos de sementes, germoplasmas, e ainda a coleção de sementes *in situ* as quais ficam sobre a influência do ambiente de origem em condições não controladas. No entanto, o armazenamento *ex situ* de algumas espécies se torna possível por longos períodos, sem danos a sua

viabilidade, estas toleram a desidratação e se mantêm em diferentes condições de temperatura (Nagel et al., 2009).

A temperatura e o teor de água são fatores determinantes no armazenamento, ambos influenciam diretamente em vários aspectos biológicos, como aumento da atividade respiratória, que conseqüentemente desencadeia a proliferação de microrganismos ocasionando a deterioração das sementes (Costa, 2009).

A temperatura atua diretamente sobre o processo de germinação, embora esta característica esteja associada às condições ambientais em que cada indivíduo se desenvolve, portanto, não há especificidade da temperatura ideal para todas as espécies. No Cerrado, a temperatura na qual ocorre maior porcentagem de germinação está entre 25 e 35 °C. Levando-se em conta as características morfológica de cada semente e das particularidades do clima e da região, é preciso maior investigação sobre o ambiente e temperatura adequada para as sementes florestais (Brancalion et al., 2010).

Vários fatores podem afetar a qualidade fisiológica das sementes, como por exemplo, manuseio, colheita, beneficiamento, armazenamento e a secagem. No entanto, a redução do teor de água como resultado da secagem irá diminuir o metabolismo e conseqüentemente prolongar o período de armazenamento (Zonta et al., 2011).

Neste sentido, a redução do teor de água para prolongar a longevidade de espécies vegetais se faz necessário (Koahama et al., 2006). Deve-se também considerar a composição química das diferentes espécies, isto determina o estado fisiológico das sementes durante e após o armazenamento. Considerando o estado físico da água em sementes, cuja composição química se caracteriza com maior presença de amido (amiláceas), logo haverá maior afinidade com as ligações químicas entre a água e as moléculas de amido, enquanto as sementes oleaginosas repelem estas ligações (Vertucci e Roos, 1990; Marcos Filho, 2005).

Assim a umidade relativa do ar, o teor de água e a temperatura atuam em conjunto e estes determinarão o equilíbrio higroscópico específico, garantindo a qualidade fisiológica por maior ou menor tempo. Estudos envolvendo a temperatura e a umidade do ar são alvo de estudos cada vez mais frequentes, incluindo as espécies florestais, que por sua vez carecem de informações sobre o assunto fortalecendo os programas de repovoamento de áreas impactadas (Borges et al., 2009; Scalón et al., 2012; Martins et al., 2009).

### **3. Tolerância à dessecação de sementes**

O termo tolerância à dessecação foi introduzido inicialmente por Roberts (1973), que considerou duas classes bem distintas em relação à tolerância de desidratação das sementes. Em relação a este parâmetro, as sementes foram classificadas em ortodoxas e recalcitrantes e ainda em uma terceira classe, as intermediárias.

É importante ressaltar que o processo de tolerância à dessecação é pré-requisito necessário para a conclusão do ciclo de vida das sementes. Neste caso, as sementes ortodoxas garantem a sobrevivência durante a secagem, mesmo em níveis abaixo de 7% do teor de água sem danos de viabilidade e podem ser armazenadas por períodos prolongados. No entanto, o momento exato em que as sementes adquirem a sua dessecação depende da espécie, da taxa de perda de água e do teor final de água das sementes após a secagem (Samarah, 2009; Vieira et al., 2010).

Durante o processo de secagem de sementes pode ocorrer danos às estruturas celulares tornando irreversíveis ao desenvolvimento de plântulas. Neste sentido, sementes recalcitrantes não toleram a secagem excessiva as quais necessitam de teor de água superior a 8%, podendo se tornar totalmente inviáveis com níveis inferiores a este (Berjak e Pammenter, 2000). Portanto, sementes que passaram por processo de desidratação e não completam o processo germinativo são consideradas intolerantes a remoção de água (Agbo e Nwosu, 2009).

Ainda é desconhecido o regulamento fisiológico que leva a indução da tolerância, mas sabe-se que várias atividades estão associadas à aquisição de tal comportamento. As sementes secas entram em um período de quiescência até a reativação do metabolismo e posteriormente à germinação. (Samarah, 2009; Angelovici et al., 2010). Ocasionalmente nas sementes uma série de eventos celulares e bioquímicos de proteção às membranas, incluindo o acúmulo de dissacarídeos, oligossacarídeos, síntese de proteínas, como exemplo as proteínas de choque térmico, proteínas LEA (Late embryogenesis abundant) e a ativação de antioxidantes (Angelovici et al., 2010).

As proteínas LEAs constituem um grupo relativamente grande de proteínas que são intensamente produzidas durante o desenvolvimento das sementes, cujas funções precisamente não são esclarecidas. Sua ativação está diretamente ligada à aquisição da tolerância a dessecação em sementes ortodoxas. No entanto, em muitos casos elas também são induzidas por fatores exógenos, quando em condições de estresse. Este

grupo de proteínas tem recebido atenção especial pela sua importância na dessecação e sobrevivência das sementes (Baheza et al., 2008).

Para isto, torna-se necessário o aperfeiçoamento das técnicas de secagem e armazenamento de sementes para orientações essenciais de cada espécie e correta manutenção dos germoplasmas. Uma vez que, a determinação da longevidade está relacionada à base genética de cada indivíduo (Walters et al., 2005).

#### **4. A dormência em sementes**

A dormência de sementes é fenômeno biológico pouco entendido em alguns vegetais, apesar da evolução dos estudos voltados para o assunto há ainda discordância entre os fatores que levam a este estado. Porém, esta fase de dormência é considerada favorável para a viabilidade das sementes em condições ambientais não viáveis, garantindo a sobrevivência das plântulas ao longo do tempo (Finkelstein et al., 2008).

A duração do período de dormência varia amplamente entre as espécies e as condições locais, que irão determinar os mecanismos de transição até a germinação. Este fenômeno é definido por informações genéticas ou pela combinação entre os fatores ambientais exercendo influência na adaptação dos habitats (Graeber et al., 2012).

Além das informações genéticas, considera-se que o ABA (ácido abscísico) seja um dos grandes controladores do mecanismo de dormência. Este fitohormônio é produzido em pequena quantidade no início do desenvolvimento das sementes, e tende a aumentar quando ocorre mobilização das reservas, ou seja, o acúmulo de biomassa na fase de dessecação impedindo que a semente germine antecipadamente. Contudo, os fatores externos podem contribuir com esta situação, promovendo aumento na produção de ABA e provocando desequilíbrio com os promotores da germinação (Bewley, 1997).

A dormência é uma característica complexa controlada tanto por fatores endógenos quanto exógenos, que acabam por determinar diferentes níveis de dormência, em uma mesma espécie ou em espécie diferente. Entre estes se destacam, dormência fisiológica, morfológica, morfofisiológica e ainda a combinação de um ou mais tipos de dormência em uma semente (Baskin e Baskin, 2004).

Embora a dormência seja vista como parte do processo evolutivo das sementes, os elevados níveis de dormência interferem na produção de mudas uniformes em grande escala dificultando o estabelecimento em viveiros, no campo e conseqüentemente como parte do processo de repovoamento florestal. Assim, novos mecanismos devem ser

investigados para a superação de dormência em diferentes espécies, incluindo as espécies nativas do Cerrado.

## 5 Espécies selecionadas

### 5.1. Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)

A espécie pertence à família Caryocaraceae, que compreende 25 espécies reunidas em dois gêneros, *Caryocar* e *Anthodiscus* sendo o gênero *Caryocar* mais frequente no Planalto Central e Cerrado (Oliveira et al., 2008). As folhas são opostas, trifoliadas e pubescentes, as inflorescências são compostas de 10 a 30 flores, sendo estas hermafroditas contendo cinco sépalas de coloração verde-avermelhada e cinco pétalas de coloração amarelo-clara, (Vieira et al., 2010). O fruto se caracteriza pelo formato de drupa possuindo de um a quatro pirênios, o exocarpo representa a parte mais externa, de coloração esverdeada e o endocarpo envolvido por espinhos (Correa et al., 2008).

O pequi (Figura 1) é um dos frutos nativos mais apreciados pela população local sendo este consumido *in natura* ou na forma de licores, sorvetes, sucos e outras, além da grande quantidade de óleo, vitamina A e proteínas presentes na polpa (Roesler et al., 2008). Destaca-se ainda pela produção de compostos fenólicos, antioxidantes, carotenoides e ácidos graxos (Lima et al., 2007), sendo utilizado tanto na culinária como fonte nutricional.



Silva, 2013.

**Figura 1:** Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). Visão geral da planta adulta e frutos do tipo drupa maduros, com coloração esverdeada.

Diante do alto consumo dos frutos de pequi para diversas finalidades torna-se necessário maximizar o desenvolvimento de mudas e otimizar a produção dos frutos, uma vez que um dos fatores limitantes para a comercialização e propagação é o curto período de ocorrência, entre os meses de novembro e fevereiro (Alves et al., 2010).

O mecanismo de obtenção dos frutos ocorre de forma extrativista ocasionando irregularidade na dispersão das sementes, interferindo nas condições genéticas decorrentes das variações edafoclimáticas e idade das plântulas (Giordani et al., 2012).

Portanto uma das principais formas de propagação do pequizeiro é via sexuada, porém, a germinação é lenta e desuniforme por causa da dormência presente nas sementes, relacionada tanto ao rígido endocarpo como o desequilíbrio dos reguladores da germinação (Souza et al., 2007). Neste sentido, qualificar os métodos de superação de dormência e desenvolver técnicas para a conservação das sementes é fundamental. Proporcionando maior produtividade de mudas e conservando as informações genéticas.

## 5.2. Baru (*Dipteryx alata* Vog.)

O baru é uma espécie nativa do Cerrado que se destaca pela potencialidade de recursos, econômico, madeireiro, alimentício, oleico e entre outros pode ser utilizado para reflorestamento de áreas impactadas pelas atividades agroindustriais (Oliveira et al., 2006).

Entre as espécies do Cerrado o barueiro (Figura 2) se destaca pela ampla distribuição principalmente em áreas mais secas e é a única espécie do gênero *Dipteryx* encontrada no Cerrado, podendo ocorrer outras espécie do gênero em outras regiões (Soares et al., 2008).



Silv  
a, 2013

**Figura 2:** Baru (*Dipteryx alata* Vog.) Visão geral da planta adulta e frutos do tipo drupa maduros, inteiros e de coloração marron.

O baru pertence à família Fabaceae, possui em média de 15m de altura, podendo alcançar tamanho acima de 25m. O tronco é liso com casca de cor cinza-claro. As folhas são alternas compostas pinadas, pecioladas sem estípulas, o número de folíolos varia entre 7 e 12. O fruto é do tipo drupa, ovoide, levemente achatado, de cor marrom sem alteração da coloração quando maduro, o endocarpo é lenhoso e possui uma única semente por fruto (Vieira et al., 2010).

É uma árvore frondosa que ocorre principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, reconhecido popularmente por diferentes nomes, baru, cumbaru, barujo, cumaru, cumarurana entre outros. O fruto é bastante consumido, por possuir polpa rica em proteínas e as sementes além de oleaginosas são constituídas por amido e fibras, utilizadas como fonte nutricional e propriedades medicinais (Maciel e Tavares, 2010).

O óleo extraído das sementes de baru tem grande importância na medicina popular atuando como fator antirreumático, a polpa do fruto é consumida não só pela população humana como também serve de alimento para animais silvestre e o rebanho bovino (Corrêa et al., 2000).

A espécie é considerada como espécie chave para o Cerrado, possui alta taxa de germinação e estabelecimento de mudas, sendo assim promissora na recuperação de reservas legais e áreas de proteção permanentes. Entretanto, à forma extrativista que os frutos são adquiridos se tornam necessários estudos que envolvam o manejo e conservação, garantindo sua sobrevivência (Soares et al., 2008).

## REFERÊNCIAS

Agbo CU, Nwosu PU (2009). The influence of seed processing and drying techniques at varying maturity stages of *Solanum melongena* fruits on their germination and dormancy. *Afri. J. of Biotechnol.* 8 (18): 4529–4538.

Alves CCO, Resende JV, Prado MET, Cruvinel RSR (2010). The effects of added sugar and alcohols on the induction of crystallization and the stability of the freeze-dried peki (*Caryocar brasiliense* CAMB.) fruit pulps. *Food Sci. Technol.* 43: 934–941.

Angelovici R, Galili G, Fernie AR, Fait A (2010). Seed desiccation: a between maturation and germination. *Tren. in Plant Scienc.* 15 (4): 211-218.

Baheza EC, Fernández FC, Álvarez MIH, Luna FP, Santacruz GAA, Arévalo JCS, Ponce PP, Chavira MMG, Chavira MMG, Pacheco IT, Olvera LG, González RGG (2008). A new lea gene is induced during osmopriming of *Capsicum annuum* L. seeds. *Intern. Journ. of Bot.* 4 (1): 77-84.

Baskin JM, Baskin CC (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Scienc. Resear.* 14: 1-16.

Berjak P, Pammenter N (2000). What ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. *R. Bras. de Fisiol. Veg.* 12: 22–55.

Bewley JD (1997); Seed germination and dormancy. *The Plant Cell.* 9: 1055-1066.

Borges S, Borges EEL, Correa PC, Brune A (2009). Equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speng) em diferentes condições ambientais de armazenamento. *Scient. Forest.* 37 (84): 475-481.

Brannstrom C, Jepson W, Filippi AM, Redo D, Xu Z, Ganesh S (2008). Land change in the Brazilian Savana (Cerrado), 19986-2002: comparative analysis and implication for land-use policy. *Land Use Policy.* 25: 579-595.

Correa GC, Naves RV, Rocha MR, Chaves LJ, Borges JD (2008). Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando ao melhoramento genético. *Biosci. J.* 24 (4): 42-47.

Corrêa GC, Rocha MB, Naves RV (2000). Germinação de sementes e emergência de plântulas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nos Cerrados do estado de Goiás. *Pesqui. agropecu. trop.* 30 (2): 17-23.

Costa CJ (2009). Armazenamento e conservação de sementes de espécies do Cerrado. *Embrapa Cerrados* DF.

Finkelstein R, Reeves W, Ariizumi T, Steber C (2008). Molecular aspects of seed dormancy. *Annual R. of Plant Biol.* 59: 387-415.

Giordani SCO, Fernades JSC, Titon M, Santana RC (2012). Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em pequi em estágio precoce. Ver. Cienc. Agron. 43 (1): 146-153.

Graeber K, Nakabayashi K, Miatton E, Metzger GL, Soppe WJJ (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. Plant, Cell and Environment. 35: 1769-1786.

Klink CA, Machado RB (2005). Conservation of the Brazilian Cerrado. Conserv. biol. 19, (3): 707-713.

Kohama S, Maluf AM, Bilia DA, C; Barbedo CJ (2006). Secagem e armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliense* LAM. (Gruxumeira). Rev. bras. sementes. 28 (1): 72 – 78.

Lima A, Silva AMO, Trindade RA; Torres RP, Filho JM (2007). Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, CAMB.) Rev. Brás. frutic. 29 (3): 695 – 698.

Maciel PMC, Tavares MIB (2010). Solid State and Proton Relaxation NMR Study of *Dipteryx alata* Vogel. J. of Appl. Poly. Scienc. 116: 50–54.

Marcos-Filho J (2005). Sementes recalcitrantes. In Fisiologia de plantas cultivadas. Piracicaba FEALQ.

Martins L, Lago AA, Andrade ACS (2009). Armazenamento de sementes de ipê branco teor de água e temperatura do ambiente. Rev. Brag. 68 (3): 775-780.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent Jennifer (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature. 403: 853-858.

Nagel M, Vogel H, Landjeva S, Buck-Sorlin G, Lohwasser U, Scholz U, Börner A (2009). Seed conservation in *ex situ* genebanks-genetic studies on longevity in barley. Euphytica. 170: 5-14.

Oliveira AN, Silva AC, Rosado SCS, Rodrigues EAC (2009). Variações Genéticas Para Características do Sistema Radicular de Mudas de Baru (*Dipteryx alata* Vog.). Rev. arvore. 30 (6):905-909.

Oliveira MEB, Guerra NB, Barros L M, Alves RE (2008). Aspectos Agronômicos e de Qualidade de Pequi. Embrapa Agroind. Trop. 1ª ed. 1-33.

Orme CDL, Davies RG, Burgess M, Eigenbrod F, Pickup N, Olson V, Webster AJ, Ding TS, Rasmussen PC, Ridgely RS, Stattersfield AJ, Bennett PM, Blackburn TM, Gaston KJ, Owens PF (2005). Global hotspots of species richness are not congruent with endemism or threat. Nature. 436 (18): 1016-1019.

Ribeiro RA, Rodrigues FM (2006). Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. Rev. Cienc. Med, e Biol. 5 (3): 253-260.

Roberts EH (1973). Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology. 1: 499-514.

Roesler R, Catharino RR, Malta LG, Eberlin MN, Pastore G (2008). Antioxidant activity of *Cariocar brasiliense* CAMB. (pequi) and characterisation of components by electrospray ionization mass spectrometry. Food chem. 110: 7111 – 717.

Scalon SPQ, Neves SEM, Maseto TE, Pereira ZV (2012). Sensibilidade à dessecação e o armazenamento em sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. (uvaia). Rev. bras. sementes. 34 (1): 269-276.

Samarah NH, Al-Mahasneh MM, Ghosheh HZ, Alqudah AM, Turk M (2009). The influence of drying methods on the acquisition of seed desiccation tolerance and the maintenance of vigour in Wheat (*Triticum durum*). Seed Scienc. and Technol. 38: 193-208.

Silva JMC, Bates JM (2002). Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. Bio Science. 52 (3) 225-233.

Soares TN, Chaves LJ, Telles MPC, Diniz Filho JAF, Resende LV (2008). Distribuição espacial da variabilidade genética intrapopulacional de *Dipteryx alata*. Pesq. Agro. bras. 43 (9): 1151-1158.

Souza AO, Nascimento JL, Naves RV, Borges JD, (2007). Propagação sexuada de pequi ( *Caryocar brasiliense* Camb.):efeito da procedência de frutos e do ácido giberélico na emergência de plântulas. Pesqui. agropecu. trop. 37 (3): 131-136.

Vera R, Naves RV, Nascimento JL, Chaves LJ, Leandro WM, Souza ERB (2005). Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* CAMB.) no estado de Goiás. *Pesqui. agropecu. trop.* 35 (2): 71-79.

Vertucci CW, Roos EE (1990). Theoretical basis of protocols for seed storage. *Plant Physiol.* 94: 1019-1023.

Vieira RF, Agostine-Costa TS, Silva DB, Ferreira FR (2010). Frutas nativas da região centro-oeste do Brasil. Embrapa, DF. 1ª Ed.

Walters C, Wheeler LM, Grotenhuis JM (2005). Longevity of seeds storage in a genebank: species characteristics. *Seed Scienc. Research.* 15: 1-20.

Zonta JB, Araujo EF, Araujo RF, Dias LAS (2011). Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. *Rev. bras. sementes.* 33 (4): 721-731.

## OBJETIVOS GERAIS

Estudar a tolerância à dessecação das espécies *Caryocar brasiliense* Camb. e *Dipteryx alata* Vog. por meio da secagem e determinar o melhor teor de água para a conservação das sementes ao longo do armazenamento.

Avaliar o comportamento fisiológico das sementes de pequi e baru durante o armazenamento em diferentes temperaturas por diferentes períodos.

Maximizar a produção de mudas de pequi através da superação de dormência e conhecer os principais compostos químicos das sementes que atuam como reserva.

## CAPÍTULO 1

### **Influence of the drying temperature on the emergence and vigor of pequi seedlings (*Caryocar brasiliense* Camb), an important species of the Brazilian cerrado<sup>1</sup>**

**Resumo:** Objetivou-se com este estudo avaliar a influência do tempo e da temperatura de secagem, na qualidade fisiológica de diásporos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). Os diásporos foram mantidos em estufa de circulação forçada a  $57\pm 2^\circ$  e  $37\pm 2^\circ\text{C}$ , por 0, 4, 8 e 12 dias. Verificou-se que os diásporos desidratados a  $37\pm 2^\circ\text{C}$ , por até 12 dias, demonstraram aumento linear na velocidade e na porcentagem de emergência. Quando desidratados à  $57\pm 2^\circ\text{C}$ , a qualidade fisiológica foi afetada negativamente. A secagem dos diásporos a  $37\pm 2^\circ\text{C}$  por até 12 dias, além de aumentar a emergência, resultou também, em mudas com maior comprimento de raízes, diâmetros do caule, maior número de folhas e área foliar. A secagem a  $37\pm 2^\circ\text{C}$ , por até 12 dias, promoveu maior emergência e crescimento inicial das plântulas de pequi, evidenciando, possível comportamento ortodoxo para esta espécie.

**Palavras-chave:** Frutíferas nativas, Cerrado, tolerância à dessecação

**Abstract:** The aim of the present study was to evaluate the influence of drying time and temperature on the physiological quality of pequi diaspores (*Caryocar brasiliense* Camb.). The diaspores were maintained in a forced-air circulation oven at  $57\pm 2^\circ\text{C}$  and  $37\pm 2^\circ\text{C}$  for 0, 4, 8 and 12 days. The diaspores that were dehydrated at  $37\pm 2^\circ\text{C}$  for up to 12 days showed a linear increase in the speed and percentage of emergence; however, the physiological quality of the diaspores was negatively affected when the dehydration was performed at  $57\pm 2^\circ\text{C}$ . The drying of the diaspores at  $37^\circ\text{C}$  for up to 12 days both increased emergence and also resulted in seedlings with longer roots, a wider stem diameter and a greater number of leaves and leaf area. Drying at  $37^\circ\text{C}$  for up to 12 days promoted a greater emergence and initial growth of pequi seedlings, indicating that this is a possible orthodox behavior for seeds of this species.

**Keywords:** Native fruit plants, Cerrado, desiccation tolerance.

---

1. Artigo publicado na revista African Journal Agricultural Research. Vol. 8 (6), p. 553-558, 2013.

## INTRODUCTION

The Cerrado domain is currently one of the world's biodiversity hotspots for conservation. These hotspots are critical areas that have been rapidly transformed due to the advances of the agribusiness sector. The increase in degraded areas mainly occurs as a result of human interference that promotes the fragmentation of habitats, reduction of biodiversity and loss of territory and contributes directly to the imbalance of other ecosystems (Klink and Machado, 2005). Despite the rich biodiversity and maintenance of the Cerrado versus other biomes, this region has received less attention from the conservation community, and one approach for utilizing resources in threatened areas is to act those products, that can be used sustainably (Caldas et al., 2009).

Pequi *Caryocar brasiliense* (Camb) is a perennial species belonging to the family Caryocaraceae, comprising 25 species grouped into two genera, *Caryocar* and *Anthodiscus*, with *Caryocar* being the most common in the Central Plateau of Brazil and the Cerrado (Oliveira et al., 2008). The fruit of the pequi tree is characterized by its drupe shape, containing one to four hard endocarps surrounded by thorns; the exocarp represents the outermost portion and has a greenish color (Correa et al., 2008). The fruit is favored by the local population and is consumed raw or in the form of liqueurs, ice cream, juice and other products. In addition to the large amount of oil, vitamin A and proteins present in its pulp (Roesler *et al.*, 2008), pequi is also known for its production of phenolic compounds, antioxidants, carotenoids and fatty acids (Lima *et al.*, 2007) and is used both for cooking and as a source of nutrients.

Given the high consumption of pequi fruits for various purposes, the maximization of seedling development and optimization of fruit production becomes necessary, as one of the limiting factors for its commercialization and propagation is the short period of fruiting between November and February (Alves et al., 2010). The mechanism for obtaining the fruit is extractivist, a practice that causes irregularities in seed dispersal, interfering with the genetic conditions, resulting from edaphoclimatic variations, and the relative age of the seedlings (Giordani et al., 2012).

