

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE FLOR-DE-SEDA [*Calotropis procera* (AITON) W.T. AITON]¹

SÍLVIA REGINA SILVA DE OLIVEIRA-BENTO², SALVADOR BARROS TORRES^{3*}, DYEME ANTONIO VIEIRA BENTO⁴, BÁRBARA KARINE DE ALBUQUERQUE SILVA², FERNANDA JÉSSICA CARVALHO DANTAS², VITÓRIA DA COSTA MELO²

RESUMO - A espécie *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton - Apocynaceae (flor-de-seda) possui importância nos segmentos ornamental, forrageiro, madeireiro, têxtil e medicinal que justificam estudos visando o seu aproveitamento. Foi investigado o comportamento fisiológico e o vigor das sementes em diferentes condições de armazenamento e mensalmente realizadas avaliações dos caracteres germinação, emergência de plântula, índice de velocidade de emergência, comprimento da plântula e massa de matéria seca da plântula durante 180 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 6x5x3x2, com seis períodos de armazenamento (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), cinco teores de água (30, 24, 18, 12 e 7%), três embalagens (saco de papel, saco de polietileno e garrafa PET) e dois ambientes (laboratório: 28±2 °C e 70±5% UR; ambiente controlado: 15±1 °C e 40±1% UR) utilizando-se quatro repetições de 50 sementes. Foi realizada análise de variância utilizando-se teste F ($p \leq 0,05$) para tratamentos e teste de Tukey para comparação entre médias e análise de regressão polinomial para os períodos de armazenamento. As sementes apresentaram comportamento fisiológico ortodoxo (tolerante à dessecação até 7%) e o vigor decresceu em função do tempo de armazenamento, podendo ser conservadas de forma mais eficiente em embalagens de saco de papel, em ambiente controlado, por 90 dias.

Palavras-chave: Teor de água. Embalagem. Vigor. Secagem.

STORAGE OF SILK FLOWER SEEDS [*Calotropis procera* (AITON) W.T. AITON]

ABSTRACT - *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton - Apocynaceae (silk-flower) is an important species for several usages: ornamental, forage, timber, textile and medicine, that justify its study. We investigated the physiological behavior and the vigor of seeds under different storage conditions. There were performed monthly evaluations of germination, seedling emergence, speed of emergence, seedling length and weight of seedling dry matter, during 180 days. Experimental design was completely randomized with a 6x5x3x2 factorial, using combinations of six storage periods (30, 60, 90, 120, 150 e 180 days), five moisture contents (30, 24, 18, 12 e 7%), three package types (paper bags, plastic bags and PET bottles) and two environmental conditions (chamber: 16 °C a 18 °C and laboratory: 27 °C a 30 °C, both environments with 50±5%) with four replications of 50 seeds. Data were analyzed using analysis of variance using F ($p \leq 0.05$) test to treatments and Tukey test for averages comparison, with polynomial regression analysis considering the storage periods. There were concluded that silk flower seeds presented orthodox physiological behavior; the vigor decreased when stored for 180 days; silk flower seeds with 7% moisture content are preserved efficiently in paper bags and controlled environment for 90 days.

Keywords: Moisture content. Package. Vigor. Drying.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 23/04/2014; aceito em 14/10/2014.

Trabalho de conclusão de Doutorado em Fitotecnia do primeiro autor.

²Departamento de Ciências Vegetais, UFRSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, RN, srsolive@gmail.com, babialbuquerque@hotmail.com, jessikalora1@hotmail.com, vivizinhap@hotmail.com.

³Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, RN, sbtorres@ufersa.edu.br.

⁴Bayer CropScience Vegetable Seeds, Mossoró, RN, dyeme.bento@bayer.com.