Pequi trees are commonly propagated sexually; however, germination is slow and uneven due to seed dormancy, which is related to both the hard endocarp and imbalance of phytohormones that regulate germination. In this case, gibberellic acid has been used with satisfactory effects to promote seedling emergence (Souza et al., 2007).

Temperature is also an important factor for seed germination, even though this factor is related to the environmental conditions in which each individual plant

develops; accordingly, there is no specific ideal temperature for all species. In the Cerrado, the temperature that allows for the best percent germination of seedlings is approximately 25°C, but temperature fluctuations in the embryo may occur as a result of the morphological characteristics of each seed and the climate particularities of the region (Brancalion et al., 2010).

Damage to the cell structure can occur during the process of seed drying, irreversibly affecting seedling development. In this regard, recalcitrant seeds do not tolerate excessive drying and become completely unviable (Berjak and Pammenter, 2000). Therefore, seeds that have undergone dehydration and do not exhibit complete germination are considered intolerant to water removal (Agbo and Nwosu, 2009).

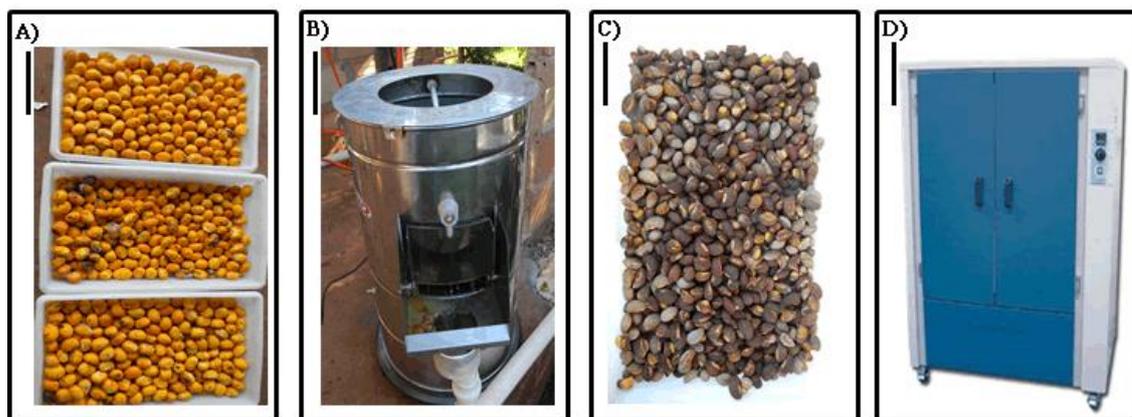
The aim of the present study was to evaluate the effect of the drying time and temperature on the physiological quality of pequi diaspores.

## **MATERIALS AND METHODS**

The experiments were conducted at the Seed Laboratory of the Federal Institute of Goiás, Rio Verde Campus. Pequi fruits were collected from adult plants under natural conditions in November 2011, at the Gameleira Farm in the municipality of Montes Claros de Goiás – GO, located at 16° 07' S – 51° 18' W at an elevation of 592 m.

The fruits were kept on a bench for three days after collection until they achieved uniform ripening. The epicarp was then removed by hand, and the fruits were maintained in plastic trays (Figure 1 A) for four days to soften the pulp and, consequently, facilitate the removal of the mesocarp. The fruits were pulped using an electric pulper for fruits and vegetables (Figure 1 B) that contained an inner abrasive disk that allowed for the removal of the diaspores without the thorns (Figure 1 C).

To assess the effect of the drying temperature, the diaspores were subjected to drying in a forced-air circulation oven at temperatures of  $37\pm 2^\circ\text{C}$  and  $57\pm 2^\circ\text{C}$  (Figure 1 D) for 0, 4, 8 and 12 days; the water loss was monitored through the daily weighing of the samples. After each predetermined period, a batch of diaspores was removed from the oven and assessed for electrical conductivity, water content and emergence. The water content of the fruits at both temperatures was determined by adapting the method proposed by Brasil (2009) using an oven at  $105\pm 3^\circ\text{C}$  until reaching a constant mass, with 4 replicates of 10 seeds each.



Silva, 2013

**Figure 1.** Methodology for obtaining and drying pequi seeds (*Caryocar brasiliense* camb.). A) Putamens. Bar = 20 cm. B) Fruit and vegetable pulper. Bar = 20 cm. C) Diaspores. Bar = 10 cm. D) Forced-air circulation oven. Bar = 15 cm.

To test for electrical conductivity, the seeds were submerged in deionized water and incubated in a germinator at 30°C for 24 hours. After this period, an electrical conductivity meter was used to obtain the data ( $\mu\text{Scm}^{-1}$ ), with 4 replicates of 5 diaspores each.

The emergence test was performed with 4 replicates of 20 seeds treated with Vitavax-Thiram fungicide (30%). The seeds were sown in greenhouse plots containing washed sand as the substrate at an average temperature of  $24.9 \pm 4^\circ\text{C}$  and an average relative humidity of 76.0%. The seeds were placed 2.5 cm apart and 3.0 cm deep, in a vertical position relative to the substrate. Irrigation was performed 3 times a day for 30 minutes. Emergence was assessed daily after the emergence of the first seedling until 75 days after the initial emergence.

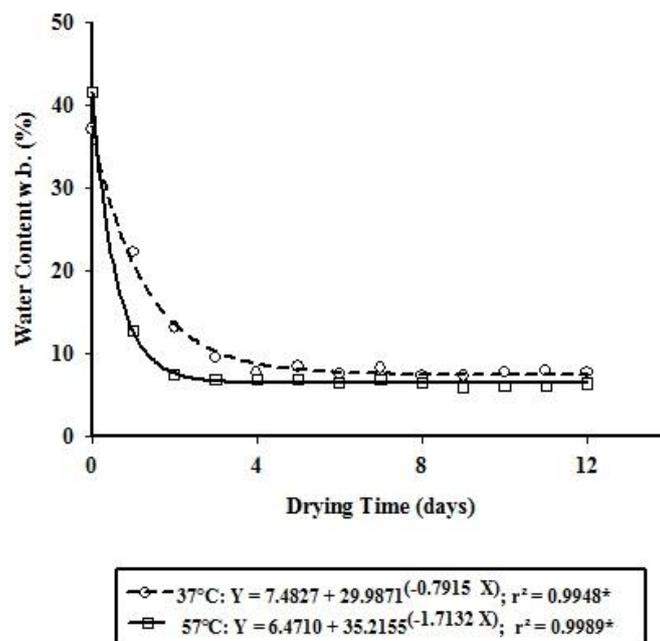
The lengths of the shoot and root were assessed after 75 days of cultivation, and the diameter at the collar and number of leaves per seedling were also evaluated. The dry mass of the root, stem and leaves were also obtained, and the leaf area was subsequently measured using Sigma Scan<sup>®</sup> software.

The experiment consisted of a completely randomized 4 (drying times) x 2 (drying temperatures) factorial design. Regression analysis was performed, and the means were compared using Tukey's test at a 5% significance level with assistance program statistical SISVAR.

## RESULTS AND DISCUSSION

The water content of the pequi diaspores recorded at the time of collection was 38.96% wet basis (w.b.), and the data obtained from the diaspora drying curve showed a

gradual loss of water content. It was noted that the reduction in the water content occurred exponentially at both of the temperatures. However, there was an initial rapid release of water at 57°C, allowing for the seeds to remain in a hygroscopic balance after the 4th day of drying, with a water content of 6.4% (w.b.) recorded at the end of 12 days. The release of water was slower at 37°C, and a balance with the environment was only noted after the 10<sup>th</sup> day of drying.



**Figure 2.** Water loss in pequi seeds (*Caryocar brasiliense* camb) subjected to drying for different durations at 37±2°C and 57±2 °C. \*Significant at a 5% level.

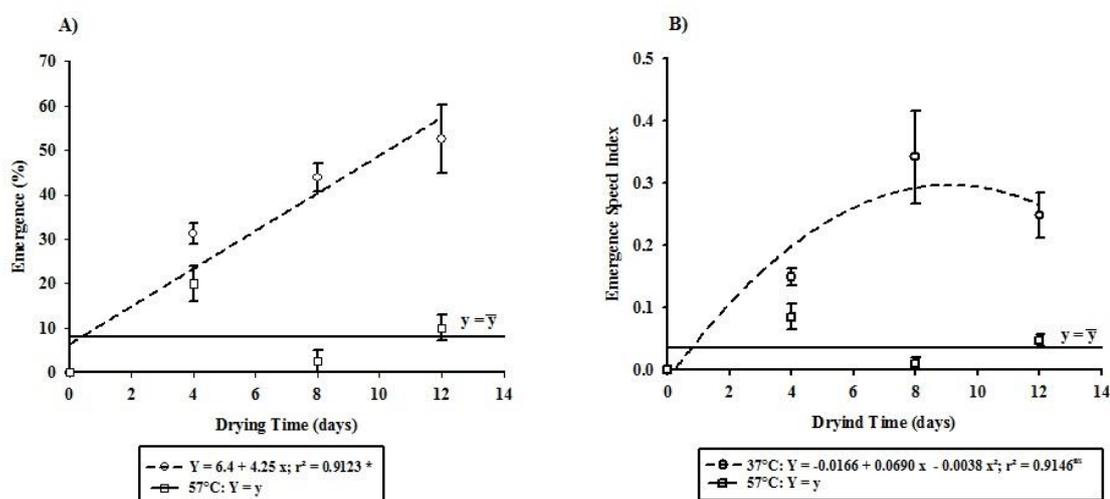
Pacheco et al. (2010), assessed the effect of temperature and substrate on the germination of *Dimorphandra mollis* Benth. and found the best results when combining temperatures of 30°C and 35°C with a paper towel substrate or vermiculite. The isolated effect of the temperature provided the best percent germination at 25°C.

A linear increase in the germination percentage was noted as the drying time increased for up to 12 days at a temperature of 37°C, reaching 57.4% emergence (Figure 3). Conversely, emergence was reduced when the diaspores were subjected to the drying temperature of 57°C, regardless of the time period assessed, reaching an average of 8.12%. The pequi seedlings began to emerge 28 days after sowing, a relatively short period compared to the literature, which showed that the seeds could remain in the process of germination for up to 1 year without treatments to overcome the dormancy. Pereira et al. (2004) found that the emergence of pequi seedlings began

at 60 days after sowing, and the authors associated this fact to the impermeability of the integument (Figure 3A).

While analyzing the influence of temperature on the different species of the Cerrado, (Zaidan and Carreira, 2008), noted that the optimum temperature for seedling emergence ranged from 20°C to 30°C. These authors also emphasized that the shrub species exhibit a dormancy that is derived from the integument; thus, the interference of other mechanisms that accelerate germination is required. Therefore, the temperature of 37°C promoted a satisfactory effect on the germination of the pequi diaspores.

At a temperature of 37°C, the time for seedling emergence decreased as the drying time was increased, reaching the least amount of time at 9.08 days of drying; so, the emergence speed began to decrease thereafter. The drying temperature of 57°C caused a reduction in the seedling vigor, regardless of the drying time (Figure 3B). Different drying temperatures and conditions were tested for the seeds of *Talisia subalbans* (Mart.) Radlk., with maximum vigor being achieved when the seeds were exposed to temperatures of 35°C, whereas 15°C and 25°C resulted in the least vigor, possibly due to a reduction in the enzyme activity (Oliveira et al., 2009).



**Figure 3.** (A) Percent emergence and emergence speed index (ESI) of pequi diaspores (*Caryocar brasiliense* camb.) (B) exposed to different drying times and temperatures. <sup>ns</sup>Not significant \*Significant at a 5% level.

No mathematical model could explain the behavior of the data for the length of the shoot of the seedling in relation to the drying times under assessment. The average length of the seedlings exposed to drying at 57°C did not exceed 4.93 cm, which was smaller than the average length of 9.74 cm for the seedlings dried at 37 °C (Table 1).

The drying temperature of the diaspores did not affect the accumulation of the root dry mass, reaching an average of 0.043 g and 0.019 g for 37°C and 57°C, respectively, regardless of the drying time. It was noted that the leaching of exudate to the environment occurred at both 37°C and 57°C. However, the average value reached at the temperature of 57°C was 251.05  $\mu\text{Scm}^{-1}$ , which was greater than the average of 218.10  $\mu\text{Scm}^{-1}$  obtained at 37°C. This was likely due to the faster removal of water and to the damage caused to the membranes at the higher temperature, which decreased the percentage and speed of emergence observed for this temperature (Table 1).

**Table 1.** Electrical conductivity (EC) of pequi diaspores (*Caryocar brasiliense* camb.) dried at different temperatures. The average root dry mass (RDM) and shoot length (SL) of pequi seedlings obtained from diaspores dried at different temperatures.

Temperature	RDM (g)	SL (cm)	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
37±2°C	0.043 <sup>ns</sup>	9.74*	218.10*
57±2°C	0.019	4.93	251.05

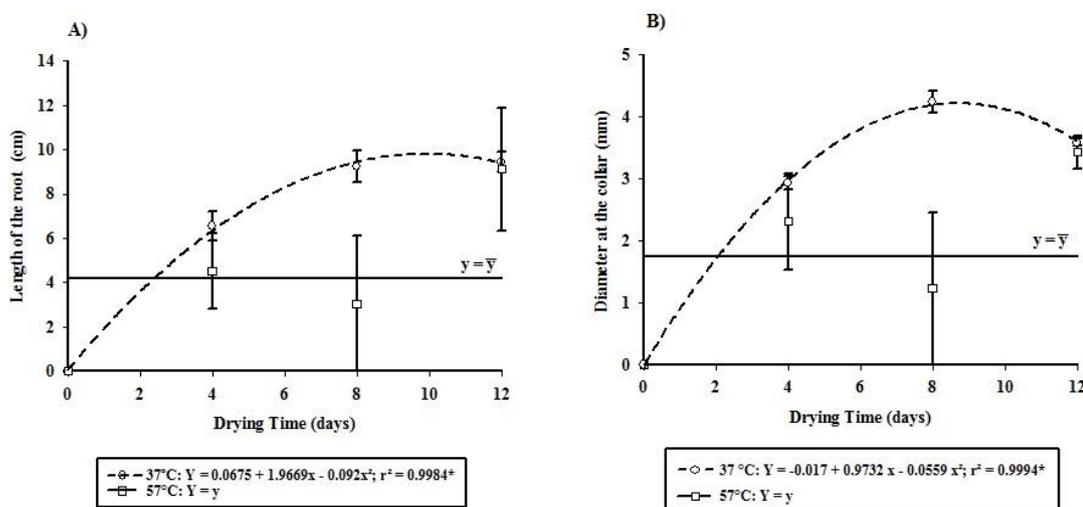
<sup>ns</sup>Not significant. \*Significant at a 5% level.

Electrical conductivity tests do not always indicate the actual seed vigor, which may be related to the restructuring of cell membranes (Panobianco et al., 2007). In this regard, the pequi diaspores were able to endure a temperature of 37°C. The greater the stress experienced by the seeds, the greater the degree of their deterioration, thus decreasing their viability and, consequently, the speed of emergence (Binotti et al., 2008). Silva and Martins (2009), reported a reduction in seedling emergence when performing electrical conductivity tests on castor bean seeds (*Ricinus communis* L.) after accelerated aging.

The average length of the roots was found to respond positively to the increase in the drying time of the seeds at 37°C, reaching a maximum point at 10.69 days; after this period, the average length of the roots was reduced. At a temperature of 57°C, the average length of the roots remained constant and was lower than the lengths observed for the diaspores dried at 37°C, which reached an average length of 4.17 cm.

A similar result was observed for the diameter at the collar, whereby the thickness of the stem was greater when the diaspores had been dried at 37°C, concomitant to the increase in the drying time, reaching the maximum diameter at 8.7 days. The stem development at 57°C did not exceed 1.74 mm in diameter, which may have interfered with the length of the shoot of the seedlings (Figure 4 B). Larger

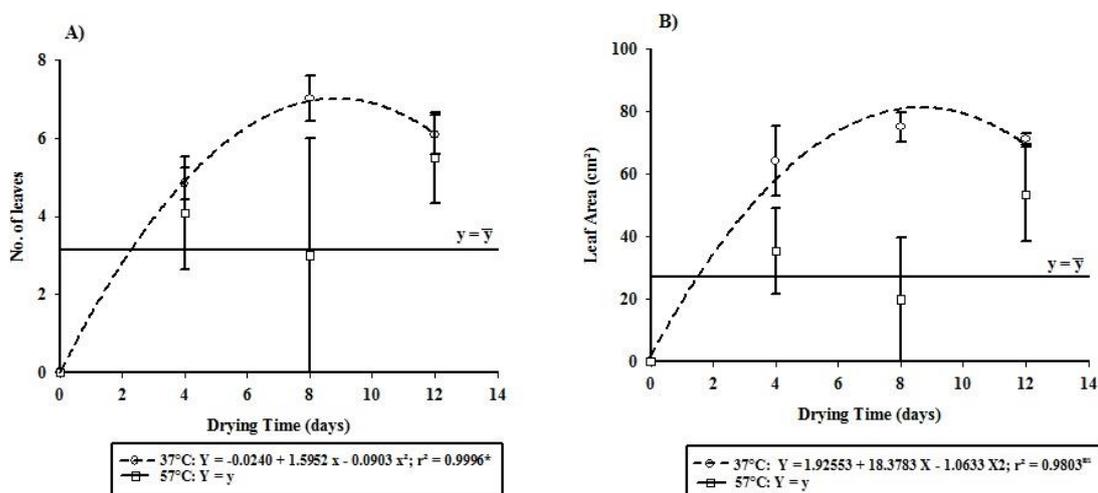
diameters at the collar may also be obtained with the use of fertilizers, as highlighted by Duboc et al. (2009).



**Figure 4.** Length of the root (A) and diameter at the collar (B) in the seedlings of pequi diaspores (*Caryocar brasiliense* camb.) subjected to different drying times and temperatures. \*Significant at a 5% level.

The number of leaves on the seedlings obtained from the diaspores dried at a temperature of 37°C attained the best results at 8.8 days of drying, corresponding to approximately 7 leaves per seedling. The seedlings obtained from the diaspores dried at 57°C had fewer leaves, reaching an average of 3.14 leaves at the different drying times (Figure 5 A).

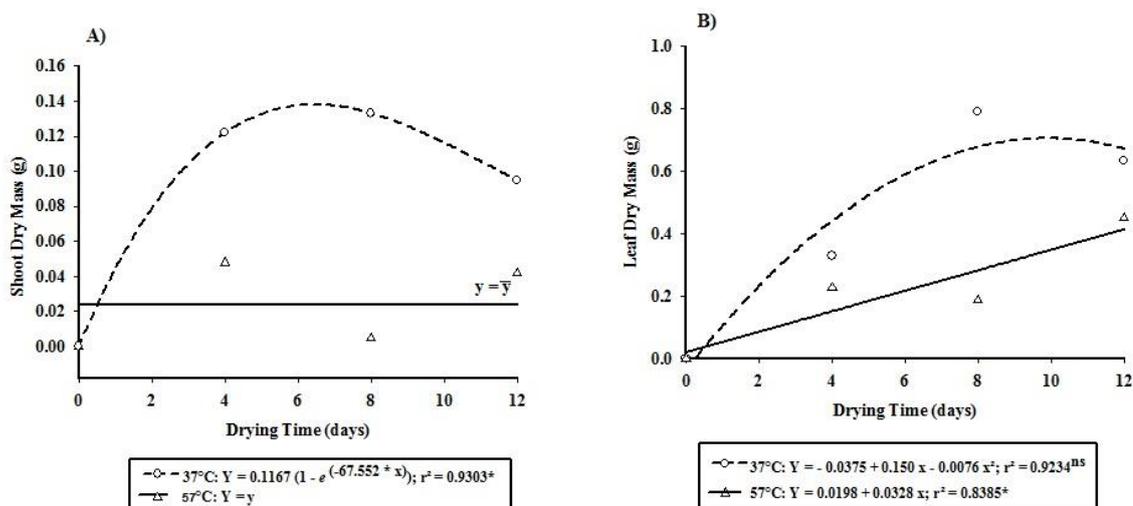
The leaf area of the pequi seedlings obtained from the diaspores dried at 37°C reached its maximum value of 81.34 cm<sup>2</sup> at 8.64 days of drying. The drying of the pequi seeds at 57°C impaired the development of the seedlings. Therefore, the average leaf area at this temperature did not exceed 27.18 cm<sup>2</sup>, which was lower than that obtained for the seeds dried at 37°C (Figure 5 B).



**Figure 5.** Number of leaves (A) and leaf area (B) of pequi seedlings (*Caryocar brasiliense* camb.) derived from diaspores exposed to different drying times and temperatures. <sup>ns</sup>Not significant \*Significant at a 5% level.

The accumulation of shoot dry mass (stem) (Figure 6 A) occurred exponentially, reaching a maximum of 0.12 g at 6 days of drying at a temperature of 37°C. The drying time at 57°C did not affect the accumulation of shoot dry mass, displaying an average dry mass of 0.035 g, which was lower than that obtained for the drying at 37°C.

A quadratic behavior was observed for the values of leaf dry mass in the seedlings obtained from the diaspores dried at 37°C, with a peak at 9.86 days of drying, a time point when the seedlings had achieved 0.78 g of dry mass. The drying of the diaspores at 57°C promoted a linear accumulation of leaf dry mass on the seedlings. Therefore, an increase in the accumulation of leaf dry mass was noted with an increase in the drying time of the diaspores of 0.0328 g per day until a weight of 0.41 g was reached at 12 days. This value was lower than that obtained for the same drying time at 37°C (Figure 6 B).



**Figure 6.** Shoot dry mass (A) and leaf dry mass (B) of pequi seedlings (*Caryocar brasiliense* camb.) obtained from diaspores dried at different times and temperatures. <sup>ns</sup>Not significant \*Significant at a 5% level.

## CONCLUSIONS

- The drying of pequi seeds at 37°C for up to 10 days increased the speed and percent emergence of the seedlings, whereas drying at 57°C prevented the emergence.

- To attain pequi seedlings with a better root length, stem diameter, number of leaves, leaf area and dry mass characteristics, it is recommended that the seeds be dried at 37°C for up to 10 days.

## REFERENCES

Alves CCO, Resende JV, Prado MET, Cruvinel RSR (2010). The effects of added sugar and alcohols on the induction of crystallization and the stability of the freeze-dried peki (*Caryocar brasiliense* CAMB.) fruit pulps. Food Sci. Technol. 43: 934–941.

Agbo CU and Nwosu PU (2009). The influence of seed processing and drying techniques at varying maturity stages of *Solanum melongena* fruits on their germination and dormancy. Afri. J. of Biotechnol. 8(18): 4529–4538.

Berjak P and Pammenter N (2000). What ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. R. Bras. de Fisiol. Veg. 12: 22–55.

Binnotti FFS, Haga KI, Cardoso ED, Alves CZ, Sá ME, Arf O (2008). Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. Acta Sci. Agron. 30(2): 347–254.

Brancalion PHS, Novembre ADLC, Rodrigues RR (2010). Temperatura ótima de germinação de espécies arbóreas brasileiras. *Rev. bras. sementes*. 32(4): 15–21.

Caldas LS, Machado LL, Caldas SC, Campos ML, Caldas JÁ, Pharis RP, Neto ABP (2009). Growth-active gibberellins overcome the very slow shoot growth of *Hancornia speciosa*, an important fruit tree from the Brazilian “Cerrado”. *Trees*. 23(6): 1229 - 1235.

Correa GC, Naves RV, Rocha MR, Chaves LJ, Borges JD (2008). Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryxalata* Vog.), cajuzinho (*Anacardiumthoianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando ao melhoramento genético. *Biosci. J.* 24(4): 42-47.

Duboc E, França LV, Paulo A, Oliveira LS (2009). Efeito de doses de fertilizante de liberação controlada em mudas de pequi (*Cariocar brasiliense* CAMB.). *Bol. pesqui./ Embrapa Cerrados*. 1ª Ed. 1-18

Giordni SCO, Fernandes JSC, Titon M, Santana RC (2012). Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em pequizeiro em estágio precoce. *Rev. Cienc. Agron.* 43(1): 146–153.

Klink CA and Machado RB (2005). Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conserv. biol.* 19(3): 707-713.

Lima A, Silva AMO, Trindade RA, Torres RP, Filho JM (2007). Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, CAMB.). *Rev. Brás. frutic.* 29(3): 695–698.

Oliveira HM, Nery FC, Alvarenga AA, Barbosa JPD, Carvalho DDC (2009). Comportamento germinativo de sementes de *Talisia subalbans* (MART.) Radlk. (Sapindaceae) submetidas a diferentes temperaturas e condições de secagem. *Cienc. Agrotec.* 33(2): 391–396.

Oliveira MEB, Guerra NB, Barros LM, Alves RE (2008). Aspectos Agronômicos e de Qualidade de Pequi. *Embrapa Agroind. Trop.* 1ª ed. 1-33.

- Pacheco MV, Mattei VL, Matos VP, Sena LHM (2010). Germination and vigor of *Dimorphandra mollis* BENTH. Seeds under diferents temperatures and substrates. Rev. arvore. 34(2): 205-213.
- Panobianco M, Vieira RD, Perecin D (2007). Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. Sci. Agric. 64(2): 119–124.
- Pereira AV, Pereira EBC, Silva DB, Gomes AC, Silva JCS (2004). Quebra de dormência de sementes de pequi. Bol. pesqui./ Embrapa Cerrados. 1ª ed. 1-15.
- Roesler R, Catharino RR, Malta LG, Eberlin MN, Pastore G (2008). Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* CAMB. (pequi) and characterization of components by electrospray ionization mass spectrometry. Food chem. 110: 711–717.
- Silva LB and Martins CC (2009). Teste de condutividade elétrica para sementes de mamoneira. Semin., Cienc. agrar. 30(1): 1043–1050.
- Souza AO, Nascimento JL, Naves RV, Borges JD (2007). Propagação sexuada de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.): efeito da procedência de frutos e do ácido giberélico na emergência de plântulas. Pesqui. agropecu. trop. 37(3): 131-136.
- Zaidan LBP, Carreira RC (2008). Seed gemination in Cerrado species. Braz. j. plant physiol. 20(3): 167–181.

## CAPÍTULO 2

### **Tempo e temperatura de armazenamento na qualidade fisiológica de diásporos de pequi avaliados por meio da emergência de plântulas**

### **Time and stored temperature on physiological quality of diaspore pequi evaluated by seedling emergence**

(Artigo conforme as normas da Revista Brasileira de Sementes)

**RESUMO:** O pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.), é uma frutífera nativa do Cerrado muito utilizada pela comunidade local, os frutos são aproveitados de diversas maneiras, na culinária e na indústria. O pequizeiro está entre as nativas do Cerrado que se destaca pelo risco de extinção, devido o avanço das atividades agroindustriais em áreas de vegetação nativa. O mecanismo de obtenção dos frutos ocorre de maneira extrativista, o que ocasiona irregularidades na propagação da espécie. Diferentes tipos de mecanismos para conservação *ex situ* de sementes de espécies florestais são desenvolvidos em busca de condições favoráveis para a manutenção da viabilidade das sementes. Portanto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a qualidade fisiológica de diásporos de pequi armazenados a  $5\pm 2^\circ\text{C}$  (BOD) e  $15\pm 3^\circ\text{C}$  (sala climatizada) por 0, 1, 4, 8 e 12 meses. As avaliações foram realizadas em cada período determinado por meio da emergência, índice de velocidade de emergência e determinação do teor de água, ao final do teste de emergência realizou-se as medidas de crescimento das plântulas. Verificando que o teor de água dos diásporos de pequi reduziu ao longo do armazenamento, diminuindo de 12 para 6,03%. (b.u). O período em que se observou o maior vigor dos diásporos e das plântulas foi aos 30 dias de armazenamento independente das temperaturas utilizadas.

**Palavras-chave:** *Caryocar brasiliense* Camb., viabilidade, conservação *ex situ*, espécie nativa, deterioração, Cerrado

**ABSTRACT:** Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), Is a native fruit of Cerrado widely used by the local community, the fruits are enjoyed in many ways, in cooking and in industry. The pequi tree is among the native species of the Cerrado that stands at risk

because of the advance of agribusiness activities in areas of native vegetation. The mechanism for obtaining fruit extraction, which causes irregularities in the spread of species. Different types of mechanisms for *ex situ* conservation of forest tree seeds are developed to search favorable conditions for the maintenance of seed viability. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the physiological quality of diaspores pequi stored in two environments: BOD at  $5 \pm 2$  ° C and heated room  $15 \pm 3$  ° C for 0, 1, 4, 8 and 12 months. The evaluations were performed in each period determined by the emergency, emergency speed index and determination of water content, from the establishment of the emergency measures was held seedling growth. It was observed that the water content of the pequi decreased during storage, decreasing from 12 to 6.03%. (w.b.). The period in which we observed the greatest vigor of the seeds and seedlings at 30 days independent storage environments.

**Key words:** *Caryocar brasiliense* Camb., viability, *ex situ* conservation, native specie, deterioration, Cerrado

## INTRODUÇÃO

O Cerrado potencializa uma das maiores riquezas mundial sendo a mais diversificada savana do mundo, com extenso inventário florístico que se encontram sob constantes transformações, convertendo em áreas agrícolas e de pastagens com risco de extinção das espécies. O domínio Cerrado está entre os 25 *hotspots* terrestres, áreas designadas como pontos de preservação da biodiversidade, que sofrem com a fragmentação de habitats e pressão sobre as espécies nativas. Possui apenas 20% da área original do total aproximado de 1,8 milhões de km<sup>2</sup> de extensão, sendo somente 6,2% área de proteção. É o segundo maior conjunto de biomas da América do Sul superado somente pela Floresta Amazônica. (Klink e Machado, 2005; Silva e Bates, 2002; Myers et al., 2000).

Entre as frutíferas nativas do Cerrado, o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) encontra-se amplamente distribuído pela região. O fruto é bastante consumido pela população e a forma extrativista para a obtenção dos frutos tem dificultado a propagação da espécie. A espécie pertence à família Caryocaraceae, com maior frequência do gênero *Caryocar* no Planalto Central (Oliveira et al., 2008; Giordani et al., 2012). Dos frutos utiliza-se o mesocarpo, rico em vitaminas, sais minerais e óleo, podendo ser consumido *in natura*, na forma de doces, sorvetes, licores entre outros.

Tanto a polpa dos frutos quanto as sementes fornecem óleo rico em riboflavina, tiamina, carotenoides e vitamina A, utilizados na culinária e na produção de medicamentos (Roesler et al., 2008; Souza et al., 2007).

Durante muitos anos vários estudos se destinam à conservação da biodiversidade vegetal, a diversidade genética e estratégias de conservação que garantam a viabilidade das sementes por longos períodos, contudo a diversidade entre as espécies é um dos fatores que alavancam pesquisas voltadas para o armazenamento para que se torne compreensível o comportamento entre as mesmas (Vertucci e Ross, 1990). Assim diferentes comportamentos, demonstrados por diferentes espécies em condições semelhantes tem fornecido informações importantes em relação à longevidade das sementes, possibilitando conhecimento biológico entre espécies e estabelecendo novas técnicas para a conservação (Walters et al., 2005).

Desta forma, os mecanismos de conservação são destinados à formação de bancos de sementes e germoplasmas (*ex situ*) ou no ambiente de origem (*in situ*) (Nagel et al., 2009). No entanto a conservação *in situ* em áreas protegidas necessitam da interação entre o ambiente e dos conhecimentos da população, visto que as condições ambientais podem interferir na viabilidade das sementes (Godefroid et al., 2010).

Entre os fatores que determinam a viabilidade se destacam o comportamento das sementes em relação ao teor de água, sendo que as sementes recalcitrantes são sensíveis à perda de água, não completando o ciclo de maturação (Berjak e Parmmenter, 2000). Ao contrário, sementes ortodoxas sobrevivem à dessecação e podem ser armazenadas por períodos prolongados em ambientes controlados, mantendo a integridade do embrião em fases dormentes e retomando o processo de germinação em condições favoráveis (Angelovici et al., 2010).

Neste sentido, o armazenamento de sementes de espécies florestais pode contribuir para formação de germoplasmas com valiosas informações sobre a diversidade genética (Borner, 1990), fortalecendo a política ambiental sobre a demanda de espécies nativas para a recuperação dos ecossistemas (Carvalho et al., 2006).

Objetivou-se com o presente estudo avaliar a qualidade fisiológica dos diásporos de *C. brasiliense* armazenados por diferentes períodos e temperatura, a fim de se determinar melhores condições de manutenção dos diásporos para posterior utilização das sementes na produção de mudas e preservação da espécie em bancos de sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de pequi foram coletados na fazenda Gameleira situada no município de Montes Claros de Goiás a 16° 07' S – 51° 18' W, altitude de 592 m. A coleta foi realizada no mês de novembro de 2011 em condições naturais a partir de 12 matrizes com distância mínima de 6m. Após a coleta, os frutos foram levados para o Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano Câmpus Rio Verde, permanecendo espalhados em bancadas por três dias para atingir uniformidade na maturação. Em seguida efetuou-se a retirada do epicarpo de forma manual, deixando os frutos sobre as bancadas permitindo o amolecimento da polpa de forma a facilitar a retirada de todo o mesocarpo. A despolpa foi feita com auxílio de despoldadora elétrica de frutas e hortaliças, extraindo a polpa e os espinhos que se encontram aderidos ao endocarpo (Figura 1).

Posteriormente foi determinado o teor de água inicial dos diásporos (semente + endocarpo) pelo método de estufa a temperatura de  $105\pm 3$  °C segundo a metodologia descrita por Brasil (2009) com quatro repetições de 10 diásporos, adaptando-se a pesagem até obter massa constante. A partir do teor de água inicial (32,29% b.u), os diásporos foram submetidos à secagem lenta em estufa de circulação e renovação forçada de ar a  $37\pm 2$  °C por 7 dias, momento em que se obteve o teor de 12% (b.u) desejado para o armazenamento.

Os diásporos foram tratados com fungicida Vitavax Tiran<sup>®</sup> a 30%, permanecendo em ambiente de laboratório por uma hora sobre papel toalha para retirar o excesso de produto. Em seguida foram embalados e selados em três sacos plásticos para autoclaves de alta densidade e armazenados por até 12 meses em duas temperaturas:  $5\pm 2$  °C (BOD) com umidade relativa de  $73\pm 2\%$  e  $15\pm 3$  °C (sala climatizada) com umidade relativa de  $55\pm 5\%$ . Em cada período de armazenamento determinado (0, 1, 4, 8 e 12 meses), os diásporos foram retirados e tratados com solução de ácido giberélico a  $1\text{g L}^{-1}$  embebidos em papel germitest por 48h em BOD regulada a 30°C, visando à superação da dormência fisiológica.

Determinou-se em cada período de armazenamento o teor de água (TA) e efetuando o teste de emergência em tubetes preenchidos com substrato Trimix, mantidos em casa de vegetação durante 120 dias. Calculou-se o índice de velocidade de emergência (IVE) segundo o cálculo proposto por Maguire (1962) e determinando comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro na altura do colo (DAC), número de ramificação (NR) e número de folhas (NF). As mudas provenientes do armazenamento

foram transplantadas para sacos de polietileno e após estabelecimento foram plantadas em diferentes localidades rurais da região (Figura 1).

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente ao acaso com esquema fatorial 5 (tempos de armazenamento) x 2 (temperaturas) com quatro repetições de 15 diásporos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão para cada período de armazenamento e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância através do programa estatístico SISVAR<sup>®</sup>.



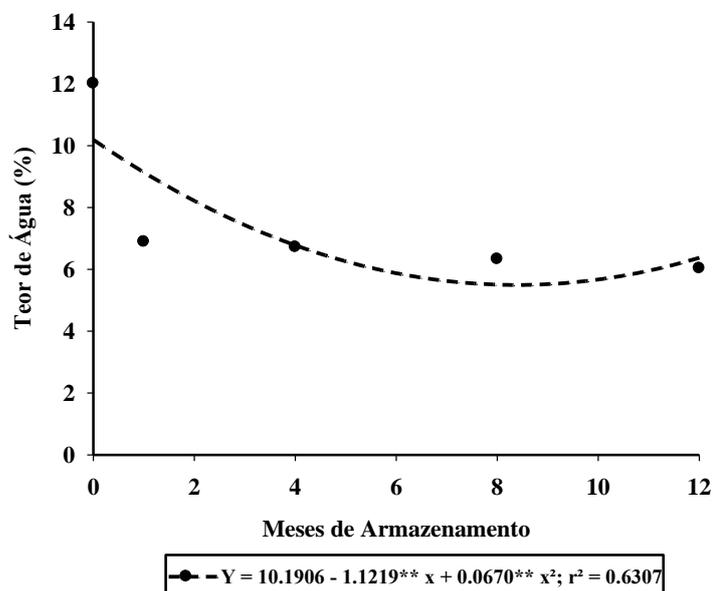
Silva, 2013

**Figura 1:** Obtenção dos diásporos e mudas de pequi (*C. brasiliense*). A) Pirênios; B) Diásporos; C) Armazenagem dos diásporos; D) Emergência inicial de pequi. E) Mudas de pequi aos 60 dias. F) Plantio de mudas de pequi após 120 dias de cultivo.

## RESULTADOS

A perda de água dos diásporos foi gradativa ao longo do armazenamento, reduzindo de forma acentuada durante o primeiro mês, passando de 12% (b.u) para 6,9% (b.u). Nos meses seguintes houve pequena variação, evidenciando médias de 6,72, 6,33 e 6,03% (b.u), respectivamente aos quatro, oito e 12 meses de armazenamento, sendo que aos 8,4 meses foi o momento em que se registrou o menor teor de água nas sementes (Figura 2). Segundo Borges et al. (2009) as condições de temperatura e umidade relativa do ambiente são determinantes para o equilíbrio higroscópico específico e logo, definirá a qualidade fisiológica das sementes por maior ou menor tempo. Assim, nota-se que a rápida perda de água inicial e a tendência de manutenção do teor de água durante o armazenamento pode tanto ter sido influenciado pelo tipo de

embalagem utilizada ou em razão das sementes terem alcançado o equilíbrio com o ambiente a partir do primeiro mês.



**Figura 2.** Teor de água em diásporos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), obtidos durante o armazenamento por até 12 meses. \*\*Significativo a 1% de significância.

A análise dos dados não indicou interação significativa entre os fatores, demonstrando efeitos isolados para o tempo de armazenamento e as temperaturas. A emergência média de plântulas foi de 31,66% para as sementes mantidas a  $5\pm 2$  °C e 35,33% no ambiente de  $15\pm 3$  °C independente do período de armazenamento, verificando comportamento semelhante para as demais variáveis nos dois ambientes (Tabela 1).

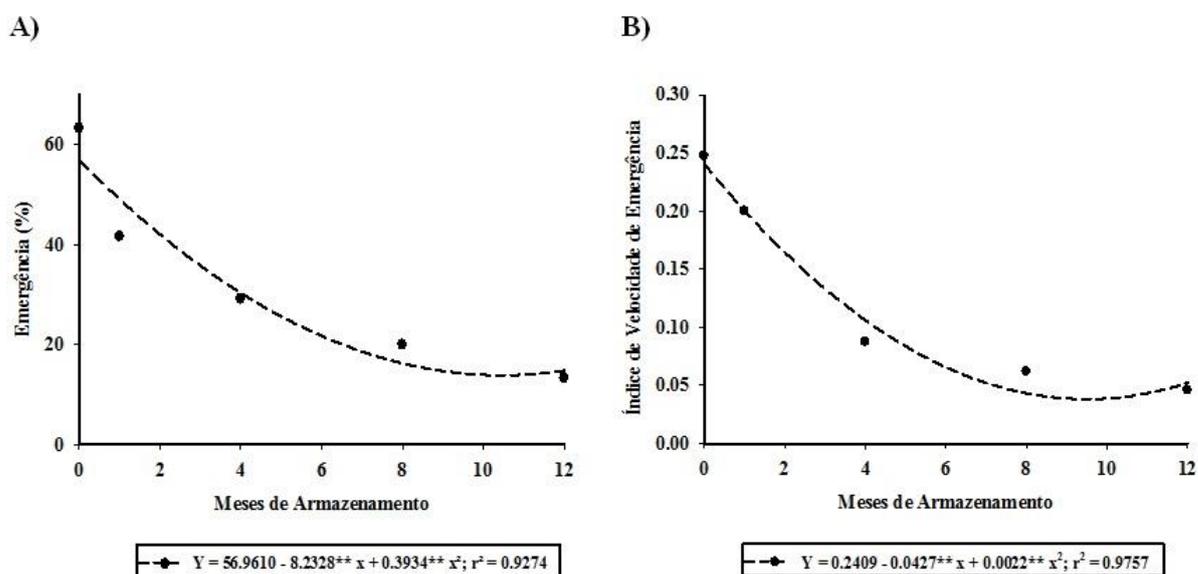
**Tabela 1.** Temperatura (TEMP.), Teor de água (TA), porcentagem de emergência (EMERG.), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro na altura do colo (DAC), número de raiz (NR) e número de folhas (NF) em diásporos de pequi (*C. brasiliense*), armazenados à  $15\pm 3$  °C e  $5\pm 2$  °C.

TEMP.	T.A	EMERG.	IVE	CPA	DAC	NR	NF
$5\pm 2$ °C	7,70 a	31,66 <sup>z</sup>	0,13	26,79	4,92	1,36	8,75
$15\pm 3$ °C	7,49 b	35,33	0,12	27,92	4,56	1,24	8,53

<sup>z</sup>Não há diferença entre as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A emergência inicial ocorreu aos 21 dias após a semeadura (Figura 3 A), sendo que para este período o máximo percentual de emergência foi de 63,33% quando os diásporos se encontravam com teor de água próximo a  $12\pm 2\%$  (b.u). Estes resultados corroboram com os valores encontrados por Silva et al. (2013) ao avaliarem o

comportamento dos diásporos de pequi em relação ao teor de água durante o processo de secagem, constatando que o maior percentual de emergência ocorreu quando as sementes continham teor de água entre 8 e 10%, atingindo 57,4% de plântulas emergidas. Verificou-se também que na redução do teor de água para 6%, ocorreu decréscimo da emergência, evidenciando aos 10,5 meses média de 13,34% (Figura 3A). O processo de secagem para redução do teor de água inicial (32, 29%) não afetou a emergência das plântulas, porém ao longo do armazenamento ao atingir níveis abaixo de 7% obteve-se redução da emergência com valores inferiores a 30%.



**Figura 3.** Porcentagem de emergência (A) e índice de velocidade de emergência de plântulas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) obtidas após o armazenamento dos diásporos por até 12 meses. \*\*Significativo a 1% de significância.

A conservação de sementes de ipê roxo [*Tabebuia heptaphylla* (Vell. Toledo)], com diferentes teores de água (15,6, 11,5, 8,1 e 4,3%) é favorável no tempo inicial de armazenamento com média de até 40% de emergência de plântulas. Porém, durante o armazenamento as sementes de *T. heptaphylla* reduziram a qualidade fisiológica, especialmente para o teor de água de 15,6% mantidas a 20 °C após os 120 dias de armazenamento. No entanto, com 11,5 e 8,1% a 20 °C, as sementes mantiveram médias de 42 e 34% de emergência respectivamente até os 240 dias de armazenamento (Martins et al., 2012).

Aos 30 dias de armazenamento dos diásporos de pequi foram registrados 41,7% de emergência, após quatro, oito e 12 meses respectivamente obteve-se 30, 20 e 13% de emergência independente da temperatura (Figura 3 A).

Em contrapartida com estes resultados, Lima et al. (2012) avaliaram sementes de caju-de-árvore-do-cerrado [*Anacardium othonianum* (Rizz.)], durante o armazenamento por até 12 meses a 18° C, e verificaram que a redução do teor de água de 29,5% para 20 e 16,8% não afetou a germinação e o vigor, permitindo que as sementes se mantivessem viáveis ao longo do armazenamento com 100% de germinação com teores de água de 20 e 16,8% de água. Menor valor foi registrado quando as sementes se encontraram com teor de água igual a 29,5%, com germinação abaixo de 5% aos 12 meses, indicando que a elevada concentração de água desencadeiam processos de deterioração ao longo do tempo.

De acordo com Escandon et al. (2012) sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L ) são capazes de manter a viabilidade por até seis meses em condições de 4 e 25° C durante o armazenamento, com germinação superior a 60%. Os autores revelam que a partir deste período entre 6 e 12 meses, o vigor das sementes é afetado em virtude da temperatura mais elevada (25°C) combinado ao longo período de armazenamento reduzindo de forma drástica a germinação para 2%, evidenciando que sob estas condições ocorre perda de vigor, influenciando na velocidade de emergência diária e interferindo em propriedades bioquímicas importantes para a manutenção das sementes (Sershen et al., 2008).

Sementes que se caracterizam como ortodoxas possuem resistência à perda de água, sendo recompensadas por mecanismos de proteção presentes nas sementes que envolvem alguns carboidratos, proteínas e lipídios atuando na reidratação das membranas e contribuindo com a vida útil das sementes durante o armazenamento (Mello et al., 2010).

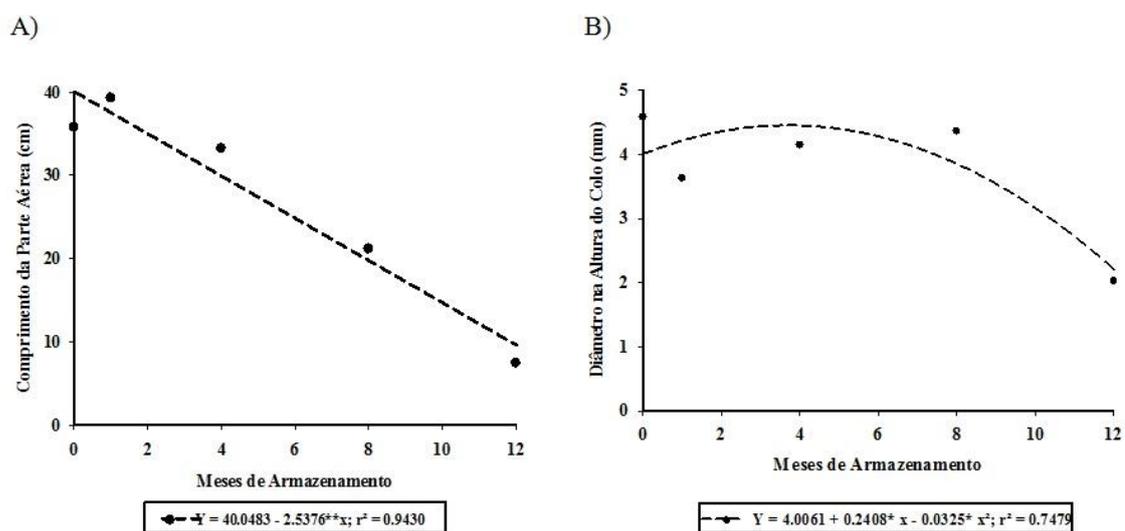
Neste caso observa-se que o pequi apresenta características de sementes ortodoxas, e a 12% de teor de água constatou-se alto valor de emergência de plântulas, o que não é possível em sementes recalcitrantes. Como foi constatado por Scalon et al. (2012) em sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess (uvaia), armazenadas a 5, 16 e -18±1° C, por 30 dias, as sementes registraram teor de água inicial de 45% e após o armazenamento alcançaram 30, 25 e 23% respectivamente aos ambientes avaliados. Segundo os autores, a redução do teor de água reduziu a germinação das sementes de 57% para 39%, e no armazenamento a -18° C não ocorreu germinação indicando para esta espécie comportamento recalcitrante.