INTRODUÇÃO

O conhecimento e a preservação dos recursos genéticos vegetais da Caatinga são fundamentais para a garantia da sustentabilidade da população que busca sua fonte de alimentação e renda nesses recursos naturais nela existentes. (OLIVEIRA et al., 2011). Nesse contexto, destaca-se a flor-de-seda [*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton – (Apocynaceae)], espécie nativa dos continentes Africano e Asiático que foi introduzida no Brasil em 1900 como planta ornamental (INSTITUTO HÓRUS, 2012). Diversas atividades econômicas são atribuídas à utilização dessa espécie, como produção de forragem, fabricação de tecidos, extração de madeira para lenha e aplicações medicinais, além da utilização de sementes como matéria-prima para a produção de biodiesel (RANGEL; NASCIMENTO, 2011; BARBOSA; SILVA; OLIVEIRA, 2013, OLIVEIRA-BENTO et al., 2013).

Em decorrência do potencial da flor-de-seda é fundamental que o armazenamento de sementes dessa espécie seja efetuado com a garantia de conservação máxima da qualidade pelo maior período de tempo possível (OLIVEIRA et al., 2011; PINTO JÚNIOR et al., 2012), minimizando a velocidade de deterioração das sementes (KISSMANN et al., 2009). Recomenda-se que o armazenamento das mesmas seja realizado em condições adequadas, seja ele ambiental (aberto) ou altamente condicionado, com controle de umidade e temperatura, o mesmo ocorrendo com o processo de secagem, pois assim será possível inferir sobre o comportamento das sementes durante o armazenamento, de acordo com as características fisiológicas inerentes a cada espécie (MASETTO et al., 2013).

É durante o processo de germinação e desenvolvimento inicial das plântulas que os sintomas fisiológicos da deterioração ficam mais evidentes, principalmente em virtude da desestruturação do sistema de membranas, consequência do ataque aos seus constituintes químicos pelos radicais livres (MASETTO et al., 2013). As oscilações constatadas no processo germinativo são ocasionadas pelos diferentes graus de umidade das sementes, o que é determinado pela falta de uniformidade de maturação no momento da colheita (OLIVEIRA et al., 2011) e pelo ponto de equilíbrio higroscópico entre as sementes e a atmosfera circundante (PUPIM et al., 2009).

As embalagens e as condições de armazenamento devem contribuir para a manutenção da uniformidade do grau de umidade das sementes. Quando estas são armazenadas em embalagens permeáveis seu teor de água altera conforme as variações da umidade relativa do ar devido ao fato de serem higroscópicas. Em embalagens semipermeáveis há alguma resistência às trocas, porém nada que impeça completamente a passagem da umidade. Em embalagens impermeáveis não há influência da umidade do

ar externo sobre a semente (BAUDET, 2003).

Durante o período de formação e maturação de sementes, a água assume papel crucial e seu teor permanece elevado até o final do desenvolvimento. Ao final da maturação dois tipos de comportamentos podem ser verificados, de acordo com Roberts (1973), quais sejam: sementes ortodoxas, que não só toleram a dessecação, mas provavelmente dependem desse processo para redirecionar seu caminho metabólico em direção à germinação, podendo ser desidratadas a níveis baixos de teor de água (5% a 7%); e as sementes recalcitrantes, as quais são independentes da secagem para adquirir a capacidade germinativa e apresentam limites de tolerância à dessecação, podendo ser desidratadas abaixo de determinado teor de água (15% a 50%) sem que ocorram danos fisiológicos. A diferença no comportamento das sementes pode ser considerada como resultado do processo de seleção natural em concordância com as condições ambientais das regiões de origem da espécie (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; BARROZO et al., 2014).

Há uma terceira classificação na qual as sementes possuem comportamento intermediário entre o ortodoxo e o recalcitrante (ELLIS et al.,; ROBERTS, 1990). As sementes classificadas como intermediárias toleram a desidratação entre 7,0% a 12% de umidade, mas ainda apresentam longevidade relativamente curta, podendo também ser altamente sensíveis a danos por embebição ou temperaturas baixas (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Assim, verifica-se que é essencial conhecer o comportamento fisiológico das sementes para que seja definida a técnica apropriada para armazenamento. Esse aspecto se torna mais importante quando faz menção a espécies nativas e exóticas, para as quais as metodologias para o armazenamento não estejam definidas (WIELEWICK et al., 2006).