De acordo com a Figura 3 nota-se que a emergência de plântulas de pequi é lenta e desuniforme, reduzindo o vigor das sementes e a velocidade de emergência. Assim,

nota-se que o índice de velocidade de emergência dos diásporos de pequi foi de 0,25 no tempo inicial, seguido de declínio consecutivo, indicando o menor vigor a partir dos 9,7 meses de armazenamento. Em muitos casos as sementes não completam o período de germinação por diferentes eventos intrínsecos, relacionados à dormência ou alterações genéticas dentro da própria espécie (Bewley, 1997; Collevatti et al., 2001). Como foi observado em trabalho realizado por Leão et al. (2012), que testaram diferentes tratamentos para superação de dormência de pequi, em que os valores encontrados para o IVE foram inferiores ao descrito neste trabalho e o valor máximo encontrado foi de 0,21 em sementes tratadas com ácido giberélico. Para estes autores há outros fatores relacionados à germinação que interferem na velocidade da emergência.

Desta forma, verifica-se que o tempo de armazenamento foi fator determinante na conservação dos diásporos. Possivelmente, a redução do teor de água das sementes combinado à composição oleaginosa das sementes tenha favorecido a deterioração.

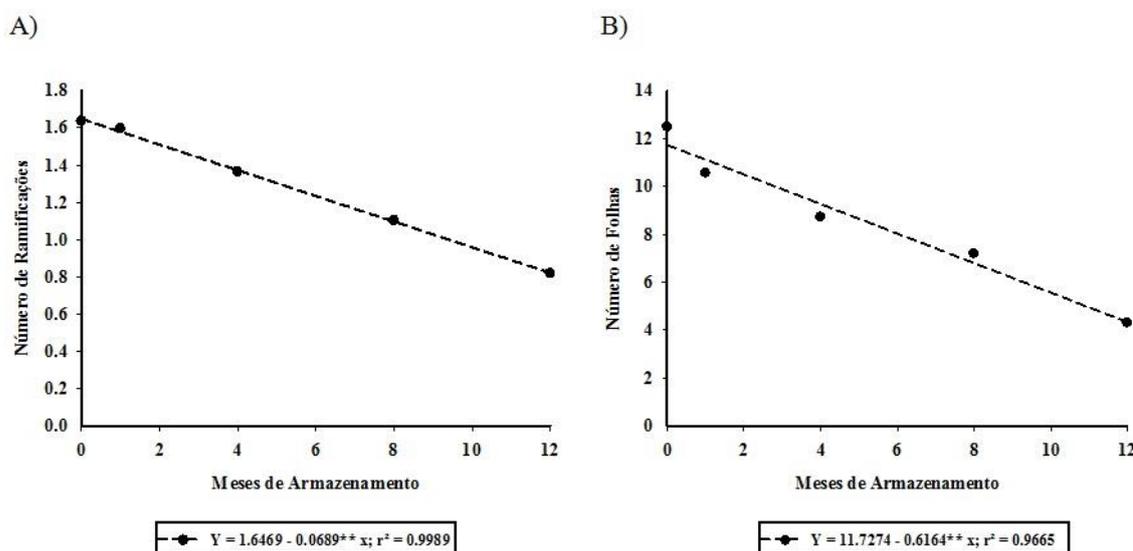
O comprimento da parte aérea das plântulas de pequi demonstrou queda no desenvolvimento após o período de armazenamento (Figura 4A), em que os maiores comprimentos ocorreram no início das avaliações, representando médias entre 35,8 cm e 39,3 cm no primeiro mês de armazenamento. O crescimento das plântulas reduziu linearmente até final do armazenamento, chegando a 7,43 cm aos 12 meses.



**Figura 4.** Comprimento da parte aérea em plântulas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) obtidas após o armazenamento dos diásporos por até 12 meses. \*\*Significativo a 1% de significância. \*Significativo a 5% de significância.

Para o diâmetro na altura do colo (Figura 4B), observou-se comportamento quadrático com redução da espessura a partir dos 3,7 meses de 4,6 mm para 2,0 mm, o que pode estar relacionado à translocação das reservas das sementes para as plântulas. Guedes et al. (2012) também observaram queda no vigor das plântulas após o armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira-do-sertão), por até 240 dias em temperaturas de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  (laboratório),  $-20\pm 2^{\circ}\text{C}$  (freezer),  $8\pm 2^{\circ}\text{C}$  (câmara fria) e  $6\pm 2^{\circ}\text{C}$  (geladeira). De acordo com os autores, os ambientes de câmara fria, geladeira e freezer foram responsáveis por reduções menos drásticas, com pequenas alterações do comprimento, fato que está relacionado ao controle das condições de armazenamento destes ambientes. Já as sementes mantidas em ambiente de laboratório apresentaram maior queda no desenvolvimento das plântulas, reduzindo de 16 para 0 cm após 210 dias de armazenamento.

Os diásporos de pequi não sofreram interferência das temperaturas, mas o tempo de armazenamento foi determinante no declínio de crescimento das plântulas com comportamento semelhante para o número de ramificações e número de folhas, reduzindo de 1,6 para 0,8 e de 12,4 para 4,3 respectivamente ao final de 12 meses de armazenamento (Figura 5).



**Figura 5:** Número de ramificações e número de folhas presentes em plantas de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) obtidas após o armazenamento dos diásporos por até 12 meses. **\*\***Significativo a 1% de significância.

## CONCLUSÃO

Verificou-se que os diásporos de pequi mantêm o vigor entre 12 e 7% (b.u) de teor de água, armazenados por até 30 dias independente das temperaturas utilizadas. A espécie em questão possui comportamento ortodoxo em função do teor de água. Porém a composição química das sementes contribuiu com a redução do vigor das mesmas ao longo do armazenamento.

## REFERÊNCIAS

ANGELOVICI, R; GALILI, G; FERNIE, A. R; FAIT, A. Seed desiccation: a bridge between maturation and germination. **Trends in Plant Science**, v. 15 n. 4, p. 211-218, 2010.

BERJAK, P; PAMMENTER, N. What ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, (Ed. Especial), p.22-55, 2000.

BEWLEY, J. D. Seed germination and dormancy. **The Plant Cell**, v. 9, p. 1055-1066, 1997.

BONNER, F. T. Storage of seeds: Potencial and limitantes for germoplasm conservation. **Foreste and Management**, v. 35, p. 35-43, 1990.

BORGES, S; BORGES, E. E. L; CORREA, P. C; BRUNE, A. Equilíbrio higroscópico e viabilidade de sementes de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speng) em diferentes condições ambientais de armazenamento. **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 84, p. 475-481, 2009.

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

CARVALHO, L. R; SILVA, E. A. A; DAVIDE, A. C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.

COLLEVATTI, R. G; GRATTAPAGLIA, D; HAY, J. D. Population genetic structure of the endangered tropical tree species *Caryocar brasiliense*, based on variability at microsatellite loci. **Molecular Ecology**, v. 10, p. 349-356, 2001.

ESCANDON, J. M; SILVA, B. C. F; SILVA, S. R. S; GRANJA, J. A. A; ALVES, C. J. L; POMPELLI, M. F. Germination responses of *Jatropha curcas* L. seeds to storage and aging. **Industrial Crops and Products**, p. 1-7, 2012.

GIORDNI, S. C. O; FERNANDES, J. S. C; TITON, M; SANTANA, R. C. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em pequi em estágio precoce. **Revista Ciência Agronômica**, v, 43 n.1, 146–153, 2012.

GODEFROID, S.; VYVER, A. V.; VANDERBORGHT, T.; Germination capacity and viability of threatened species collections in seed banks. **Biodivers Conserv.**, (19), p. 1365-1383, 2010.

GUEDES, R. S; ALVES, E. U. BRUNO, R. L. A; GONÇALVES, E. P; COSTA E. G; MEDEIROS, M. S. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 1, p. 68-75, 2012.

KLINK, C. A; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v.19, n. 3, p.707-713, 2005.

LEÃO, E. F; PEIXOTO, N; MORAIS JÚNIOR, O. P. Emergência de plântulas de pequi em função da planta matriz e uso de ácido giberélico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, p. 416-423, 2012.

LIMA, R. E; RUBIO NETO, A; SILVA, F. G; SALES, J. F; SANTANA, J. G; CORRÊA, R. M. Effect of water content and storage on caju-de-árvore-do-cerrado seed germination. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 1, p. 78-82, 2012.

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

MARTINS, L; LAGO, A. A; CÍCERO, S. M; Conservação de sementes de ipê roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n.1, p.108-112, 2012.

MELLO, J. I. O; BARBEDO, C. J; SALATINO, A; RIBEIRO, R. C. L. F. Reserve carbohydrates and lipids from the seeds of four tropical tree species with different sensitivity to desiccation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 4, p.889-899, 2010.

MYERS, N; MITTERMEIER, R. A; MITTERMEIER, C. G; FONSECA, G. A. B; KENT, JENNIFER. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, vol. 403, p. 853-858, 2000.

NAGEL, M.; VOGEL, H.; LANDJEVA, S; SORLIN, G. B.; LOHWASSER, U.; SCHOLZ, U.; BÖRNER, A. Seed conservation in ex situ genebanks-genetic studies on longevity in barley. **Euphytica**, (170), p. 5-14, 2009.

OLIVEIRA, M. E. B; GUERRA, N. B; BARROS, L. M; ALVES, R. E. Aspectos Agronômicos e de Qualidade de Pequi. **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2008.

ROESLER, R; CATHARINO, R. R; MALTA, L. G; EBERLIN, M. N; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* CAMB. (pequi) and characterisation of components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food chemistry**, v. 110, p. 711-717, 2008.

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.

SERSHEN; BERJAK, P; PAMMENTER, N. W. Desiccation sensitivity of excised embryonic axes of selected amaryllid species. **Seed Science Research**, v.18, p. 1-11, 2008.

SILVA, G. P; RUBIO NETO, A; FRANÇA, S. C; SALES, J. F; SILVA, F. G; RESENDE, O. Influence of the drying temperature on the emergence and vigor of Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb), an important species of the Brazilian cerrado. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 6, p. 553-558, 2013.

SILVA, J. M. C; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: A tropical savanna hotspot. **Bio Science**, v. 52, n. 3, p. 225-233, 2002.

SOUZA, O. A; NASCIMENTO, J. L; NAVES, R. V; BORGES, J. D. Propagação sexuada de pequi ( *Caryocar brasiliense* Camb.): Efeito da procedência de frutos e do ácido giberélico na emergência de plântulas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 131-136, 2007.

VERTUCCI, C. W; ROOS, E. E. Theoretical basis of protocols for seed storage. **Plant Physiology**, v. 94, p. 1019-1023, 1990.

WALTERS, C; WHEELER, L. M; GROTEHUIS, J. M. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. **Seed Science Research**, v. 15, p. 1-20, 2005.

## CAPÍTULO 3

### Superação de dormência e análise histoquímica dos diásporos de pequi

#### Dormancy breaking and histochemical analysis of diaspores pequi

(Artigo conforme as normas da revista African Journal of Biotechnology (AJB))

**RESUMO:** A dormência de sementes florestais tem papel fundamental na dispersão das sementes e sobrevivência das mudas em diferentes locais e tempos. Porém, muitas espécies mesmo em condições favoráveis não concluem o processo de germinação, impedindo o estabelecimento das mudas. Neste sentido, torna-se necessário promover métodos eficientes para superar a dormência destas espécies e contribuir com a produção de mudas em escala comercial. Objetivou-se com este estudo avaliar diferentes mecanismos de superação de dormência em diásporos de pequi e caracterizar os principais componentes químicos presentes nas sementes por meio de estudos histoquímicos. Para superação de dormência utilizou-se os seguintes tratamentos: 1) Controle (diásporos sem tratamento); 2) Pré-embebição dos diásporos envolvidos em papel germitest umedecido 2,5 vezes o peso seco do papel com solução de ácido giberélico a  $1\text{g L}^{-1}$  por 48 horas em BOD regulada a  $30^\circ\text{C}$ ; 3) Pré-aquecimento em estufa a  $37\pm 2^\circ\text{C}$  por 48 horas + embebição em papel germitest com solução de ácido giberélico a  $1\text{g L}^{-1}$  por 48 horas em BOD regulada a  $30^\circ\text{C}$ ; 4) Pré-aquecimento em estufa de circulação e renovação forçada de ar a  $37\pm 2^\circ\text{C}$  por 48 horas; 5) Imersão em solução de ácido giberélico a  $1\text{g L}^{-1}$  sob constante aeração por 24 horas; 6) Imersão em solução de ácido giberélico a  $0,5\text{g L}^{-1}$  sob constante aeração por 24 horas; 7) Pré-embebição dos diásporos envolvidos em papel germitest umedecido 2,5 vezes o peso seco do papel com solução de ácido giberélico a  $0,5\text{g L}^{-1}$  por 48 horas em BOD regulada a  $30^\circ\text{C}$ ; 8) Imersão em solução de ácido sulfúrico a 50% durante cinco minutos; 9) Imersão em solução de  $\text{KNO}_3$  a  $2,5\text{g L}^{-1}$  sob constante aeração durante 24 horas. Verificou-se diferença entre os métodos de superação de dormência. Obteve-se as maiores porcentagens de emergência de plântulas de pequi nos tratamentos em que se utilizou ácido giberélico para superação de dormência atingindo máximo de 50%. A análise histoquímica evidenciou a presença de compostos fenólicos no tegumento, carboidratos totais e lipídios no endosperma da semente.

**Palavras-chave:** *Caryocar brasiliense* Camb., emergência, ácido giberélico, tegumento, endosperma, composição química

**ABSTRACT:** Seed dormancy of forest plays a key role in the dispersal and seedling survival in different places and times. However, many species even in favorable conditions do not complete the germination process, preventing the establishment of seedlings. In this sense, it is necessary to promote efficient methods for breaking dormancy of these species and contribute to seedling production on a commercial scale. The objective of this study was to evaluate different mechanisms of dormancy break in diaspores pequi through the following treatments: 1) Control (untreated diasporas); 2) Pre-soaking of the seeds in paper moistened germitest 2.5 times the dry weight with gibberellic acid to  $1\text{g/L}^{-1}$  for 48 hours in BOD at  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 3) Preheat oven at  $37 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 48 hours + soaking paper germitest with gibberellic acid to  $1\text{g/L}^{-1}$  for 48 hours in BOD at  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 4) Pre-heating circulation oven and renewal forced air at  $37 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  for 48 hours; 5) Immersion in  $1\text{g/L}^{-1}$  gibberellic acid for 24 hours; 6) Immersion in  $0.5\text{ g/L}^{-1}$  gibberellic acid for 24 hours; 7) Pre-soaking of the seeds in paper moistened germitest 2.5 times the dry weight with gibberellic acid  $0.5\text{ g/L}^{-1}$  BOD for 48 hours at  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 8) Immersion in 50% sulfuric acid for five minutes; 9) Soaking in  $\text{KNO}_3$   $2.5\text{ g/L}^{-1}$  under constant aeration for 24 hours. This study also aimed to characterize the main chemical components present in the seeds through histochemical studies. It is the difference between methods of scarification, where the highest values occurred in the emergency treatment of pre-soaking solution gibberellic acid  $1\text{g/L}^{-1}$  48 hours with 50% of seedlings. The histochemical analysis revealed the presence of phenolic compounds in the seed coat, carbohydrates and lipids in the endosperm of the seed.

**Key words:** *Caryocar brasiliense* Camb., emergency, gibberellic acid, integument, endosperm, chemistry composition

## INTRODUÇÃO

A ausência da germinação em algumas espécies ocorre por diversos motivos intrínsecos às sementes, que mesmo em condições favoráveis não possuem capacidade para completar o processo em período de tempo ou sob qualquer combinação de fatores físicos ambientais. A dormência é um fenômeno de grande importância para garantir a sobrevivência das sementes ao longo do tempo, por isso nem sempre deve ser considerada como impedimento para germinação. Este fato pode estar relacionado ao tipo de estratégia ou pressão seletiva, que por hora estão com seus embriões protegidos

pelo tegumento até o momento da emergência das plântulas (Bewley, 1997; Schütz, 2000).

Nem sempre é possível identificar a causa da dormência em determinadas espécies, porém alguns fatores como a ausência da absorção de água, temperatura, luz, genótipo e maturidade do embrião interferem no ciclo de vida da semente e conseqüentemente na formação de plântulas. Em sementes que correlacionam diferentes graus de dormência é necessário agregar o uso de reguladores de crescimento, como ácido abscísico (ABA) e giberelina (GA) de maneira antagônica, a fim de equilibrar ou cessar a dormência. O ABA, ainda pode exercer influência sobre a dormência dos tecidos de reserva, de forma que este inibe a ruptura mecânica do endosperma. Outro aspecto extremamente importante que leva a dormência e está relacionada à longevidade da semente é a composição química. Como exemplo, a presença de compostos fenólicos que reduzem a permeabilidade de substâncias, inibindo processos metabólicos de pós-maturação e germinação (Baskin e Baskin, 2004; Graeber et al., 2012; Finkelstein et al., 2008).

Os compostos químicos presentes nas sementes determinam o vigor das plântulas durante o processo de germinação, uma vez que estes são mobilizados dos tecidos de reserva e utilizados como combustível energético. Neste sentido estudos histoquímicos são importantes ferramentas na elucidação da composição e organização celular. No entanto há poucos registros sobre os aspectos histoquímicos de sementes florestais e a correlação com o processo de germinação (Corte et al., 2008; Oliveira et al., 2012).

A grande maioria de espécies florestais geralmente possui algum tipo de bloqueio para germinação mesmo perante as condições ambientais adequadas. A impermeabilidade do tegumento é uma das características presentes nas espécies arbóreas do Cerrado, nas quais usualmente se recomenda algum tipo de escarificação para facilitar a entrada de água e oxigênio. Em algumas espécies ocorre ainda a imaturidade dos embriões, sendo necessário o uso de fitorreguladores que estimulem o embrião (Albuquerque et al., 2007; Zaidan e Carreira, 2008).

O *C. brasiliense* é uma frutífera nativa bastante distribuída na região do Cerrado, a qual se encontra sob ameaça de extinção, em razão do extrativismo dos frutos, a irregularidade e a baixa taxa de germinação das sementes, dificultando a produção de mudas em escala comercial. A dormência presente nas sementes se deve à associação de fatores relacionados à resistência dos envoltórios, presença de inibidores bem como a

dormência imposta pelo próprio embrião (Araújo, 1995; Souza et al., 2007; Bernardes et al., 2008).

Embora a dormência das sementes represente importante papel ecológico na dispersão, sobrevivência e desenvolvimento das espécies, é preciso investigar novas metodologias de superação de dormência, a fim de contribuir com a produção de mudas nativas para a grande demanda de recuperação de áreas degradadas, uma vez que informações em relação ao comportamento fisiológico para espécies florestais ainda são escassas (Bewley, 1997; Mondo et al., 2008).

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de diferentes tratamentos na superação de dormência de diásporos de pequi, bem como caracterizar os principais compostos químicos presentes nas sementes.

## MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos frutos foi realizada na zona rural do município de Canarana, MT, localizada geograficamente à 13°22'15,051810" S e 52° 20'48,224300" W. Os frutos foram coletados no mês de novembro de 2012 a partir de 14 plantas matrizes distantes entre si aproximadamente 12m. Os frutos foram obtidos diretamente das plantas adultas, retirando os frutos que soltaram facilmente do pedúnculo, indicando ponto de maturidade.

Após a coleta, os frutos foram levados para o Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, permanecendo espalhados sobre bancadas por cinco dias, promovendo o amolecimento do epicarpo que foi removido manualmente. Para remoção de todo o mesocarpo e os espinhos aderidos ao endocarpo, utilizou-se uma despoldadora elétrica de frutas e hortaliças com disco abrasivo no interior (Figura 1 A e B).



**Figura 1.** A) Pirênios; B) Diásporos; C) Mudas de pequi obtidas em casa de vegetação após 60 dias da semeadura.

A partir da obtenção dos diásporos determinou-se o teor de água inicial em estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  de acordo com Brasil (2009) até obtenção de massa constante.

O trabalho foi dividido em dois experimentos. No primeiro, submeteu-se os diásporos aos seguintes tratamentos de superação de dormência: 1) Controle (diásporos sem tratamento); 2) Pré-embebição dos diásporos envolvidos em papel germitest umedecido 2,5 vezes o peso seco do papel com solução de ácido giberélico a  $1\text{g L}^{-1}$  por 48 horas em BOD regulada a  $30^\circ\text{C}$ ; 3) Pré-aquecimento em estufa a  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  por 48 horas + Embebição em papel germitest com solução de ácido giberélico a  $1\text{g L}^{-1}$  por 48 horas em BOD regulada a  $30^\circ\text{C}$ ; 4) Pré-aquecimento em estufa de circulação e renovação forçada de ar a  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  por 48 horas; 5) Imersão em solução de ácido giberélico a  $1\text{g L}^{-1}$  por 24 horas, sob constante aeração permanecendo em ambiente escuro; 6) Imersão em solução de ácido giberélico a  $0,5\text{g L}^{-1}$  por 24 horas, sob constante aeração permanecendo em ambiente escuro; 7) Pré-embebição dos diásporos envolvidos em papel germitest umedecido 2,5 vezes o peso seco do papel com solução de ácido giberélico a  $0,5\text{g L}^{-1}$  por 48 horas em BOD regulada a  $30^\circ\text{C}$ ; 8) Imersão em solução de ácido sulfúrico a 50% durante cinco minutos e lavados posteriormente em água corrente por três minutos e em seguida imersos em solução de carbonato de cálcio a 2%; 9) Imersão em solução de  $\text{KNO}_3$  (nitrato de potássio) a  $2,5\text{g L}^{-1}$  sob constante aeração durante 24 horas.

Após os tratamentos de superação de dormência os diásporos foram tratados com fungicida Vitavax Tiran<sup>®</sup> a 30% e submetidos ao teste de emergência em canteiros contendo areia lavada como substrato. Foram distribuídos em quatro repetições com 15 diásporos, em profundidade de 3 cm e distantes entre si a 2,5 cm. A emergência das plântulas foi avaliada durante 60 dias, sendo avaliada diariamente a partir do 13<sup>o</sup> dia quando se obteve a primeira emergência de plântula. Juntamente ao teste de emergência, efetuou-se o índice de velocidade de emergência (IVE) de acordo com Maguire (1962). No 60<sup>o</sup> dia foram realizadas medidas de crescimento das mudas quanto ao comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro na altura do colo (DAC), número de folhas (NF), número de ramificações (NR) e comprimento médio da raiz (CMR) (Figura 1C). Ao final das avaliações os diásporos que não emergiram foram removidos do substrato para serem avaliados em relação à viabilidade das sementes. Para isso utilizou-se fita serrilhada (segueta da marca Starrett<sup>®</sup>) para romper o endocarpo e avaliar as sementes mortas, duras e viáveis.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso. As médias obtidas em cada tratamento foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância pelo software ASSISTAT. As médias de sementes mortas, duras e viáveis foram expressas em porcentagens e os dados transformados em arco seno de  $\sqrt{(x/100)}$ .

No segundo experimento foram realizadas análise histoquímica das sementes extraídas do interior dos diásporos de pequi.

Amostras a partir de sementes inteiras foram seccionadas em pequenas fatias e fixadas em FAA em etanol 50% por 24 horas, sob vácuo e após esse período estocadas em etanol 70% (Johansen, 1940). Posteriormente, foram desidratadas em série etílicas e incluídas em metacrilato (Historesin Leica Instruments Heidelberg Alemanha). Foram obtidos cortes transversais com 10  $\mu\text{m}$  de espessura, utilizando micrótomo rotativo (LSKD 1508, Marca Logen Scientific), com navalha de aço descartável. As secções obtidas foram coradas com azul de toluidina pH 4,0 por 8 minutos para caracterização estrutural (O'Brien e McCully, 1981).

Para a identificação dos compostos químicos foram utilizadas amostras frescas seccionadas transversal e longitudinalmente utilizando um micrótomo de mesa (modelo LPC Rolemberg e Bhering Comércio e Importação Ltda. Belo Horizonte, Brasil). Os cortes foram submetidos à coloração com os seguintes reagentes: sudan III para detecção de compostos lipídicos, cloreto férrico (Johansen, 1940), dicromato de potássio (Gabe, 1968) para compostos fenólicos e vanilina clorídrica para taninos (Mace e Howell, 1974), reagentes de wagner para alcaloides (Furr e Mahlberg, 1981), xilidine ponceau para proteínas totais (O'Brien e McCully, 1981), reagentes de lugol para amido e PAS para carboidratos totais (Mc Manus, 1948). As imagens dos cortes foram obtidas em Microscópio biológico binocular marca Leica modelo DM500 com Câmera de vídeo digital Leica ICC50.

## **RESULTADOS**

A remoção dos tecidos anexos ao endocarpo facilitou a germinação das sementes, obtendo valores satisfatórios mesmo nos diásporos utilizados como controle. Os dados apresentados na Tabela 1 indicam diferença entre os tratamentos, destacando a maior porcentagem de emergência de plântulas nos tratamentos em que se utilizou ácido giberélico. Não se observou diferença entre as concentrações utilizadas. Porém o tratamento 2 (Pré-embebição em ácido giberélico a  $1\text{g L}^{-1}$  por 48horas), proporcionou

50% de plântulas emergidas. Estes resultados são superiores aos encontrados por Bernardes et al. (2008) que obtiveram 30,8% de emergência, utilizando  $365 \text{ mg L}^{-1}$  de ácido giberélico aplicados diretamente sobre as sementes de pequi. Os resultados do presente estudo corroboram com os resultados encontrados por Souza et al. (2007) que obtiveram até 49,37% de emergência com aplicação de ácido giberélico em aproximadamente 12,81 dias e em maior prazo aos 20,49 dias para sementes sem tratamento.

Em relação aos diásporos utilizados como controle (tratamento 1), foi registrado 33,3% de emergência aos 17 dias (Tabela 1). Da mesma forma, Dombroski et al. (2010) obtiveram 32% de germinação aos 19 dias em sementes sem nenhum tipo de tratamento e 54% de germinação no mesmo período utilizando  $1 \text{ mmol L}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$  aplicados sobre as sementes. Os mesmos autores avaliaram a influência de  $\text{KNO}_3$  sobre as sementes de pequi obtendo valores de 4,7 e 20,1% aos 9 e 19 dias de germinação. Estes resultados inicialmente não diferem dos resultados encontrados no presente estudo em que se obteve média de 6,6% de emergência ao longo do período de avaliação. O uso de  $\text{KNO}_3$  não demonstrou eficiência para a formação de plântulas de pequi. No entanto, para algumas espécies se obteve efeitos positivos, como foi descrito por Pádua et al. (2011) em sementes de *Passiflora setacea* em que a porcentagem de emergência variou entre 72 e 100%.

**Tabela 1.** Porcentagem de emergência (EMERG.), índice de velocidade de emergência (IVE), Comprimento da parte aérea (CPA), diâmetro na altura do colo (DAC), número de folhas (NF), número de ramificações (NR) e comprimento médio da raiz (CMR) de mudas de pequi oriundas dos diásporos e submetidos aos tratamentos de superação de dormência.

TRAT.	EMERG. (%)	IVE	CPA (cm)	DAC (mm)	NF	NR	CMR (cm)
1	33,3 a ±6,8	0,22 b ±0	20,3 c ±1,0	4,7 a ±0,1	10,9 b ±0,8	1,8 b ±0,1	14,7 a ±0,4
2	50,0 a ±5,5	0,32 b ±0	19,5 c ±1,7	3,5 a ±0,1	11,3 b ±1,7	1,7 b ±0,1	11,8 a ±0,4
3	35,0 a ±4,9	0,23 b ±0	33,3 b ±2,4	6,1 a ±1,6	21,7 a ±2,8	2,5 a ±0,1	9,9 a ±0,9
4	35,0 a ±4,0	0,17 b ±0	16,1 c ±0,7	4,0 a ±0,2	8,5 b ±4,7	1,1 c ±0,2	13,4 a ±0,7
5	36,6 a ±6,8	0,25 b ±0	50,3 a ±1,5	5,2 a ±0,4	25,0 a ±4,7	2,9 a ±0,4	11,2 a ±0,5
6	23,3 a ±3,7	0,24 b ±0	50,6 a ±2,9	6,2 a ±0,4	13,8 b ±0,4	1,7 b ±0,1	12,7 a ±0,4
7	43,0 a ±5,0	0,49 a ±0	46,3 a ±2,9	5,0 a ±0,2	13,7 b ±1,4	1,6 b ±0,2	9,8 a ±0,5
8	0,0 b ±0,0	0,00 c ±0	0,0 d ±0	0,0 b ±0,0	0,0 c ±0,0	0,0 d ±0,0	0,0 b ±0,0
9	6,6 b ±2,3	0,02 c ±0	13,5 c ±5,1	3,7 a ±1,0	6,7 b ±1,9	0,8 c ±0,2	10,2 a ±3,1
CV (%)	38	38,4	22,1	37,8	38,7	31,2	27,7

\*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Tratamentos: 1) controle; 2) Pré-embebição dos diásporos em GA<sub>3</sub> a 1g L<sup>-1</sup> por 48 horas; 3) Pré-aquecimento em estufa a 37±2 °C + embebição em GA<sub>3</sub> a 1g L<sup>-1</sup> por 24 horas; 4) Pré-aquecimento em estufa a 37±2 °C por 48 horas; 5) Imersão em GA<sub>3</sub> a 1g L<sup>-1</sup> por 24 horas; 6) Imersão em GA<sub>3</sub> a 0,5g L<sup>-1</sup> por 24 horas; 7) Pré-embebição em GA<sub>3</sub> a 0,5g L<sup>-1</sup> por 48 horas; 8) Imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 50%; 9) Imersão em KNO<sub>3</sub> a 2,5g L<sup>-1</sup>.

O uso de ácido giberélico foi eficiente na superação de dormência dos diásporos de pequi mesmo sem remoção do endocarpo. Porém, para Leão et al. (2012) o uso do fitorregulador exerceu pouca influência na emergência de plântulas em diferentes matrizes de pequi quando comparando as sementes tratadas e não tratadas, com 57,38 e 56,33% de emergência respectivamente. De acordo com os autores, a presença de GA<sub>3</sub> estimula a mobilização de reservas do endosperma, resultando no aumento do índice de velocidade de emergência (IVE) que registraram maior valor de 0,21. No entanto, os diásporos de pequi submetidos à embebição com 0,5 g L<sup>-1</sup> de GA<sub>3</sub> (tratamento 7) demonstraram melhor desempenho relacionado ao IVE com 0,49. Não foi observado diferença entre os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 sendo, os menores valores encontrados para os tratamentos 8 e 9 respectivamente. As variações entre os valores encontrados para o IVE pode estar relacionado a alta variabilidade genética entre as matrizes e dentro da mesma população de *C. brasiliense* (Giordani et al., 2012).

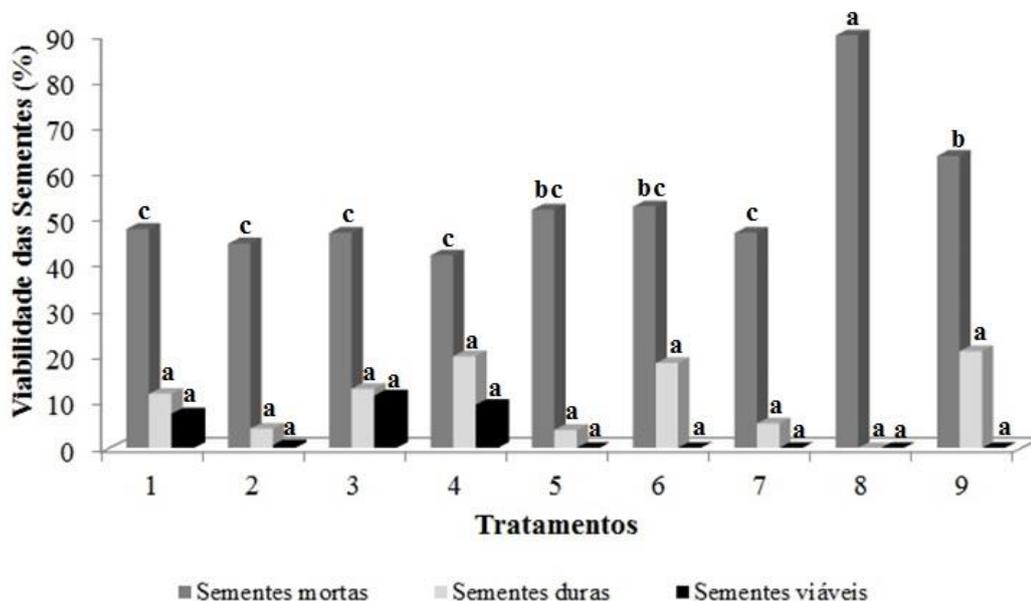
O pré-aquecimento (tratamento 4) dos diásporos reduziu o teor de água inicial de 33% para 10% (b.u), resultando em 35,0% de emergência (tabela 1), porém não foi constatado diferença em relação ao controle (tratamento 1). Segundo Silva et al. (2013) a redução do teor de água em diásporos de pequi promoveu aumento na porcentagem de emergência em até 57,4% nos teores de água entre 8 e 10% (b.u). Podendo estar relacionado ao fator que a grande maioria das sementes dormentes são ortodoxas, e o ABA induz a tolerância a dessecação garantindo a sobrevivência das sementes por períodos mais tardios com níveis mais baixos de água (Finkelstein et al., 2008). Em condições semelhantes sementes de quina submetidas ao aquecimento por 7 dias a 40 °C, Vasconcelos et al. (2011) obtiveram até 36,5% de germinação.

Verificou-se também que o uso de GA<sub>3</sub> proporcionou maior comprimento da parte aérea nos tratamentos 5, 6 e 7 com 50,3, 50,6 e 46,3 respectivamente. Não houve interferência dos tratamentos em relação ao diâmetro na altura do colo exceto para o tratamento com ácido sulfúrico (tratamento 8), não se obtendo formação de plântulas. Para Bernardes et al. (2008) o aumento na concentração de GA<sub>3</sub> foi responsável pelo maior comprimento e diâmetro das plântulas de pequi, atingindo aproximadamente 16 cm e 0,32 cm respectivamente em até 45 dias. O maior número de folhas e raízes foi observado nos tratamentos de pré – aquecimento a 37±2° C + embebição de ácido giberélico a 1g L<sup>-1</sup> (tratamento 3) e imersão em solução de ácido giberélico a 1g L<sup>-1</sup> por 24 horas (tratamento 5) .Os diásporos submetidos aos tratamentos com GA<sub>3</sub> também

promoveram aumento de volume no sistema radicular das plântulas de pequi porém, não houve diferença entre os tratamentos para o comprimento médio das raízes.

Após 60 dias de semeadura foi avaliada a porcentagem de sementes mortas, duras e viáveis, verificando que a maior porcentagem de sementes mortas ocorreu nos tratamentos com escarificação ácida e o uso de  $\text{KNO}_3$ . As sementes foram consideradas mortas quando o endosperma foi totalmente deteriorado ou apresentavam sinais de contaminação. A decomposição destas sementes pode ter sido provocada pela ação de microrganismos presentes no substrato uma vez que a escarificação química promoveu a permeabilidade do tegumento, facilitando a proliferação de microrganismos nas sementes.

Foram consideradas sementes duras aquelas cujo endocarpo estava intacto e as sementes em seu interior também apareceram de forma íntegra, porém sem sinais de germinação. Adotou-se como critério de avaliação para as sementes viáveis a emissão de radícula, mesmo não havendo formação de plântulas (parte aérea) durante o período de avaliação. Os resultados não apontaram diferença entre os tratamentos testados para as sementes duras e viáveis (Figura 2).



**Figura 2:** Porcentagem de sementes mortas, duras e viáveis, após avaliação dos diásporos de pequi aos 60 dias após a semeadura. \*Letras comparam as médias dentro de cada tratamento e letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O tratamento de imersão em ácido sulfúrico não promoveu formação de plântulas e contribuiu com o aumento do número de sementes mortas (Figura 2). Os diásporos que foram submetidos ao tratamento com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  resultaram em 90% das

sementes mortas, em que praticamente todo o endosperma foi deteriorado. Resultados semelhantes foram encontrados por Vasconcelos et al. (2011) que observaram alta mortalidade de sementes de *Strychnos pseudoquina* A. St.-Hil. (quina), quando submetidas ao tratamento com ácido sulfúrico.

A ausência de germinação com uso de ácido sulfúrico para os diásporos de pequi é contrária a maioria de trabalhos que utilizaram a escarificação química. De acordo com Gama et al. (2011) a escarificação ácida promoveu maior germinação das sementes de *Centrosema plumieri* Benth (centrosema) de acordo com aumento do tempo de exposição à solução. De maneira similar, sementes de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.)], sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.-Sterculiaceae) e faveira (*Parkia platycephala* Benth) responderam satisfatoriamente a escarificação com ácido sulfúrico, resultando em maiores porcentagens de germinação e emergência (Martins e Nakagawa, 2008; Sobrinho et al., 2012; Nascimento et al., 2009).

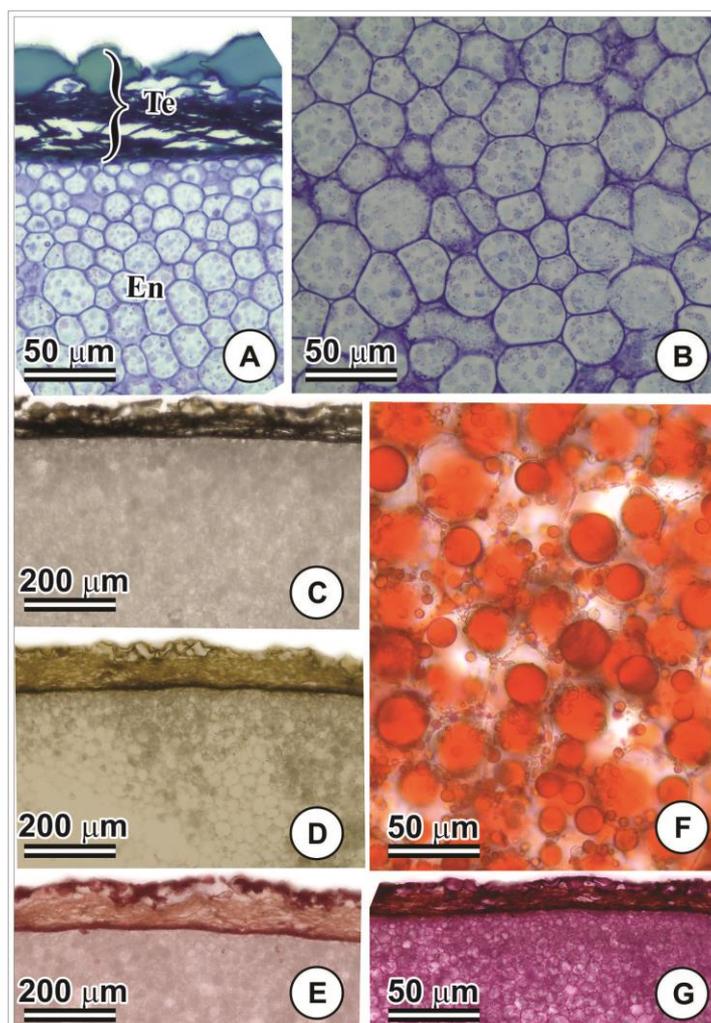
A análise histoquímica da semente permitiu caracterizar os principais compostos de reserva e metabólitos secundários do endosperma e do tegumento. O tegumento da semente é pouco espesso, observando presença de compostos fenólicos identificados pela coloração esverdeada com azul de toluidina (Figura 3 A e B) e pelos testes histoquímicos com dicromato de potássio e cloreto férrico (Figura 3 C e D). Através do reagente valinina clorídrica foi caracterizado que boa parte dos compostos fenólicos presentes são taninos (Figura 3 D).

A presença de tais compostos pode atuar no impedimento da germinação, promovendo impermeabilidade a substâncias e ao consumo de oxigênio durante o processo de oxidação (Bewley e Black, 1994). De acordo com Maciel et al. (1992) em estudos realizados com diferentes espécies florestais, as concentrações de fenóis são variáveis nas regiões das sementes. A presença de fenóis atua como inibidor da germinação de sementes, como foi observado em extratos obtidos do tegumento de sementes de angico e de mamão. Em ambos os casos os compostos fenólicos inibiram a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface (Maciel et al., 1992; Tokuhisa et al., 2007).

Oliveira et al. (2012) verificaram compostos fenólicos nos envoltórios externos e presença de lipídios no endosperma de sementes de sororoca [*Phenakospermum guynnense* (Rich.) Endl. – Strelitziaceae], que segundo os autores contribui potencialmente para impermeabilidade da água. De acordo com estes autores os lipídios

funcionam como barreira hidrofóbica e por esse motivo provavelmente não é disponibilizado como reserva de nutrientes nesta espécie.

Estudos histoquímicos contribuíram para a identificação dos principais componentes químicos de reserva em sementes de sibipiruna [*Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Fabaceae-Caesalpinoideae)], encontrando principalmente lipídios e proteínas no material cotiledonar além de compostos fenólicos nas cavidades secretoras (Corte et al., 2009).



**Figura 3:** Anatomia e histoquímica em secções transversais do tegumento e endosperma de pequi (*C. brasiliense*). A e B -Coloração com Azul de Toluidina, C, D e E – Coloração para compostos fenólicos, sendo Cloreto Férrico III, Dicromato de Potássio e Vanilina Clorídrica, respectivamente, F – Sudan III para lipídios e G – PAS para carboidratos totais.

Nas sementes de pequi verificou-se que o endosperma ocupa praticamente todo o espaço delimitado pelo tegumento espesso, consistente e esbranquiçado. Os cortes corados com Sudan III (Figura 3 D) evidenciam a presença predominante de

corpúsculos globulares, caracterizando gotas de lipídios no interior das células em todo o endosperma, além de grande concentração de carboidratos totais identificadas pelo teste de PAS (Figura 3 G). Em estudos realizados com sementes de *Caesalpinia peltophoroides* (Fabaceae) verificou-se que os lipídios atuam como importante fonte de reserva e que durante o processo de germinação ocorre total mobilização dos lipídios para o eixo embrionário (Corte et al., 2008). Em sementes de *Centrolobium robustum* (Fabaceae), foi identificado lipídios e proteínas como principal fonte armazenadora sendo mobilizadas mais facilmente durante o desenvolvimento de plântulas e conteúdo relativamente baixo de açúcares totais, amido e polissacarídeos. Os autores destacam que sementes com elevado teor de lipídios e proteínas geralmente apresentam baixas concentrações de amido (Torres et al., 2009).

No entanto, nas sementes de pequi verificou-se ausência de amido e proteínas totais, presença de lipídios e carboidratos no endosperma (Tabela 2). A grande quantidade de lipídios nas sementes de pequi pode ser um dos fatores que contribuíram com a rápida deterioração, diminuindo a capacidade de absorção de água e reduzindo a viabilidade da semente na formação de plântulas.

**Tabela 2:** Histoquímica do tegumento e endosperma de sementes de pequi (*C. brasiliense*)

Grupo de Metabólitos	Teste	Tegumento	Endosperma
Compostos Lipídicos	Sudan III	-	++
Amido	Lugol	-	-
Compostos Fenólicos	Cloreto Férrico III	++	-
Compostos Fenólicos	Dicromato de Potássio	++	-
Compostos Fenólicos (Taninos)	Vanilina Clorídrica	+	-
Alcalóides	Reagente de Wagner	-	-
Proteínas Totais	Xilidine Ponceau	-	-
Carboidratos totais	PAS	++	++

\* (+) indica resultado positivo e (-) resultado negativo. Números de sinais positivos indica a intensidade de metabólitos no órgão.

## CONCLUSÃO

O uso do ácido giberélico nas diferentes concentrações foi eficiente na emergência de plântulas mesmo com a presença do endocarpo (diásporo) envolvendo a semente.

A presença de lipídios no endosperma caracterizam as sementes de pequi como espécie oleaginosa. Os testes histoquímicos também identificaram a presença de carboidratos no endosperma e compostos fenólicos (taninos) no tegumento.

Os compostos fenólicos no tegumento podem estar diretamente relacionados à impermeabilidade de água e oxigênio para o interior das sementes, desfavorecendo o processo de germinação.

## REFERÊNCIAS

Albuquerque KS, Guimarães RM, Almeida IF, Clementes ACS (2007). Métodos para superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH). *Ciência e Agrotecnologia*. 30 (6): 1716-1721.

Araújo FD (1995). A review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae)- na economically valuable species of the Central Brazilian Cerrados. *Economic Botany*. 49 (1): 40-48.

Baskin JM, Baskin CC (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*. 14: 1-16.

Bernardes TG, Naves RV, Rezende CFA, Borges JD, Chaves LJ (2008). Propagação sexuada do pequi ( *Caryocar brasiliense* Camb.) estimulada por ácido giberélico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 38 (2): 71-77.

BEWLEY JD (1997). Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*. 9: 1055-1066.

Bewley JD, Black M (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination*. New York: Plenum Press.

Brasil (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília.

Corte VB, Ventrella MC, Borges EEL, Pontes CA, Pinho D (2009). Histochemical and ultrastructural study of *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (Leguminosae-Caesalpinioideae) Seeds. *Ver. arvore.* 33 (5): 873-883.

Corte VB, Borges EEL, Ventrella MC, Leite ITA, Braga AJT (2008). Histochemical aspects of reserves mobilization of *Caesalpinia peltophoroides* (LEGUMINOSAE) seeds during germination and seedling early growth. *Rev. arvore.* 32 (4): 641-650.

Dombroski JLD, Paiva R, Alves JMC, Santos BR, Nogueira RC, Paiva PDO, Barbosa S (2010). Métodos para superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* Camb. *Cerne.* 16 (2): 131-135.

Finkelstein R, Reeves W, Ariizumi T, Steber C (2008). Molecular aspects of seed dormancy. *Annual Review of Plant Biology.* 59: 387-415.

Furr M, Mahlberg PG (1981). Histochemical analyses of laticíferos and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. *J. Nat. Prod.* 44: 153-159.

Gabe, M (1968). *Techniques histologiques.* Paris, Masson & Cie.

Gama JSN, Alves EU, Bruno RLA, Pereira Júnior LR, Braga Júnior JM, Monte DMO (2011). Superação de dormência em sementes de *Centrosema plumieri* Benth. *Rev. bras. Sem.* 33 (4): 643-651.

Giordani SCO, Fernandes JSC, Titon M, Santana RC (2012). Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento em pequi em estágio precoce. *Rev. Cien. Agro.* 34 (1): 146-153.

Graeber K, Nakabayashi K, Miatton E, Metzger GL, Soppe WJJ (2012). Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant, Cell and Environment.* 35: 1769-1786.

Johansen DA (1940). *Plant microtechnique.* McGraw-Hill Book Co. Incl. New York.

Kraus JE & Arduin A (1997). *Manual básico de métodos em morfologia vegetal.* Seropédica. Rio de Janeiro

Leão EF, Peixoto N, Morais Júnior OP (2012). Emergência de plântulas de pequi em função da planta matriz e uso de ácido giberélico. *Pesq. Agropecu. Trop.* 42 (4): 416-423.

Mace ME, Howell CR (1974). Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. *Can. J. Bot.* 52: 2423-2426.

Maciel AS, Borges EEL, Borges RC (1992). Determinação da presença de fenóis em sementes de espécies florestais e sua relação com inibidores de germinação. *Rev. bras. Sem.* 14 (1): 1-4.