Considerando-se a importância da conservação dos recursos vegetais a partir das sementes, a pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento fisiológico e o vigor das sementes de flor-de-seda submetidas a diferentes ambientes, embalagens, teores de água e armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análises de Sementes (LAS) do Departamento de Ciências Vegetais (DCV), da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró (RN), durante o período de agosto de 2012 a fevereiro de 2013. Os frutos de flor-de-seda foram colhidos manualmente, em início da deiscência, em áreas de ocorrência natural da espécie no município de Mossoró-RN, localizado a 5°11'15" S - 37°20'39" W com altitude média de 18 m. O clima da região é do tipo BSh - semiárido, com precipitação pluviométrica inferior a 800 mm, apresentando umidade relativa

do ar em torno de 70% e temperatura do ar variando entre 21 °C e 36 °C. O solo do local é classificado como Cambissolo e Latossolo Vermelho Amarelo (IDEMA, 2012; EMBRAPA, 2014).

Após a colheita, os frutos foram acondicionados em sacos de papel, identificados e levados ao laboratório, onde permaneceram em condições ambientais (27±3 °C e 50±5 % UR) até a abertura natural. Em seguida, foi realizada a extração manual das sementes e o beneficiamento, eliminando as sementes vazias, chochas ou danificadas por insetos.

Foi retirada amostra das sementes beneficiadas (sementes recém-colhidas) para determinação do teor de água (BRASIL, 2009) e, paralelamente, obtida a amostra representante do tratamento-controle com maior teor de água a ser estudado (30%). Posteriormente, as sementes remanescentes foram submetidas à secagem em dessecador com sílica gel a 28 °C (temperatura ambiente) até obtenção dos teores de água desejados (24, 18, 12 e 7%) (MELLO; EIRA, 1995). Os tratamentos foram obtidos por meio do monitoramento da perda de massa das sementes durante a secagem. As amostras com massas iniciais previamente conhecidas foram acondicionadas em sacos de nylon e distribuídas no dessecador para pesagens em intervalos regulares. A massa final da amostra, correspondente ao teor de água desejado, foi previamente determinada pela equação proposta por Cromarty et al. (1985): $M_f = M_i (100 - U_i) \times (100 - U_f)^{-1}$, onde M_f = massa da amostra (g) após a secagem; M_i = massa da amostra (g) antes da secagem; U_i = teor de água (%) antes da secagem; e U_f = teor de água (%) desejado após a secagem.

Na medida em que os teores de água (30, 24, 18, 12 e 7%) foram atingidos as amostras foram retiradas, homogeneizadas e divididas em 36 subamostras de aproximadamente 450 sementes correspondentes a cada nível de água utilizada para compor os demais fatores em estudo. Foram realizadas análises dos caracteres germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência de plântula (EP), comprimento de plântula (CP) e massa de matéria seca de plântula (MMSP), obtendo-se as estimativas desses caracteres para posterior comparação com os tratamentos após decorridos os diferentes períodos de armazenamento. Em seguida, as sementes foram embaladas em sacos de papel kraft (lacrados com fita adesiva), sacos de polietileno (lacrados com seladora elétrica) e garrafas PET (500 mL). As amostras correspondentes aos diferentes teores de água foram dispostas em caixas de papelão etiquetadas, lacradas e armazenadas em dois ambientes: laboratório (28±2 °C e 70±5 % UR) e ambiente controlado (12±1 °C e 40% UR), com períodos de 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias, períodos nos quais foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes por meio dos caracteres descritos a seguir:

Germinação: quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas em substrato papel toalha (Germitest® - 280 x 380 mm), umedecido com

quantidade de água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca e acondicionadas em germinadores tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), com fotoperíodo de 8 h luz e 16 h escuro, a 30 °C. As avaliações referentes a primeira e última contagens de germinação foram realizadas aos 5 e 10 dias, respectivamente, após a semeadura (Oliveira-Bento, 2013). Como critério de germinação, considerou-se a emissão do hipocótilo e a protrusão da radícula. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Emergência de plântulas: conduzida em casa de vegetação utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, semeadas a 0,5 cm de profundidade em bandejas plásticas (43 x 335 x 664 mm), tendo como substrato areia lavada e esterilizada (BRASIL, 2009). Inicialmente o substrato foi umedecido com água destilada até 60% da capacidade de retenção e diariamente realizada reposição de água para se manter uniforme a umidade ao longo do período experimental. A avaliação foi realizada aos 14 dias (época de estabilização da emergência) após a semeadura, mediante a contagem de plântulas emergidas, avaliadas de acordo com os critérios adotados para avaliação da parte aérea de plântulas em um teste de germinação (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais.

Índice de velocidade de emergência: realizado simultaneamente ao teste de emergência. As plântulas foram avaliadas diariamente, no mesmo horário, a partir do dia em que emergiu a primeira plântula normal, prosseguindo-se até o décimo quarto dia. Para o cálculo do índice foi utilizada a fórmula proposta por Maguire (1962).

Comprimento de plântulas: dez plântulas normais de cada tratamento foram medidas da extremidade da raiz até o ápice da última folha, com auxílio de régua (milímetros), sendo os resultados expressos em cm.plântula^{-1} .

Massa de matéria seca de plântulas: as plântulas mensuradas no item anterior foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa a 65 °C até atingir massa constante (48 horas), sendo em seguida pesadas em balança analítica (0,001 g). A massa média de matéria seca da plântula foi obtida através do quociente entre a massa total registrada e o número de plântulas normais utilizadas, sendo os resultados expressos em g.plântula^{-1} (NAKAGAWA, 1999).

Empregou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 6x5x3x2, constituído pelas combinações de seis períodos de armazenamento (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), cinco teores de água (30, 24, 18, 12 e 7%), três embalagens (saco de papel, saco de polietileno e garrafa PET) e dois ambientes (laboratório e ambiente controlado). Foram avaliados os caracteres germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, comprimento da plântula e massa de matéria seca da plântula, utilizando-se quatro repeti-

ções de 50 sementes. Para cada caractere foram realizadas análises de variância (ANAVA) empregando-se o teste F a 1% e 5% de probabilidade e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos. Foram realizadas análises de regressão utilizando-se as médias gerais obtidas na ANAVA para os diferentes períodos de armazenamento. Nas análises de variância e de regressão utilizou-se o software SISVAR 4.5 (FERREIRA, 2008), sendo empregada para os dados de germinação e emergência a transformação $y = \arcsen(x/100)^{1/2}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para o tratamento com teor de água 7% foram superiores em relação aos demais, principalmente nas comparações com o de 30%, com exceção dos caracteres comprimento

(CP) e massa de matéria seca da plântula (MMSP) de flor-de-seda (Tabela 1). As variações no teor hídrico de sementes são complexas, pois seus conteúdos hídricos se alteram continuamente no decorrer do acúmulo de matéria seca quando estão ligadas fisiologicamente às plantas, impedindo o controle minucioso da dessecação quando esta deve ser aplicada em massas de sementes (GENTIL et al., 2001).

Infere-se que as sementes de flor-de-seda apresentam comportamento ortodoxo, pois o teor de água é a característica mais associada à deterioração e mesmo com a dessecação progressiva as sementes com 7% de água apresentaram, antes do armazenamento, qualidade superior em relação aos demais tratamentos para os caracteres G e IVE. Somente para o caráter MMSP houve redução nas estimativas das médias ao longo da secagem, mesmo assim não foi observada diferença nas estimativas para a maior parte dos teores de água empregados (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios obtidos no início do armazenamento para germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência de plântula (EP), comprimento (CP) e massa de matéria seca de plântula (MMSP) de flor-de-seda.