Mcmanus JFA (1948). Histological and histochemical uses of periodic acid. *Spot Technology.* 23: 108.

Maguire JD (1962). Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science.* 2.(2): 176-177.

Martins CC, Nakagawa J (2008). Germinação de sementes de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville de diferentes origens submetidas a tratamentos para superação de dormência. *Rev. arvore.* 32 (6): 1059-1067.

Mondo VHV, Brancalion PHS, Cicero SM, Novembre ADLC, Dourado Neto D (2008). Teste de germinação de sementes de *Parapiptadenia rígida* (benth.) Brenan fabaceae. *Rev. bras. sem.* 30 (2); 35-45.

Nascimento IL, Alves EU, Bruno RLA, Gonçalves EP, Colares PNQ, Medeiros MS (2009). Superação de dormência em sementes de faveira (*Parkia platycephala* Benth). *Rev. arvore.* 33 (1); 35-45.

O'Brien TP & McCully ME (1981). The study of plant structure principles and selected methods, Melbourne, Temarcarphi Pty Ltda.

Oliveira AB, Cassino MF, Gurgel ESC, Souza MAD, Guerreiro SMC, Meira RMSA, Mendonça MS (2012). Morfoanatomia e histoquímica da semente de sororoca (*Phenakospermum guyannense* (Rich.) Endl.-Strelitziaceae). *Rev. bras. sem.* 34 (2): 280-287.

Pádua JG, Schwingel LC, Mundim RC, Salomão NA, Roverijosé SCB (2011). Germinação de sementes de *Passiflora setacea* e dormência induzida pelo armazenamento. Rev. bras. sem. 33 (1): 080-085.

Schütz W (2000). Ecology of seed dormancy and germination in sedges (*Carex*). Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics. 3 (1): 67-89.

Silva GP, Rubio Neto A, França SC, Sales JF, Silva FG, Resende O (2013). Influence of the drying temperature on the emergence and vigor of Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb), an important species of the Brazilian cerrado. Afri. Jour. of Agricu. Res. 8 (6): 553-558.

Sobrinho SP, Siqueira AG, Moraes PB, Silva SJ (2012). Superação da dormência em sementes de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam.-Sterculiaceae). Rev. arvore. 36 (5): 797-802.

Souza AO, Nascimneto JL, Naves RV, Borges JD (2007). Propagação sexuada de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) efeito da procedência de frutos e do ácido giberélico na emergência de plântulas. Pesq. Agropecu. Trop. 7 (3): 131-136.

Tokuhsa D, Dias DCFS, Alvarenga EM, Hilst PC, Demuner AJ (2007). Compostos fenólicos inibidores da germinação em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). Rev. bras. sem. 29 (3): 180-188.

Torres JAP, Santos VR, Schiavinato MA, Maldonado S (2009). Biochemical, histochemical and ultrastructural characterization of *Centrolobium robustum* (Fabaceae) seeds. Hoehnea. 36 (1): 149-160.

Vasconcelos JM, Rodrigues MA, Vasconcelos Filho SC, Sales JF, Silva FG, Santana JG (2011). Dormancy break in seeds of “quina” (*Strychnos pseudoquina* A. St.-Hil). Rev. Bras. de Plant. Med. 13 (4): 507-511.

Zaidan LBP, Carreira RC (2008). Seed germination in Cerrado species. Brazilian Journal of Plant Physiology. 20 (3): 167-181.

## CAPÍTULO 4

### **Emergência e crescimento inicial de plântulas de baru após a secagem dos frutos em diferentes temperaturas e tempos de secagem**

#### **Emergency and initial growth of baru seedlings after drying fruit at different temperatures and drying time**

(Artigo conforme as normas da Revista Brasileira de Fruticultura)

**RESUMO:** Objetivou-se verificar a influência da temperatura e do tempo de secagem na emergência de plântulas de baru (*Dipteryx alata* Vog). Os frutos de baru foram submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar a  $37\pm 2$  e  $57\pm 2$  °C, por 0, 4, 8 e 12 dias. Após, a secagem os frutos foram retirados e quebrados para extração das sementes. Independentemente da temperatura e do tempo de secagem obteve-se elevada porcentagem de emergência e formação de plântulas normais, mantendo constante para os períodos de secagem na temperatura de  $37\pm 2$  °C, enquanto na temperatura de  $57\pm 2$  °C houve um decréscimo linear à medida que os dias de secagem aumentaram, porém a porcentagem de plântulas emergidas foi superior a 60%. As medidas de crescimento das plântulas avaliadas sofreram influência em relação ao tempo de secagem, não havendo diferença entre as temperaturas, apontando efeito exclusivamente em função do tempo de secagem.

**Palavras-chave:** *Dipteryx alata* Vog., teor de água, frutos do Cerrado, vigor

**ABSTRACT:** The present study aimed to investigate the effect of drying temperature and drying time on baru (*Dipteryx alata* Vog.) seedling emergence. The baru fruit were dried in a forced-air oven at  $37\pm 2$  and  $57\pm 2$ °C for 0, 4, 8, and 12 days. After the fruit were dried, they were removed and broken to extract the seeds. There was a high percentage of normal seedling emergence and formation regardless of drying temperature and drying time. This high percentage was constant for drying times at  $37\pm 2$ °C, but at a temperature of  $57\pm 2$ °C, there was a linear decrease in this percentage as the number of drying days increased; nevertheless, the seedling emergence percentage was never lower than 60%. The evaluated seedling growth measurements were affected by drying time, while there was no difference between temperatures, indicating an effect that is entirely due to drying time.

**Key words:** *Dipteryx alata* Vog., water content, Cerrado fruits, vigor

## INTRODUÇÃO

O Baru (*Dipteryx alata* Vog.) é uma espécie nativa do Cerrado que se destaca pela potencialidade de recursos, econômico, madeireiro, alimentício e oleico, além de poder ser utilizado para reflorestamento de áreas impactadas pelas atividades agroindustriais (OLIVEIRA et al., 2006). É uma árvore frondosa que ocorre principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, reconhecido popularmente por diferentes nomes, como por exemplo: baru, cumbaru, barujo, cumaru, cumarurana entre outros. O fruto é bastante consumido, com polpa rica em proteínas e sementes com alto teor de óleo, que são constituídas por amido, fibras e proteínas, sendo utilizadas como fonte nutricional e medicinal (MACIEL e TAVARES, 2010). O óleo extraído das sementes de baru tem grande importância na medicina popular atuando como antirreumático. A polpa do fruto é consumida não só pela população humana como também serve de alimento para animais incluindo os bovinos que comumente encontram os frutos em áreas de pastagem (CORRÊA et al., 2000).

Entre as espécies do Cerrado, o barueiro se destaca pela ampla distribuição, principalmente nas regiões mais secas. Possui alta taxa de germinação, facilitando o estabelecimento de mudas, sendo promissora na recuperação de reservas legais e áreas de proteção permanentes na região do Cerrado (SOARES et al., 2008).

A germinação de sementes exige condições favoráveis para que estas retomem seu ciclo e desenvolva plantas de qualidade. Neste sentido o controle da temperatura é fundamental para a manutenção da qualidade fisiológica, mantendo viáveis a determinados níveis de secagem de acordo com o grau de tolerância de cada espécie, promovendo o uso das sementes e posteriormente o uso dos vegetais em locais diferentes de sua origem (KOHAMA et al., 2006).

Neste sentido a secagem de sementes é uma prática utilizada a fim de viabilizar e manter a qualidade fisiológica para diversos fins. No entanto, o processo de secagem pode promover danos às estruturas celulares, tornando irreversíveis ao desenvolvimento das plântulas (BERJAK e PAMMENTER, 2000). Para isto torna-se necessário conhecer as características de cada espécie, uma vez que o comportamento em relação à temperatura é influenciado pelas condições ambientais as quais são submetidas e de onde as mesmas são oriundas (BRANCALION et al., 2010).

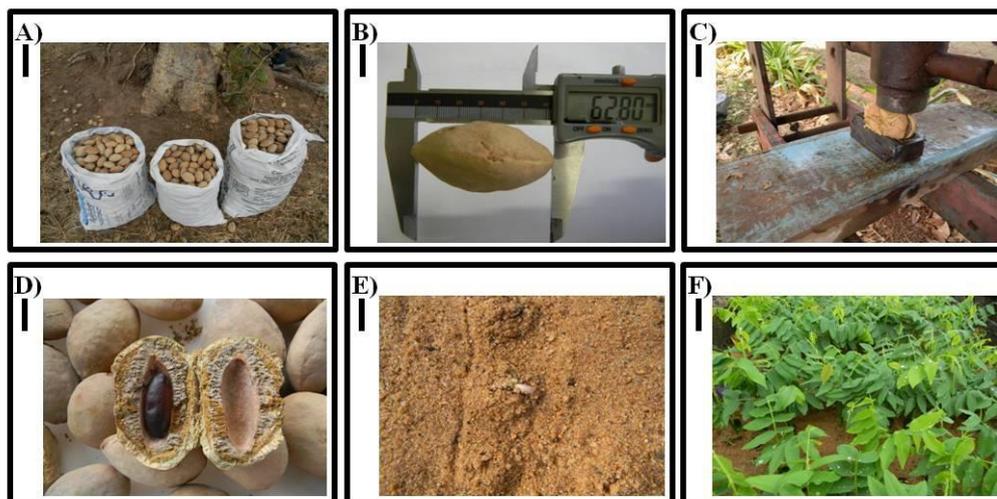
De acordo com Berjak e Pammenter (2008), a vida de pós-colheita de sementes desencadeia respostas individuais, caracterizando-as quanto ao comportamento ortodoxo ou recalcitrante. Desta forma as sementes ortodoxas suportam a desidratação podendo ser armazenadas ou utilizadas para outros fins nestas condições, enquanto as sementes recalcitrantes em teores mínimos perdem sua viabilidade.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos do tempo de secagem em diferentes temperaturas sobre a emergência e o crescimento inicial das plântulas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), visando futuros trabalhos sobre armazenamento das sementes desta espécie.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes situado no Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. A coleta dos frutos foi realizada na fazenda Bem Posta, município de Portelândia – GO (17° 15' S – 52° 40' N, altitude de 549 m). Foram obtidos frutos maduros em condições naturais quando estes já se encontravam soltos no chão.

Após a coleta (Figura 1 A), os frutos foram mantidos em condições de laboratório e espalhados em bancadas por três dias. Posteriormente, foi realizada a biometria em 100 frutos aleatoriamente selecionados, sendo pesados e medidos com paquímetro digital com resolução de 0,01 mm (Figura 1 B). Foram obtidos os valores médios para o comprimento e o diâmetro dos frutos, e então separados em três classes: pequenos (<30 g, comprimento de 49,94 mm e diâmetro de 38,23 mm), médios (entre 30 e 40 g, comprimento de 58,17mm e diâmetro de 42,51mm) e grandes (>40g, comprimento de 62,94 e diâmetro de 45,60), posterior à classificação foram homogeneizados entre as repetições a fim de diminuir a discrepância entre os tratamentos. A quebra dos frutos para obtenção das sementes ocorreu com auxílio de prensa hidráulica (Figura 1 C). Em seguida, o teor de água dos frutos e das sementes foi determinado pelo método proposto por Brasil (2009), utilizando estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, com quatro repetições composta 10 sementes.



Silva, 2013

**Figura 1:** Obtenção de sementes provenientes de frutos inteiros de *Dipteryx alata* Vog. (baru). A) Coleta dos frutos. B) Biometria do fruto C) Extração das sementes. D) Sementes inteiras. E) Emergência. F) Mudas de baru aos 30 dias após a sementeira.

Para avaliar o efeito da temperatura de secagem, os frutos de baru foram submetidos à secagem em estufa com circulação e renovação forçada de ar a  $37\pm 2$  e  $57\pm 2$  °C por 0, 4, 8 e 12 dias. A cada tempo estabelecido, um lote de frutos foi retirado das estufas e foram extraídas as sementes, para avaliar a emergência, condutividade elétrica e teor de água.

Para o teste de condutividade elétrica foi utilizado quatro repetições de dez sementes, que permaneceram submersas em 75 mL de água deionizada por 24 h em germinador regulado a 30 °C, após este período aferiu-se a condutividade de íons lixiviados na solução de embebição em condutímetro de bancada expressa em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ .

As sementes foram tratadas com fungicida Vitavax-Thiram<sup>®</sup> (30%) para reduzir o risco de contaminação das sementes por microrganismos presentes no substrato. A emergência de plântulas ocorreu em canteiros contendo areia lavada como substrato mantidas em casa de vegetação com irrigação automática três vezes ao dia, por 30 minutos cada intervalo, a temperatura média de  $24,9\pm 4$  °C e umidade relativa média de 76%. As sementes foram semeadas na profundidade de 2,5 cm e distante entre si a 3,0 cm, distribuídas em quatro repetições composta de 15 sementes (Figura 1 E).

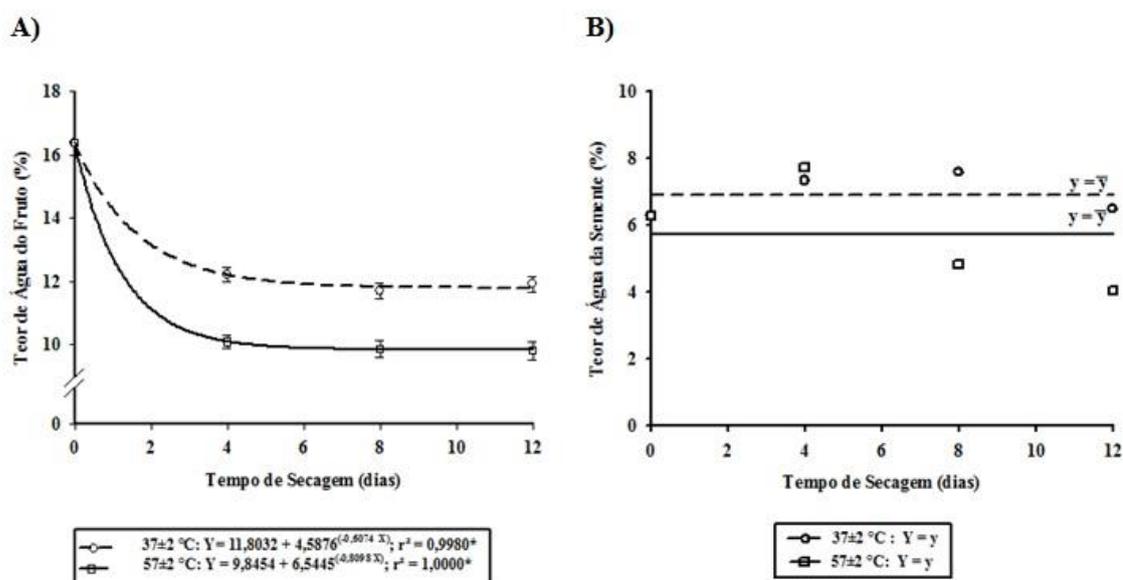
As avaliações do índice de velocidade de emergência foram realizadas diariamente a partir do momento que os cotilédones sobressaíram acima do substrato, e obtido conforme o método proposto por (MAGUIRE, 1962). Após 30 dias de cultivo

mensurou-se o comprimento da raiz e da parte aérea (caule e folhas), diâmetro na altura do colo, número de folhas e área foliar, massa seca da raiz, caule e folha.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 (tempos de secagem) x 2 (temperaturas de secagem), com quatro repetições contendo 15 sementes. Foi efetuada a análise de regressão e, as médias comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade pelo software SISVAR.

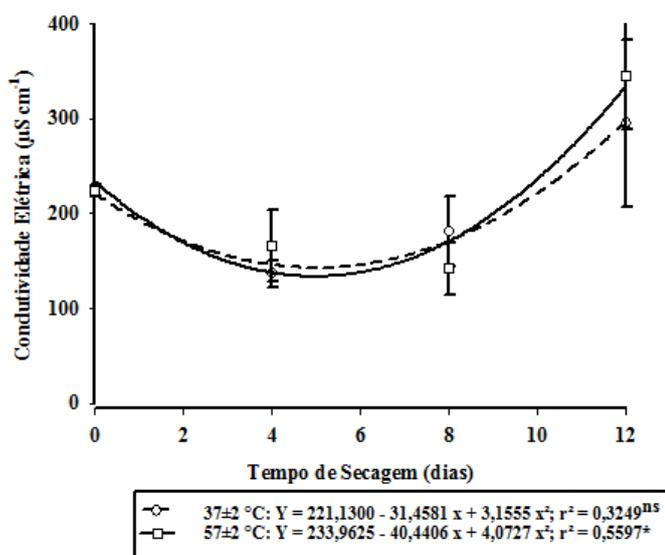
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Figura 2A, os frutos de baru tiveram redução exponencial no teor de água para ambas as temperaturas, sendo mais drástica na temperatura de  $57\pm 2$  °C. Inicialmente, o teor de água dos frutos era de 16,39% (base úmida, b.u.) e, com a secagem, houve grande redução de água nos frutos até o quarto dia, mantendo estável a partir deste ponto, atingindo os teores de água de 11,92% (b.u.) e 9,83% (b.u.), a  $37\pm 2$  e  $57\pm 2$  °C, respectivamente. As duas temperaturas de secagem avaliadas não influenciaram na perda de água das sementes, uma vez que o teor de água das sementes já se encontrava menor que o registrado para os frutos, indicando que os frutos funcionaram como uma barreira para a saída de água (Figura 2B). Portanto, observou-se que os frutos perdem água com maior intensidade que as sementes. O teor médio de água nas sementes foi de 6,94% (b.u.) e 5,73% (b.u.) na secagem a  $37\pm 2$  e  $57\pm 2$  °C, respectivamente. Com isso, não foi possível estabelecer a relação de perda de água entre semente em virtude da perda de água dos frutos.



**Figura 2:** Teor de água dos frutos (a) e das sementes (b) de baru (*Dipteryx alata* Vog.) submetidos a diferentes temperaturas e tempos de secagem. \*Significativo a 5% de significância.

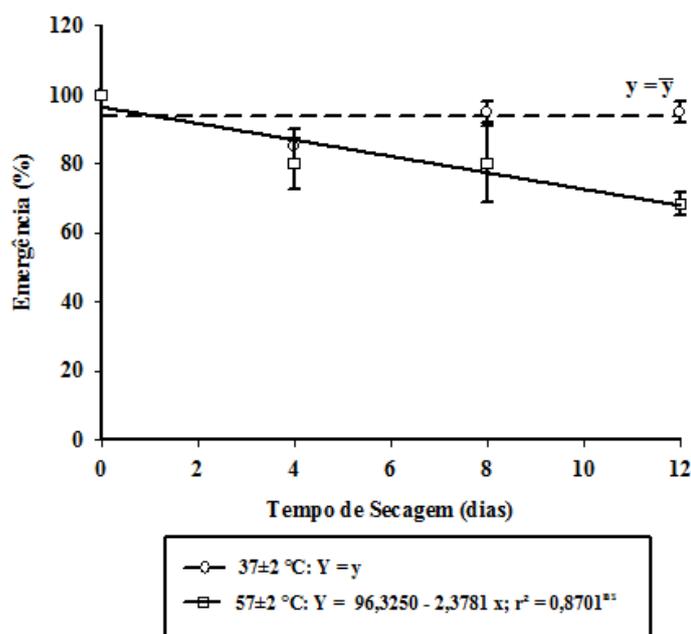
Na Figura 3 encontram-se os valores obtidos pelo teste de condutividade elétrica (C.E), que embora tenha apontado elevado índice de lixiviação de íons não houve comprometimento da germinação. A permeabilidade das membranas é o primeiro sinal de deterioração e redução de vigor das sementes. Porém, nota-se que os danos às membranas podem ter sido compensados por algum dos mecanismos de proteção a estas estruturas (Panobianco et al., 2007). Fato que foi observado por Gemaque et al. (2005), ao avaliaram o vigor de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Standl. (ipê roxo) submetidas a duas condições de secagem (20 °C em sala climatizada e 38 °C em estufa de circulação de ar), verificando que à medida que se aumentou a temperatura maior foi à lixiviação; porém, para esta espécie não foi constatado comprometimento na germinação, sendo este fato justificado pela reversão dos danos as membranas. Verificou-se maior concentração de exsudados na solução à medida que se aumentou o tempo de secagem, independente da temperatura, que demonstrou o teor mínimo de exsudados aos 4,9 dias.



**Figura 3.** Condutividade elétrica em sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) submetidas a diferentes tempos e temperaturas de secagem. <sup>ns</sup>Não significativo. <sup>\*</sup>Significativo a 5% de significância.

Corroborando com os resultados obtidos pelo teste de C.E, após a secagem dos frutos foi constatado que a temperatura 37±2 °C não interferiu na emergência das plântulas de baru, que se iniciou no sétimo dia após semeadura, atingindo média de 93,75%. No entanto, a secagem a 57±2 °C promoveu decréscimo linear na emergência à medida que se aumentou o tempo de secagem até 12 dias, atingindo 65% de emergência (Figura 4). Elevados percentuais de emergência de baru são relatados na literatura,

como em estudos realizados por Corrêa e Naves (2000), que ao avaliarem diferentes progênies desta espécie de diferentes regiões do Cerrado, verificaram que a mínima e máxima porcentagem de emergência foi de 66,66 e 100%. Em relação a redução do teor de água, resultados satisfatórios foram obtidos por Martins et al. (2011), ao avaliarem a emergência de plântulas de *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Standl., com teores de água de 12,7; 7,4; 2,9; e 5,4 e 2,4 (b.u.), respectivamente, verificando que os diferentes teores de água não afetaram a qualidade fisiológica, obtendo valores acima de 69% para *Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb. e superior a 35% para *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC.) Standl. Por outro lado, o potencial germinativo em sementes de *Tapirira guianensis* Aublet submetidas à secagem a 40 °C com teor de água inicial de 36% foi afetado, diminuindo de 97% para 37% após 9 horas de secagem, e inviabilizando totalmente a germinação após 12 horas de secagem, momento que se registrou 16% do grau de umidade (MOURA et al., 2012).



**Figura 4:** Porcentagem de emergência de plântulas provenientes da secagem de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.) submetidos por diferentes tempos e temperaturas de secagem.

O vigor das sementes de baru não foi afetado pelo período de secagem (Tabela 1), o IVE foi constante independentemente das temperaturas avaliadas, que atingiram 1,1 e 1,12 de índice de velocidade de emergência respectivamente em 37 e 57±2 °C. Resultados encontrados por Zonta et al. (2011), relatam que o vigor das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), é conservado após a secagem em estufa de

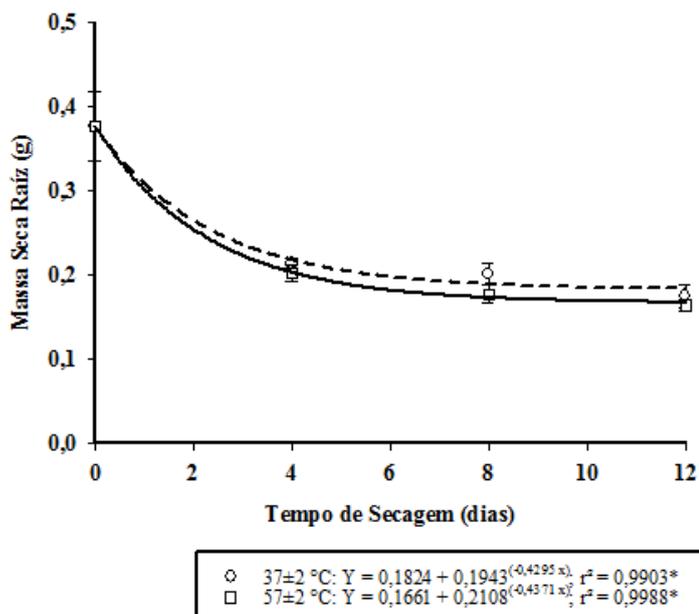
circulação de ar a 33 e 43 °C, proporcionando elevados percentuais de emergência e índice de velocidade de emergência, destacando que os valores são superiores para temperatura de 43 °C, acima de 90% de emergência e 2,826 de IVE. Os efeitos da secagem nem sempre garantem a viabilidade das sementes, como foi observado por Santos et al. (2010), em sementes de *Hancornia speciosa* Gomes (mangaba), com redução do teor de água de 56% (b.u.) para 31% (b.u.) durante 72 horas de secagem e para 12% (b.u.) após 144 horas de secagem a 24,5 °C, provocando perda gradativa na porcentagem de emergência que inicialmente foi de 67% e atingindo 9% quando submetidas a secagem por 144 horas.

Em resposta ao tempo de secagem o comprimento médio da raiz para a secagem a 37±2 °C foi de 11,9 cm e 11,6 cm para 57±2 °C (Tabela 1). O acúmulo de biomassa das raízes (Figura 5) reduziu exponencialmente em consequência do período de secagem totalizando 0,17g e 0,16g ao final dos doze dias para 37±2 e 57±2 °C, respectivamente. Em sementes de angelim-saia [*Parkia pendula* (Willd.) Benth ex Walp.] pertencente a família Fabaceae o efeito da temperatura na germinação é fundamental, as temperaturas de 25 a 35 °C são responsáveis pelo melhor desenvolvimento de plântulas e melhor acúmulo de massa seca, bem como maior desenvolvimento de raízes (ROSSETO et al., 2009). Porém em algumas condições, os resultados obtidos da biomassa se mantiveram ou reduziram à medida que se aumentou o tempo de secagem.

**Tabela 1:** Índice de velocidade de emergência (IVE) e comprimento da raiz (CR), provenientes de plântulas de. Baru (*D. alata*) após 12 dias de secagem dos frutos por diferentes tempos e temperaturas de secagem.

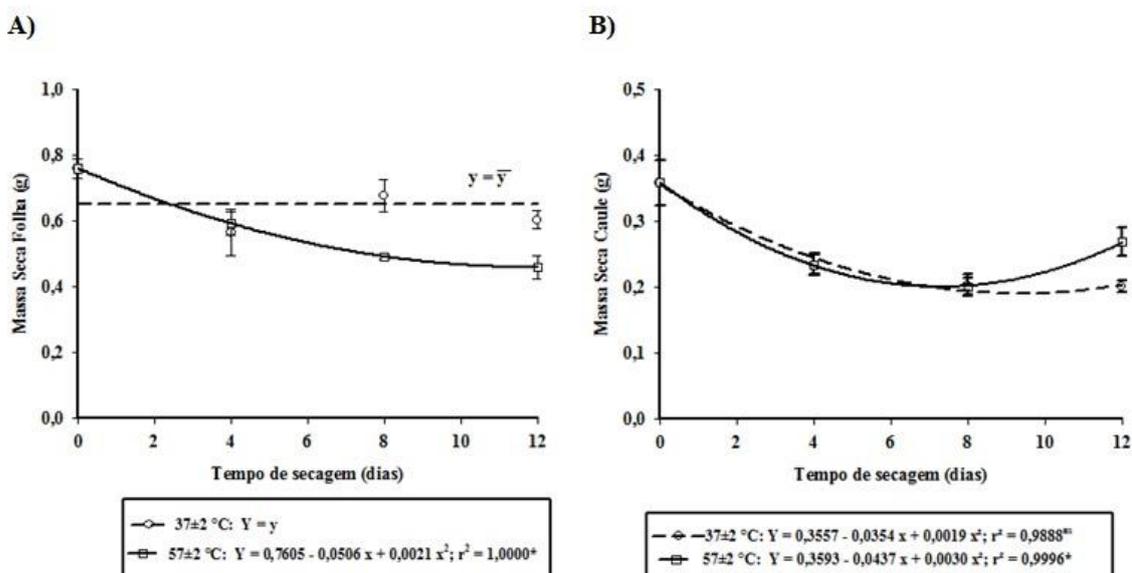
TEMPERATURA	IVE <sup>z</sup>	CR (cm) <sup>z</sup>
37±2 °C	1,1	11,9
57±2 °C	1,12	11,6

<sup>z</sup> Não significativo a 5% de significância.



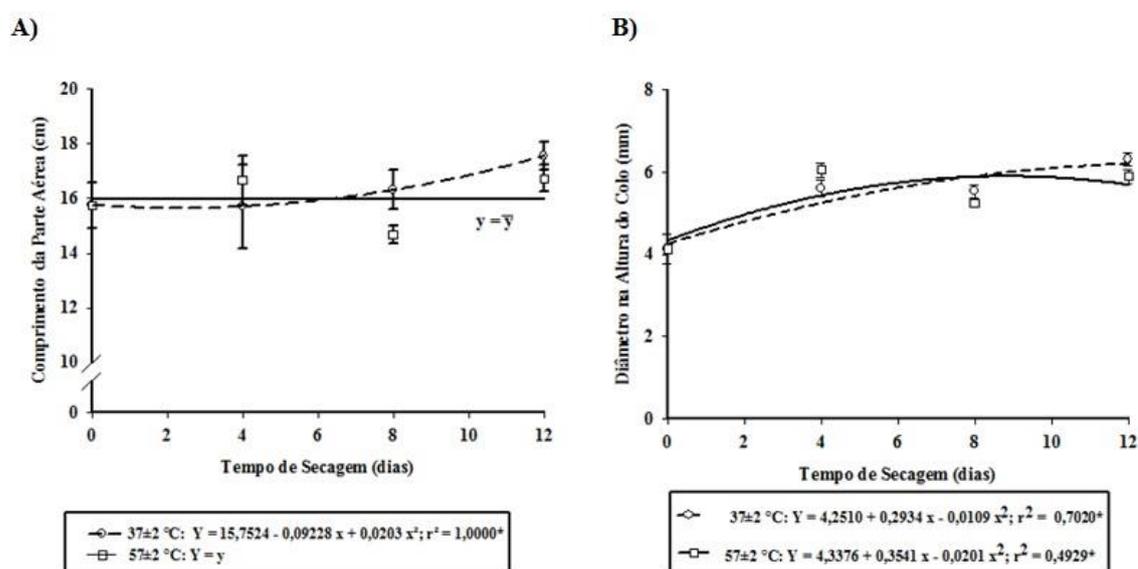
**Figura 5:** Massa seca da raiz de plântulas de baru (*Dipteryx alata* vog.) obtidos por diferentes temperaturas e tempos de secagem dos frutos. \*Significativo a 5% de significância.

Houve redução de biomassa das folhas na temperatura de 57±2 °C, atingindo 0,15g aos 12 dias de secagem. Demonstrando comportamento quadrático em relação à temperatura de 37±2 °C. Desempenho semelhante foi observado para biomassa do caule, com redução em função do tempo, correspondendo ao peso mínimo de 0,13g aos 9,3 dias na temperatura de 37±2 °C e 0,12g aos 7,3 dias para 57±2 °C (Figura 6).



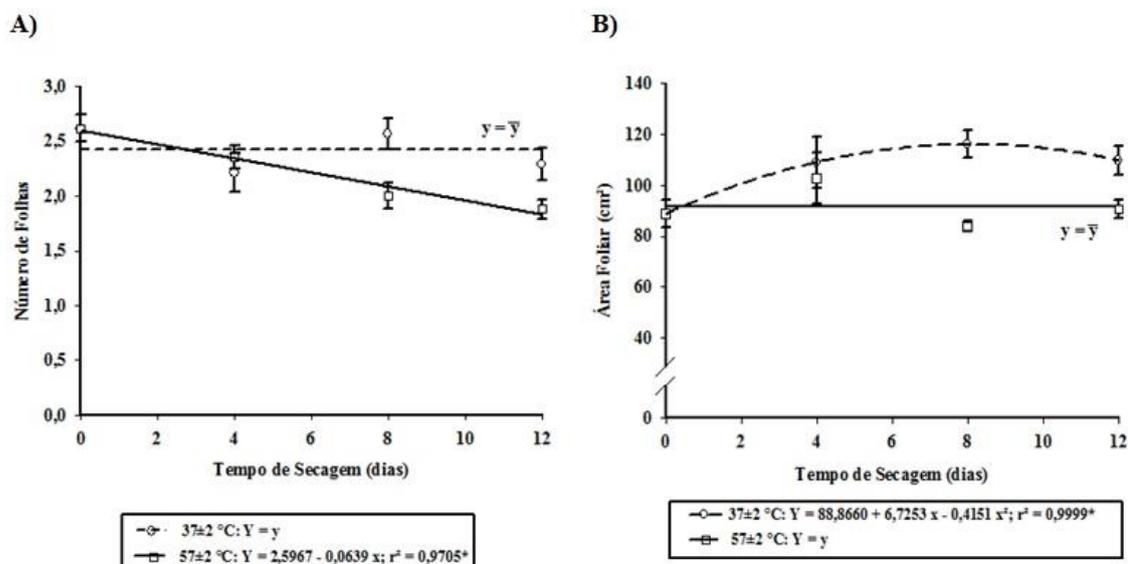
**Figura 6:** Massa seca das folhas (a) e massa seca da parte aérea (b) de plântulas obtidas de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.), submetidos por diferentes tempos e temperatura e secagem. \*Significativo a 5% de significância.

A secagem das sementes não afetou o crescimento das plântulas (Figura 7), houve incremento na parte aérea das plântulas obtidas a partir da temperatura de  $37\pm 2$  °C após os 2,3 dias quando se registrou comprimento mínimo de 15,44cm (Figura 7 A) e média de 15,93 cm a  $57\pm 2$  °C, quando foram obtidas dos frutos desidratados. Assim como, para o diâmetro do colo, em que, na temperatura de  $37\pm 2$  °C houve acentuado aumento de 2,27 mm na espessura até os 12 dias, enquanto na temperatura de  $57\pm 2$  °C o maior diâmetro registrado foi aos 8,8 dias.



**Figura 7:** Comprimento da parte aérea (a) e diâmetro na altura do colo (b) de plântulas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) derivadas dos frutos submetidos à diferentes tempos e temperaturas de secagem. \*Significativo a 5% de significância.

Verificou-se que houve redução linear no número de folhas quando os frutos foram desidratados a  $57\pm 2$  °C (Figura 8 A). Por outro lado, plântulas provenientes dos frutos desidratados a  $37\pm 2$  °C mesmo que por 12 dias, não foram afetadas pelo tempo de secagem. Até os 8,1 dias de secagem ocorreu aumento da área foliar das plântulas resultantes dos frutos que passaram por secagem a  $37\pm 2$  °C, atingindo o valor máximo de 116,1 cm<sup>2</sup> quando, a partir deste ponto nota-se redução da área foliar até os 12 dias de secagem (Figura 8 B).



**Figura 8:** Número de folhas (a) e área foliar (b) de plântulas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) obtido a partir de diferentes tempos e temperaturas de secagem dos frutos. \*Significativo a 5% de significância.

## CONCLUSÃO

A espécie em estudo caracteriza comportamento ortodoxo e a redução do teor de água com a secagem dos frutos de baru por até 12 dias não influencia a qualidade fisiológica das sementes a 37±2 °C.

## REFERÊNCIAS

- BERJAK, P; PAMMENTER, N. What ultrastructure has told us about recalcitrant seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, (Ed. Especial), p.22–55, 2000.
- BERJAK, P; PAMMENTER, N. From *Avicennia* to *Zizania*: Seed recalcitrance in perspective. **Oxford Journal, Annals of Botany**, v. 101, p. 213-228, 2008.
- BRANCALION, P. H. S; NOVENBRE, A. D. L. C; RODRIGUES, R. R. Temperatura ótima de germinação de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n.4, p. 015 – 021, 2010.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CORRÊA, G. C; ROCHA, M. R; NAVES, R. V. Germinação de sementes e emergência de plântulas de baru ( *Dipteryx alata* Vog. ) nos Cerrados do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30, n. 2, p. 17 a 23, 2000.

GEMAQUE, R. C. R; DAVIDE, A. C; SILVA, E. A. A; FARIA, J. M. R. Efeito das secagem lenta e rápida em sementes de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Revista Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 329-335, 2005.

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

MACIEL, P. M. C; TAVARES, M. I. B. Solid State and Proton Relaxation NMR Study of *Dipteryx alata* Vogel. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 116, p.50–54, 2010.

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

MARTINS, L; LAGO, A. A; CICERO, S. M. Qualidade fisiológica de sementes de *Tabebuia avellanadae* e *Tabebuia impetiginosa* submetidas a ultra secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4, p.626-634, 2011.

MOURA, S. 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**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p.382-390, 2012.

OLIVEIRA, A. N; SILVA, A. C; ROSADO, S. C. S; RODRIGUES, E. A. C. Variações Genéticas Para Características do Sistema Radicular de Mudas de Baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.6, p.905-909, 2006.

PANOBIANCO, M; VIEIRA, R. D; PERECIN, D. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. **Sci. Agric.** Piracicaba, v. 64, n.2, p. 119 – 124, 2007.

ROSSETO, J; ALBUQUERQUE, M. C. F; RONDON NETO, R. M; SILVA, I. C. O. Germinação de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (Fabaceae) em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 47-55, 2009.

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**, Londrina, v.31, n.2, p.343-352, 2010.

SOARES, T. N; CHAVES, L. J; TELLES, M. P. C; DINIZ FILHO, J. A. F; RESENDE, L. V. Landscape conservation genetics of *Dipteryx alata* Vog. (“baru tree”: Fabaceae) from Cerrado region of central Brazil. **Genética**, p. 9-19, 2008.

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

## CAPÍTULO 5

### Temperatura e tempo de armazenamento dos frutos de baru na manutenção da qualidade fisiológica das sementes

### Temperature and storage time of fruits baru in maintaining physiological seed quality

(Artigo conforme as normas da Revista *Árvore*)

**Resumo:** A prática do armazenamento é um dos mecanismos mais utilizados para preservar a qualidade fisiológica das sementes contribuindo com a manutenção do material genético de várias espécies. Durante o armazenamento o comportamento das sementes pode sofrer diversas alterações que influenciam no processo de deterioração. Entre estes fatores são destacados a temperatura, teor de água e o ambiente de armazenamento. Objetivou-se avaliar a viabilidade das sementes extraídas de frutos de baru armazenados por 0, 2, 6 e 10 sob as temperaturas de  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  e  $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ . Avaliou-se em cada período do armazenamento a emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, determinação do teor de água e teste de tetrazólio para avaliar a viabilidade dos embriões. Verificou-se que não houve interação entre os fatores, as sementes armazenadas por até seis meses mantiveram a qualidade fisiológica e formaram plântulas vigorosas independente da temperatura avaliada.

**Palavras-chave:** *Dipteryx alata* Vog, qualidade fisiológica, sementes, conservação *ex situ*, Cerrado

**ABSTRACT:** The practice of storage is one of the most widely used mechanisms to preserve the physiological seed quality contributing to the maintenance of the genetic material of various species. During storage behavior of seeds can undergo several changes that influence the deterioration process. Among these factors are highlighted in temperature, water content and storage environment. The objective of the present work was to evaluate the viability of seeds extracted from fruits baru stored for 0, 2, 6 and 10 months at ambient temperature ( $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) and temperature conditions ( $15 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ). Evaluated in each period of storage at seedling emergence, speed of emergence index,

determination of water content and tetrazolium test to assess embryo viability. Through the data obtained showed that there was no interaction between the factors. Seeds stored for six months kept the vigor and formed seedlings with high force.

**Key words:** *Dipteryx alata* Vog., physiological quality, seeds, *ex situ* conservation, Cerrado

## INTRODUÇÃO

O armazenamento de sementes é o meio mais viável na manutenção da qualidade fisiológica e orientação do comportamento destas ao longo do tempo, sobretudo contribuindo para a conservação das informações genéticas culminando com a preservação da espécie (WALTERS et al, 2005). Na agricultura o armazenamento é uma prática consolidada que envolve pesquisas com grandes culturas, visando principalmente à domesticação e sobrevivência das sementes até a próxima estação de plantio por períodos mais longos. Concomitantemente a melhora das condições de armazenamento tem levado à formação de bancos de sementes por todo mundo (NAGEL; BÖRNER, 2010).

A criação dos bancos de sementes, coleção de plantas *in vitro* e bancos de germoplasmas constituem o sistema *ex situ* de conservação (NAGEL et al., 2009), que tem sustentado muitos estudos com a finalidade de conservar e recuperar a biodiversidade, que de forma acelerada, torna-se escassa. Entre estes estudos destacam-se as plantas nativas que desempenham papel fundamental no equilíbrio do ecossistema e, inclusive, no sistema agrícola (VIJAYAN et al., 2011). No entanto, mesmo com inúmeras instalações *ex situ*, há poucas informações sobre a viabilidade de sementes das espécies nativas em bancos de germoplasmas (WALTERS et al., 2005).

Devido à falta de informações científicas das espécies nativas surge a necessidade de novas estratégias envolvendo estudos com as espécies florestais, que por hora encontram com sua paisagem original fragmentada pelas atividades agroindustriais, pecuárias e pela ocupação urbana, restringindo os elementos naturais. Dentro deste contexto, o domínio Cerrado se destaca pela perda da cobertura vegetal e substituição por culturas anuais em ritmo acelerado (CARVALHO et al., 2009; KLINK e MACHADO, 2005).

Entre as nativas de destaque do Cerrado, o barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) aparece como planta frutífera amplamente utilizada na alimentação, com potencial

medicinal e industrial. Essa planta pertence à família Fabaceae e está entre as espécies empregadas em áreas de recuperação e plantio de enriquecimento de pastagens. Aparece com ampla distribuição, principalmente nas regiões mais secas com alta taxa de germinação, facilitando o estabelecimento de mudas (OLIVEIRA et al., 2006; SOARES et al., 2008).

As sementes contêm alto valor nutricional, composta de alta quantidade de proteínas, aminoácidos essenciais, considerável quantidade de cálcio, zinco, ferro e fibras, sobrepondo-se como excelente ingrediente na dieta alimentar (FERNANDES et al., 2010). Outro fato importante que contribui para a valorização do baru é por ser excelente fixador de nitrogênio nos solos (MOTA et al., 2012).

De acordo com Corrêa et al. (2000), os frutos de baru servem de alimento para o rebanho bovino, que consomem a polpa e devolvem as sementes envolvidas pelo rígido endocarpo. Portanto, em ambiente natural, as sementes de baru se encontram apenas no interior dos frutos, fato que contribui para o atraso na germinação.

Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de baru extraídas dos frutos armazenados em diferentes tempos e temperaturas e as características das plântulas obtidas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A coleta dos frutos foi realizada na Fazenda Bem Posta, localizada no Município de Portelândia GO a 17° 15' S – 52° 40' N e altitude de 549 m. Os frutos foram obtidos no mês de setembro de 2011, sendo colhidos frutos inteiros e maduros de forma manual quando já se encontravam caídos no chão. Após a coleta, foram levados para o Laboratório de Sementes do Instituto Federal Goiano, município de Rio Verde para o beneficiamento e instalação dos experimentos.

A determinação do teor de água foi realizada segundo a metodologia descrita por Brasil (2009) em estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas, utilizando quatro repetições com 10 sementes cada. Determinou-se também o teor de água inicial dos frutos a fim de equiparar a perda de água do fruto em relação à semente. Para a obtenção das sementes os frutos foram quebrados com auxílio de prensa hidráulica manual (Figura 1 B). A proporção de aproveitamento de sementes inteiras foi de sete por três em um total de 10 sementes.

Após a determinação dos teores de água dos frutos, estes foram separados em quatro lotes de aproximadamente 600 frutos cada, tratados com fungicida Vitavax

Tiran® a 50% de sua concentração e secos em temperatura ambiente. Os frutos foram acondicionados em caixas de isopor lacradas (40 x 30 cm) e mantidos sob as temperaturas de  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  e  $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ . O experimento foi conduzido por 10 meses, sendo avaliados aos 0, 2, 6 e 10 meses de armazenamento.

Em cada período do armazenamento, uma amostra foi retirada e os frutos foram quebrados. As sementes extraídas foram submetidas a determinação do teor de água, emergência e teste de tetrazólio. O teste de emergência foi efetuado com quatro repetições de 15 sementes, previamente tratadas com fungicida Vitavax Tiran® em concentração menor que a utilizada para os frutos (30%). A semeadura foi feita em canteiros contendo areia lavada como substrato, em casa de vegetação com irrigação de 30 minutos de duração, três vezes ao dia. As sementes foram semeadas na posição horizontal ao substrato com 3,0 cm de profundidade e distantes entre si a 2,5 cm (Figura 1 C).



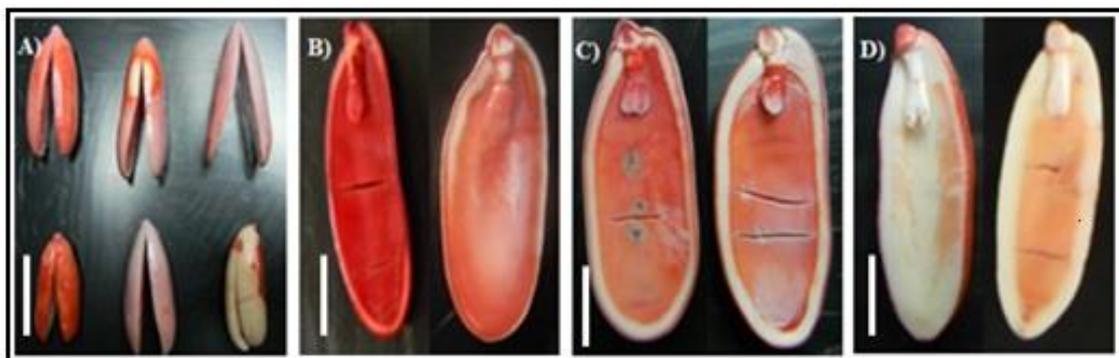
Silva, 2013

**Figura 1.** Beneficiamento, germinação e emergência de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.); A) biometria dos frutos, B) obtenção das sementes, C) emergência, D) mudas de baru após 30 dias de semeadura.

As avaliações foram realizadas diariamente a partir da primeira plântula emergida, quando os cotilédones se encontravam acima do substrato. Paralelamente à emergência calculou-se o índice de velocidade de emergência (IVE), de acordo com a metodologia proposta por Maguire (1962). Ao final dos 30 dias de cultivo as plantas foram retiradas dos canteiros e avaliadas quanto ao comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), diâmetro na altura do colo (DAC), número de folhas (NF) e massa seca das plantas (MSP).

Para avaliação da viabilidade das sementes de baru em cada tempo de armazenamento foi realizado o teste de tetrazólio, em quatro repetições com 10 sementes. Em relação a este teste, ainda não se tem informações definidas para as concentrações de sais da solução e para o tempo de embebição com sementes de baru. Desta forma, adaptou-se a metodologia do teste de vigor para as sementes baru a partir do estabelecido para sementes de soja.

Inicialmente, sementes inteiras foram selecionadas e colocadas em papel germitest umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do substrato seco. Posteriormente foram mantidas em germinador regulado à temperatura de 25°C por 14 horas. Após este período, retirou-se o tegumento para facilitar a embebição da solução do sal de tetrazólio diluída a 0,075% da concentração de sais. As sementes, em seguida foram submersas e mantidas por quatro horas em germinador regulado a temperatura de 30°C. A identificação das sementes viáveis foi realizada com auxílio de lupa de mesa, adequando a leitura apenas aos embriões que apresentaram coloração vermelho carmim ou ausência de coloração. Desta forma foi considerado três classes de viabilidade: embriões vigorosos, (que apresentaram 99% do eixo embrionário colorido de vermelho carmim), viáveis (com 66% de coloração) e inviáveis (aqueles com aspecto branco leitoso) (Figura 2).



Silva, 2013

**Figura 2.** Classificação dos embriões de baru (*D. alata*) quanto à viabilidade: A) coloração externa dos cotilédones, B) embriões altamente vigorosos, C) embriões viáveis e D) embriões inviáveis.