Teor de água (%)	Caracteres				
	G (%)	IVE	EP (%)	CP (mm)	MMSP (g)
30	83 C	2,99 C	35 B	2,00 B	140,25 A
24	85 B	3,10 B	40 A	2,20 A	134,03 B
18	87 B	4,00 B	40 A	2,18 A	132,40 B
12	82 B	4,02 AB	40 A	2,22 A	130,15 B
7	95 A	4,12 A	42 A	2,04 B	132,00 B

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As análises de variância de todos os caracteres indicaram boa precisão experimental, sendo a maior estimativa do coeficiente de variação (19,24%) obtida para CP (Tabela 2). Houveram diferenças significativas entre todas as fontes de variação para todos os caracteres, exceto entre ambientes para MMSP e embalagens para CP. Quanto à interação entre as diferentes condições de armazenamento, somente não foi constatado efeito significativo para o caráter CP nas interações entre períodos de arma-

zenamento e embalagens, embalagens e ambientes e embalagens e teores de água (Tabela 2).

Os resultados confirmam a influência das diferentes condições de armazenamento sobre a qualidade fisiológica das sementes e a necessidade de se escolher, dentre as diversas combinações de embalagem, ambiente e teor de água que possibilitem a manutenção da qualidade fisiológica das sementes pelo maior período de armazenamento.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os caracteres germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência de plântula (EP), comprimento e (CP) e massa de matéria seca de plântula (MMSP) de flor-de-seda.

Fonte de variação	GL	QM				
		G(%)	IVE	EP(%)	CP(mm) ^a	MMSP(g)
Embalagem(E)	2	1,0485**	6,9196**	0,1063**	0,3371ns	0,6756**
Ambiente(A)	1	1,5309**	5,0854**	0,1739**	3,6811*	0,1879ns
Teor de água(T)	4	1,5195**	6,7824**	0,0817**	6,4870**	1,1794**
Per. de Armaz.(P)	5	0,4984**	4,1573**	0,0443**	3,8244**	0,2343**
PxE	10	0,1177**	1,6817**	0,0329**	0,6199ns	0,2024**
PxA	5	0,1107**	2,6703**	0,0415**	1,2942**	0,3311**
PxT	20	0,1653**	1,0370**	0,0202**	4,9677**	0,2182**
ExA	2	0,8272**	6,9680**	0,1551**	0,1282ns	0,4577**
ExT	8	0,4242**	4,2209**	0,0818**	0,2472ns	0,4325**
AxT	4	0,2206**	2,7841**	0,0478**	1,2565**	0,3284**
Erro	658	0,0257	0,3999	0,0061	0,6975	0,0499
Média		87,54	4,2142	40,15	137,29	2,1851
CV (%)		13,31	15,01	11,37	10,23	19,24

***: significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns: não significativo; ^a valores de QM divididos por 1000.

As maiores estimativas das médias dos caracteres G, IVE e EP foram obtidas em ambiente controlado, local onde não ocorreram alterações significativas de temperatura e umidade relativa do ar, e para os menores teores de água da semente, exceto para EP, em que a variação no teor de água não ocasionou maiores diferenças (Tabela 3). Esses resultados corroboram com aqueles obtidos antes do armazenamento (Tabela 1), confirmando o comportamento ortodoxo das sementes de flor-de-seda.

Observou-se que a baixa temperatura diminuiu a atividade respiratória das sementes, contribuindo para a conservação (Tabela 3). Os resultados obtidos concordam com os encontrados por Araújo Neto et al. (2005) em sementes de *Acacia polyphylla* DC, que tiveram a porcentagem de germinação reduzida em ambiente de laboratório, sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, a partir do quarto mês de armazenamento. Bezerra et al. (2004) observaram declínio na viabilidade das sementes de *Moringa oleifera* quando armazenadas durante 12 meses em embalagem plástica sob ambiente natural.

Concordando ainda com esses resultados, Borba Filho e Perez (2009) observaram que para as sementes de *Tabebuia rose-alba* e *Tabebuia impetiginosa* o ambiente de laboratório não foi eficiente para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes, que permaneceram viáveis por apenas 60 dias, enquanto sementes armazenadas em câmara refrigerada (14 a 20 °C e 74 a 82% de UR) ou geladeira (5 ± 1 °C e 38 a 43% UR), em diferentes embalagens (saco de papel, saco de polietileno e lata), mantiveram sua viabilidade por 300 dias.

Utilizando sementes de *Tabebuia impetiginosa*, Martins et al. (2012) evidenciaram a eficiência da baixa temperatura na conservação das mesmas, acondicionadas em sacos de polietileno. Teófilo et al. (2003) demonstraram que sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), armazenadas em câmara fria, independentemente da embalagem, conservaram a germinação e o vigor por maior período de tempo (nove meses) do que em laboratório (seis meses), fato também observado por Silva et al. (2012), que ao trabalharem com essa mesma espécie verificaram que a viabilidade e o vigor das sementes foram mantidos quando armazenadas em câmara fria.

Resultados semelhantes aos desta pesquisa também foram destacados por Silva et al. (2011) com sementes de *Tabebuia serratifolia* armazenadas em câmara fria, onde os resultados de germinação e vigor foram superiores quando comparados aos obtidos na condição ambiente. Devido ao aumento da temperatura e da umidade no armazenamento, as sementes ortodoxas apresentaram maior atividade fisiológica resultando em rápida deterioração (SILVA et al., 2011). Araújo Neto et al. (2005) verificaram que a qualidade fisiológica em sementes de *Acacia polyphylla* foi conservada por dois anos quando as sementes foram acondicionadas em embalagem impermeável (pote de vidro) e armazenadas em

câmara fria.

Quanto às embalagens, as estimativas de médias significativamente superiores foram constatadas ao utilizar sacos de papel para os caracteres G, IVE e EP. Não houve diferença entre as médias das embalagens saco de papel e garrafa PET para o caráter MMSP, bem como não foram constatadas diferenças entre embalagens para CP (Tabela 3).

Para Antonello et al. (2009), o tipo de embalagem a ser utilizada será determinante na taxa de deterioração e, por conseguinte, na manutenção da qualidade fisiológica das sementes. Levando-se em conta que o objetivo básico do armazenamento é manter o percentual de germinação ao final do período o mais próximo ao do inicial, o acondicionamento das sementes em sacos de papel foi o tratamento que mais se aproximou do desejado. De acordo com Marcos Filho (2005), em regiões com altas temperaturas a utilização de embalagens semipermeáveis permitem trocas de vapor d'água e conservação razoável do poder germinativo.

Esses resultados concordam com os de Souza et al. (2005) com sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich acondicionadas em sacos de papel. Cabral et al. (2003) não observaram diferenças significativas nas embalagens de sacos de papel Kraft, algodão e plástico transparente permeável em câmara fria e seca (15 °C e 40% de UR) para as sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore.

Para os teores de água da semente, maiores valores de estimativas das médias de G e IVE foram verificados a 7%, enquanto para EP as médias não diferiram entre os teores de 7 a 24% (Tabela 3). Para o caráter MMSP não foi verificada diferença significativa, utilizando-se sementes com 12 a 24% de água e para CP a maior média foi obtida com teor igual a 30%. Degan et al. (2001) observaram que o armazenamento em ambiente controlado foi eficiente apenas para as sementes acondicionadas em embalagem permeável (saco de papel), revelando que o teor de água das sementes foi muito elevado para o acondicionamento em embalagem impermeável (saco de polietileno envolto por uma folha de alumínio e colocado dentro de outro saco de polietileno).