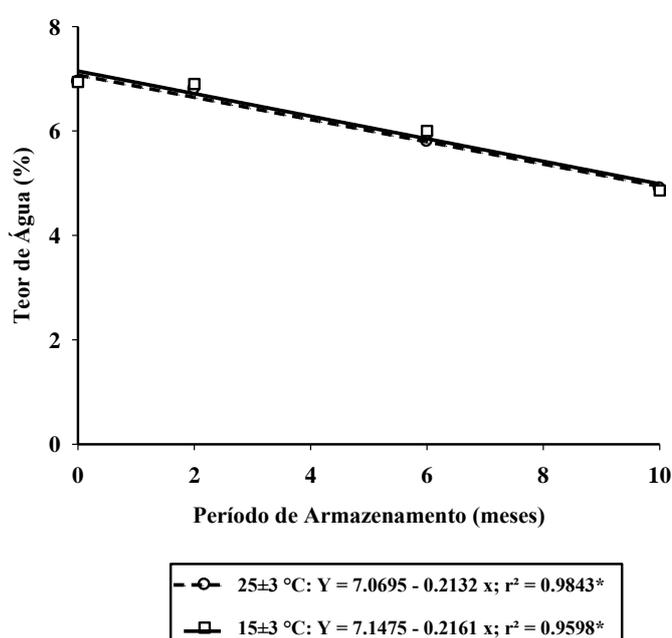
O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 (quatro tempos de armazenamento e duas temperaturas), com quatro repetições. Foi efetuada a análise de regressão dentro de cada período de armazenamento e as médias dos ambientes comparadas entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR.

## RESULTADOS

Na Figura 3 encontram-se os valores do teor de água correspondentes a cada período de armazenamento, destacando os menores valores percentuais no décimo mês de armazenamento, que foi respectivamente 4,9% (b.u) e 4,98% (b.u) para os frutos

mantidos em  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  e  $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ , valores estes considerados críticos para germinação das sementes de algumas espécies.

Os dados obtidos durante o período de armazenamento dos frutos de baru evidenciaram redução gradativa do teor de água das sementes, que inicialmente foi de 6,95% (b.u). A redução do teor de água ocorreu linearmente nos dois ambientes avaliados, observando-se baixos níveis de teor de água nas sementes durante os 10 meses de armazenamento. O fator tempo de armazenamento foi determinante no processo de perda de água da semente, enquanto as temperaturas avaliadas não influenciaram, mantendo os valores médios do teor de água muito próximos.



**Figura 3.** Teor de água de sementes de baru (*D. alata*) armazenadas por até 10 meses nas temperaturas de  $25\pm 3^{\circ}\text{C}$  e  $15\pm 3^{\circ}\text{C}$ . \*Significativo a 5% de significância.

Mesmo com teor de água relativamente baixo, o processo de germinação não foi afetado, evidenciando que a espécie estudada possui comportamento ortodoxo, mantendo elevada capacidade de emergência (Tabela 1), em ambas temperaturas. No entanto, a temperatura de  $15\pm 3^{\circ}\text{C}$  proporcionou em média maior formação de plantas (92,9%). As demais variáveis analisadas não diferiram entre os ambientes avaliados. Todavia, a conservação das sementes no interior dos frutos nos diferentes tempos de armazenamento mantiveram a qualidade fisiológica das mesmas e conseqüentemente alto vigor das plantas.

Através do teste de tetrazólio (Tabela 2) confirmam-se os dados obtidos na emergência, ressaltando que os embriões considerados inviáveis de acordo com nível de coloração, originaram plântulas porém, com menor vigor.

**Tabela 1.** Médias de porcentagem de emergência (Emerg.), índice de velocidade de emergência (IVE) e medidas das plantas provenientes de frutos de baru (*D. alata*) armazenados à 25±3°C e 15±3°C. Comprimento da parte aérea (CPA), número de folhas (NF), diâmetro na altura do colo (DAC), comprimento da raiz (CR), massa seca da planta (MS).

Temperatura	Emerg. (%)	IVE	CPA (cm)	NF	DAC (mm)	CR (cm)	MS (g)
25±3°C	86,65 b	0,77 a	20,41 a	2,89 a	5,53 a	14,92 a	1,50 a
15±3°C	92,90 a	0,84 a	19,23 a	2,77 a	5,66 a	13,96 a	1,61 a
CV (%)	6,65	21,9	8,71	9,82	10,82	12,32	17,15

\*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

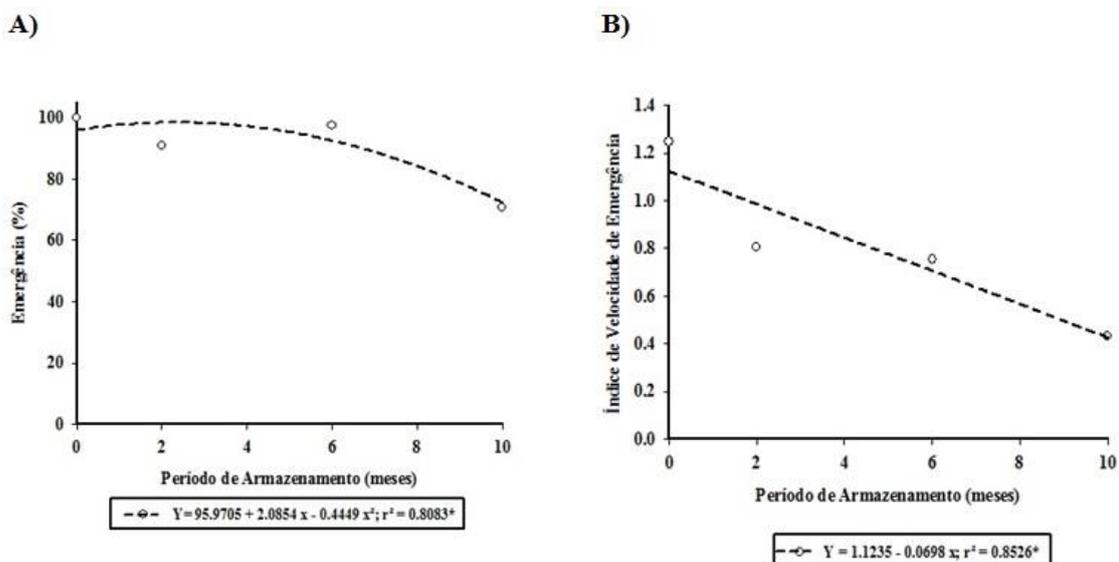
**Tabela 2.** Viabilidade de embriões de sementes de baru (*D. alata*) armazenadas por diferentes períodos sob duas temperaturas, avaliados pelo teste de tetrazólio.

Meses	Ambiente de Armazenamento					
	Embriões Vigorosos		Embriões Viáveis		Embriões Inviáveis	
	25±3°C	15±3°C	25±3°C	15±3°C	25±3°C	15±3°C
0	64,99 bA	64,99 bA	34,99 <sup>n</sup>	34,99 <sup>n</sup>	0,02 <sup>n</sup>	0,02 <sup>n</sup>
2	87,48 aA	54,99 aB	9,99	37,49	2,51	7,50
6	49,99 bA	64,99 aA	32,49	27,49	17,49	7,49
10	49,99 bA	52,49 aA	19,99	27,49	29,99	19,99
CV%	18.71					

\*Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. <sup>n</sup>Não significativo a 5% de significância.

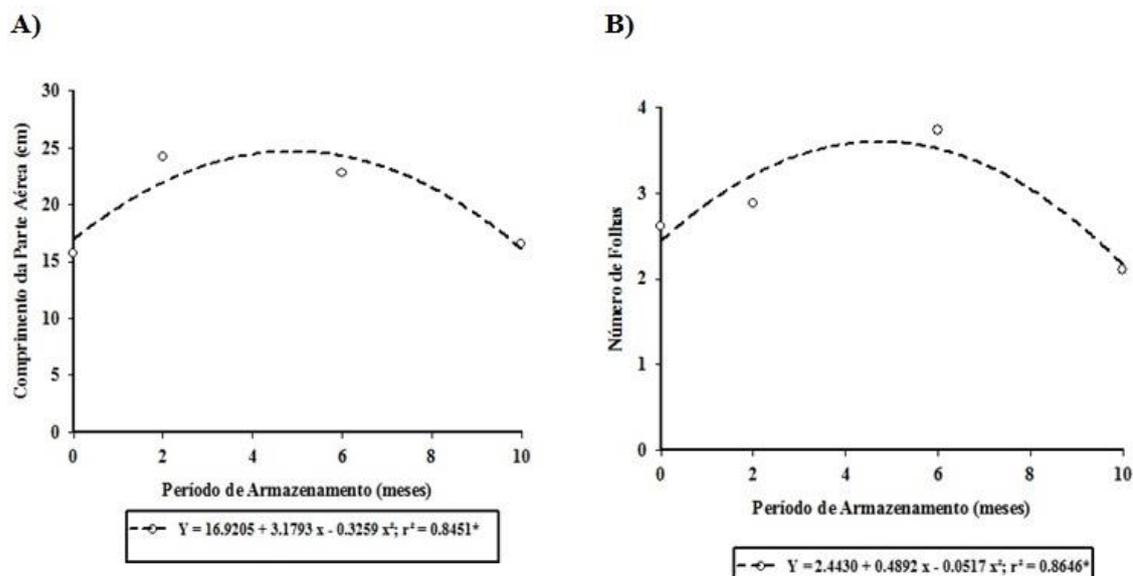
Observou-se que a emergência média durante os meses de armazenamento também foi elevada, com ponto máximo de 99,99% no tempo inicial, seguido de decréscimo aos 2,34 meses de armazenamento para 90,86% (Figura 4 A). O início da emergência se deu a partir do sétimo dia de semeadura com elevado índice de velocidade de emergência inicial com valor igual a 1,24. O potencial fisiológico das

sementes foi afetado ao longo do armazenamento reduzindo linearmente até o décimo mês atingindo IVE de 0,42. (Figura 4B).



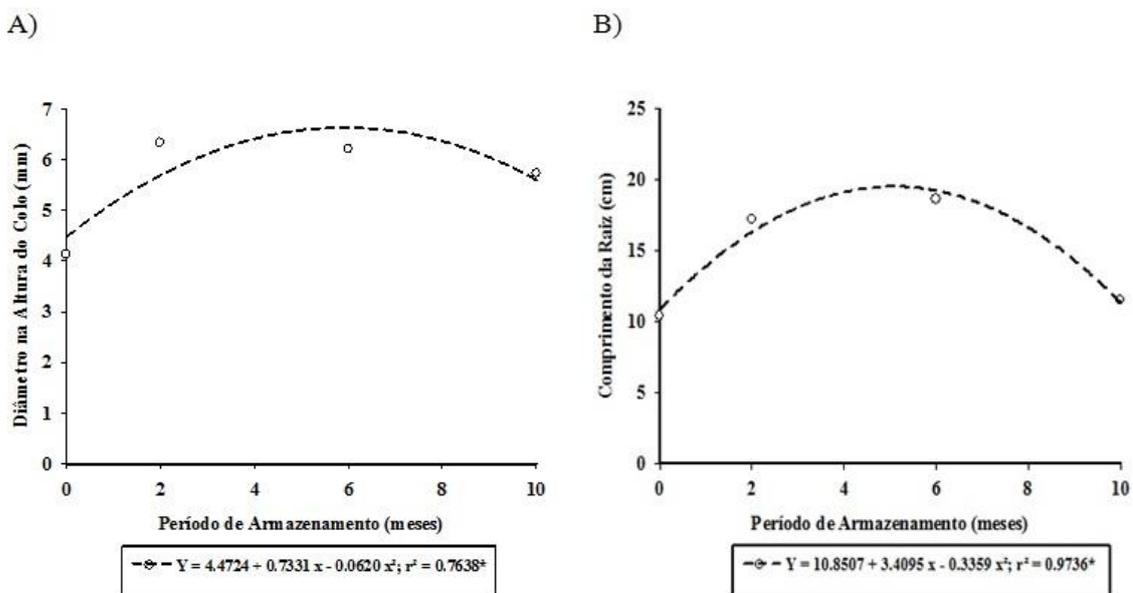
**Figura 4.** A) Emergência de plântulas de baru (*D. alata*) obtidas a partir de sementes armazenadas por diferentes períodos. B) Índice de velocidade de emergência. \*Significativo a 5% de significância.

O comprimento da parte aérea das plantas de baru e número de folhas demonstrou desenvolvimento com comportamento quadrático, corroborando com os resultados anteriores, em que entre o quarto e sexto mês de armazenamento se obteve plantas de maior vigor. Desta forma, nota-se que o comprimento da parte aérea atingiu o ponto máximo aos 4,87 meses com aproximadamente 25 cm (Figura 5A), e o maior incremento do número de folhas foi obtido aos 4,73 meses totalizando média de três folhas por planta (Figura 5B).



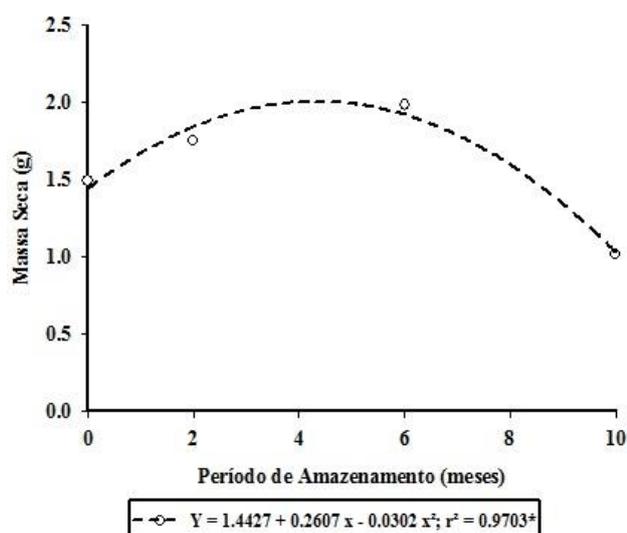
**Figura 5.** A) Comprimento da parte aérea e B) número de folhas de plantas de baru (*D. alata*) obtidas a partir de sementes armazenadas por diferentes períodos. \*Significativo a 5% de significância.

No decorrer dos 5,91 meses do armazenamento evidenciou-se a maior espessura para diâmetro na altura do colo nas plantas de baru, com média de 6,64 mm. O estabelecimento das plantas de baru ocorreu rapidamente, mantendo todas as estruturas bem desenvolvidas. No entanto, para o comprimento médio das raízes também se registrou decréscimo a partir dos 5,07 meses de armazenamento das sementes quando o comprimento médio foi de 19,5 cm (Figura 6).



**Figura 6.** A) Diâmetro na altura do colo e B) comprimento da raiz, de plantas de baru (*D. alata*) obtidas a partir de sementes armazenadas por diferentes períodos. \*Significativo a 5% de significância.

Foi constatado aumento na produção de biomassa seca das plantas de baru (Figura 7) de maneira crescente do tempo inicial ao sexto mês de armazenamento, passando de 1,49 para 1,98 g, sendo que o acúmulo máximo ocorreu aos 4,31 meses e decaindo a partir de então, até atingir 1,02g ao final dos dez meses de armazenamento. As sementes de baru contém grande quantidade de reservas em seus cotilédones, portanto, o acréscimo de biomassa pode estar vinculado com a capacidade de transferência das reservas para o eixo embrionário, que neste caso foi mantido até o terceiro tempo do armazenamento.



**Figura 7.** Massa seca de plantas de baru (*D. alata*), obtidas a partir de sementes armazenadas por diferentes períodos. \*Significativo a 5% de significância.

## DISCUSSÃO

Ao longo do armazenamento observou-se que as sementes de baru reduziram o teor de água indiferente da temperatura em que foram mantidas. O fato das sementes permanecerem no interior dos frutos não interferiu em nenhum momento para que houvesse trocas gasosas entre as sementes e os frutos e entre os frutos e o ambiente. Nas condições estudadas, o teor de água dos frutos se manteve praticamente igual, sendo o teor inicial de 9,78% e ao final dos dez meses se obteve média de 9,83% (dados não amostrados) para ambas temperaturas. É possível afirmar que os frutos promoveram proteção para as sementes e atuaram como barreira física contra a germinação.

Em estudos realizado por Martins et al. (2012) com sementes de *Tabebuia heptaphylla* (ipê roxo), armazenadas a 10 °C, 20 °C e nitrogênio líquido (-196 °C), por até 360 dias não afetou a qualidade fisiológica das sementes em nenhum dos teores de

água avaliado, não havendo diferença na porcentagem inicial de emergência das plântulas, permanecendo com aproximadamente 40% de emergência. Porém, quando analisado o teor de 15,6% na temperatura de 20 °C dentro dos tempos de armazenamento a emergência diminuiu para 6 e 9% aos 240 e 360 dias, respectivamente ocasionada pela deterioração das sementes em virtude da elevada umidade e temperatura, por outro lado menores teores de água (11,5, 8,1 e 4,3%) a emergência se manteve, principalmente nas temperaturas mais baixas.

Nos resultados encontrados com as sementes de baru obtiveram-se os teores de água próximos a 6,9, 5,8 e 4,9% (b.u) (Figura 3) para dois, seis e dez meses respectivamente, com emergência acima de 75% durante os meses de armazenamento e acima de 85% para 25± 3°C e 15± 3°C. Em sementes de *Miracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão), analisadas por Guedes et al. (2012), foi constatado ganho de teor de água durante o armazenamento na temperatura de ± 25°C, que segundo os autores foi influenciado pelo tipo das embalagens permeáveis. O teor de água inicial de 7,96% atingiu porcentagens acima de 10% ao longo de 240 dias, promovendo redução na emergência de 85% para 9%. Os autores avaliaram também os ambientes de freezer (-20±2 °C), câmara fria (8±2 °C) e geladeira (6±2 °C) e verificaram que sob refrigeração a emergência foi superior. Quanto ao vigor das sementes, verificada pelo IVE, também houve acentuada redução de aproximadamente 2,0 para valores nulos ao final de 240 dias.

Para as sementes de baru, no entanto, os dados obtidos do armazenamento na temperatura de 25±3 °C e 15±3 °C não houve diferença no índice de velocidade de emergência, mas em relação ao período de armazenamento o IVE reduziu de 1,24 para 0,42. Em sementes de pinhão-manso armazenadas em ambiente de laboratório (10 a 29 °C), refrigerador (4 a 6 °C) e câmara refrigerada (14 a 16 °C), os resultados do índice de velocidade de emergência tiveram os maiores valores aos 180 dias de armazenamento com 2,59 em refrigerador, 0,90 aos 90 dias em ambiente de laboratório e menor índice de 0,17 em câmara refrigerada por 90 dias (PINTO JÚNIOR et al., 2012).

A viabilidade das sementes, quando relacionado o teste de tetrazólio ao teste de emergência se mostrou compatível, apresentando média inicial de 100% das sementes viáveis e também emergidas (Tabela 2 e Figura 4 A). Ao final de 10 meses de armazenamento o vigor das sementes registrou média de 70% indicado pelo teste de tetrazólio e 76,6% de emergência de plântulas no final do armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Pinho et al. (2009) ao avaliarem o vigor das

sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) SPEG., com baixo teor de água (9,95%) armazenadas a 5° C e 20° C por até 5 meses, nas avaliações realizadas a cada 30 dias, as sementes mantiveram a germinação e o vigor confirmado pelo teste de tetrazólio durante os cinco meses de armazenamento nas temperaturas de 5 °C e 20 °C.

## CONCLUSÃO

A qualidade fisiológica de sementes de baru extraídas de frutos armazenados em temperaturas de 25±3 °C e 15±3 °C não é afetada pelo armazenamento por até 10 meses. No período de seis meses de armazenamento em ambas temperaturas observou-se a formação de plantas com maior vigor.

O teste de tetrazólio foi eficiente na determinação de três classes de vigor para os embriões de baru. Com os resultados obtidos foi possível confirmar a viabilidade das sementes.

## REFERÊNCIAS

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

CARVALHO, F. M. V; MARCO JÚNIOR, P; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1392-1403, 2009.

CORRÊA, G. C; ROCHA, M. R; NAVES, R. V. Germinação de sementes e emergência de plântulas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nos cerrados do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 30 n. 2, p. 17-23, 2000.

FERNANDES, D. C; FREITAS, J. B; CZEDERA, L. P; NAVESB, M. M. V. Nutricional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savana. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 1650-1655, 2010.

GUEDES, R. S; ALVES, E. U; BRUNO, R. L. A; GONÇALVES, E. P; COSTA, E. G; MEDEIROS, M. S. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.

em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 1, p. 68-75, 2012.

KLINK, C. A; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v.19, n. 3, p.707-713, 2005.

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

MARTINS, L; LAGO, A. A; CÍCERO, S. M. Conservação de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p.108-112, 2012.

MOTA, L. H. S; SCALON, S. P. Q; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 423-431, 2012.

NAGEL, M; BÖRNER, A. The longevity of crop seeds stored under ambient conditions. **Seed Science Research**, v. 20, p. 1-12, 2010.

NAGEL, M; VOGEL, H; LANDJEVA, S; SORLIN, G. B; LOHWASSER, U; SCHOLZ, U; BÖRNER A. Seed conservation in ex situ geneganks – genetic studies on longevity in barley. **Euphytica**, v. 170, p. 5-14, 2009.

OLIVEIRA, A. N; SILVA, A. C; ROSADO, S. C. S; RODRIGUES, E. A. C. Variações Genéticas Para Características do Sistema Radicular de Mudanças de Baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Árvore**, v.30, n.6, p.905-909, 2006.

PINHO, D. S; BORGES, E. E. L; CORTE, V. B; NASSER, L. C.B. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) SPEG. durante o armazenamento. **Revista Árvore**, v. 33, n. 1, p. 27-33, 2009.

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

SOARES, T. N; CHAVES, L. J; TELLES, M. P. C; DINIZ FILHO, J. A. F; RESENDE, L. V. Landscape conservation genetics of *Dipteryx alata* Vog. (“baru tree”: Fabaceae) from Cerrado region of central Brazil. **Genética**, p. 9-19, 2008.

VIJAYAN, K; SARATCHANDRA, B; SILVA, J. A. T. Germplasm conservation in mulberry (*Morus* spp.). **Scientia Horticulturae**, v. 128, p.371-379, 2011.

WALTERS, C; WHEELER, L. M; GROTENHUINS, J. M. Lonevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. **Seed Science Research**, v. 15, p. 1-20, 2005.

## CONCLUSÃO GERAL

Através dos estudos realizados com a secagem evidenciou-se que as espécies *Dipteryx alata* Vog.(baru) e *Caryocar brasiliense* Camb. (pequi) possuem caráter ortodoxo.

Foi possível manter a qualidade fisiológica das sementes mesmo após a redução do teor de água inicial. Nas sementes de baru observou-se alto vigor na formação das plântulas. Já para os diásporos de pequi, a secagem favoreceu a emergência de plântulas, porém o fato de não se obter elevada porcentagem de emergência está relacionado à dormência das sementes.

A dormência das sementes de pequi pode ser superada através da aplicação ácido giberélico nas concentrações de  $0,5 \text{ g L}^{-1}$  e  $1 \text{ g L}^{-1}$ . Porém, a dormência destas sementes pode estar relacionadas a composição química, como a presença de taninos no tegumento que aumentam o grau de dormência, impermeabilizando-o e impedindo a difusão de substâncias necessárias à germinação.

Não houve diferença entre os ambientes de armazenamento avaliados para ambas as espécies, porém o período de armazenamento interferiu no vigor das sementes. As sementes de baru extraídas dos frutos armazenados se mantiveram viáveis ao longo dos 10 meses de armazenamento. Enquanto as sementes de pequi não toleram períodos prolongados e isso provavelmente deve estar relacionado ao alto teor de lipídios, que promoveu maior degradação das sementes durante o armazenamento, em que a viabilidade dos diásporos foi de aproximadamente 30 dias.