Em relação aos períodos de armazenamento, maiores estimativas de médias foram obtidas para G dos 30 aos 90 dias e para IVE, EP e MMSP dos 30 aos 120 dias. (Tabela 3). Para CP, as maiores estimativas foram observadas com 60 e 180 dias. Resultados semelhantes foram obtidos por Kissmann et al. (2009) ao avaliarem diferentes condições de armazenamento para *Albizia hasslerii* (Chod.) Burkart, concluindo que as sementes desta espécie podem ser armazenadas por 90 dias em câmara fria, apresentando germinação superior a 50%.

Caldeira e Perez (2005) recomendam o armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) em ambiente de laboratório (27,7 °C e UR de 62,8%), por até seis meses em embalagem metálica.

Entretanto, para períodos de até um ano, a indicação foi a de ambiente com controle de temperatura e umidade relativa (câmara com temperatura de 15,1 °C e UR de 74,7%) independentemente do tipo de embalagem.

Utilizando sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.), Araújo et al. (2001) verificaram que o período de armazenamento de 24 meses ocasionou maior porcentagem de germinação (74%) em relação ao período de 12 meses (28%), o que permite inferir que a germinação foi influenciada pela superação da dormência e pelo período de armazenamento, pois algumas sementes requerem determinado período para que o embrião complete a maturidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2005).

Houve redução dos valores de G, EP e IVE ao longo do período de armazenamento (Figuras 1 a 3). Pode-se associar este resultado às oscilações no teor de água, que possivelmente promoveram maiores

taxas respiratórias, ocasionando aumento no consumo de reservas das sementes durante a respiração e acelerando a velocidade de deterioração. Resultados semelhantes foram obtidos com sementes de *Peltophorum dubium* L. por Perez et al. (1999), que após 150 dias de armazenamento verificaram redução da porcentagem de germinação das sementes mantidas sob temperatura ambiente, e também por Souza et al. (2005) com sementes de *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. As estimativas obtidas para CP e MMSP (Figuras 4 e 5) foram bastante variáveis nas diversas condições testadas. Essas variações podem estar ligadas a secagem próxima ou após o ponto de máximo acúmulo de matéria seca pelas sementes, que deve alterar o comportamento de alguns compostos, promovendo o desaparecimento ou a inativação de outros, causando diferenças nos níveis máximos de matéria seca, germinação e vigor (MARCOS FILHO, 2005).

Tabela 3 - Valores e testes de médias para germinação (G), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência (EP), comprimento de plântulas (CP) e massa de matéria seca (MMSP) de plântulas de flor-de-seda em relação aos fatores ambiente, embalagem, teor de água (%) e período de armazenamento (dias).

Condições de Armazenamento		Caracteres ¹					
		G (%)	IVE	EP (%)	CP (mm)	MMSP (g)	
Ambiente ²	Lab	84 B	4,13 B	39 B	135,03 B	2,17 A	
	AC	90 A	4,29 A	42 A	139,55 A	2,20 A	
Embalagem ³	GP	87 B	4,19 B	41 B	136,55 A	2,20 A	
	SPl	83 C	4,06 B	38 C	136,67 A	2,13 B	
	SPP	91 A	4,40 A	42 A	138,66 A	2,23 A	
		30	82 C	3,90 C	37 B	148,45 A	2,12 B
Teor de Água (%)		24	86 B	4,14 B	41 A	136,00 B	2,24 A
		18	88 B	4,24 B	42 A	137,62 B	2,24 A
		12	80 C	4,31 AB	41 A	131,22 B	2,26 A
		7	96 A	4,48 A	42 A	133,17 B	2,06 B
		30	90 A	4,43 A	42 A	136,08 BC	2,20 ABC
Período de Armazenamento (dias)		60	91 A	4,39 A	42 A	141,94AB	2,23 A
		90	89 AB	4,23 AB	41 AB	130,58 C	2,20 BC
		120	87 BC	4,23 AB	41 AB	135,03 BC	2,21 AB
		150	84 CD	4,07 BC	39 BC	134,10 BC	2,12 C
		180	80 D	3,94 C	38 C	146,01 A	2,14 BC

¹Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

²Lab.: Laboratório; e AC: Ambiente controlado;

³GP: garrafa PET; SPl: saco de polietileno; e SPP: saco de papel.

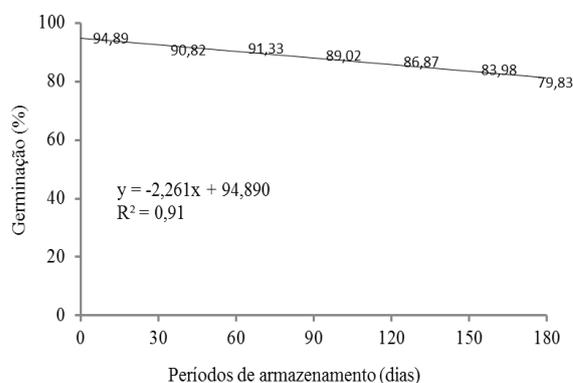


Figura 1. Germinação de sementes de flor-de-seda durante 180 dias de armazenamento.

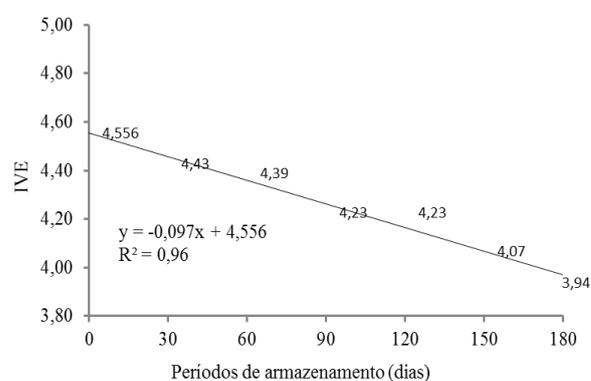


Figura 2. Índice de velocidade de emergência de flor-de-seda durante 180 dias de armazenamento.

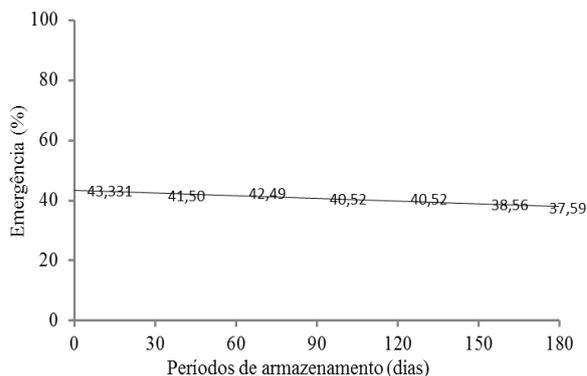


Figura 3. Emergência de plântula de flor-de-seda durante 180 dias de armazenamento.

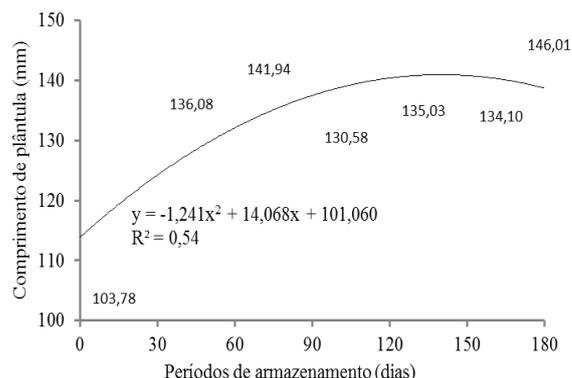


Figura 4. Comprimento de plântula de flor-de-seda durante 180 dias de armazenamento.

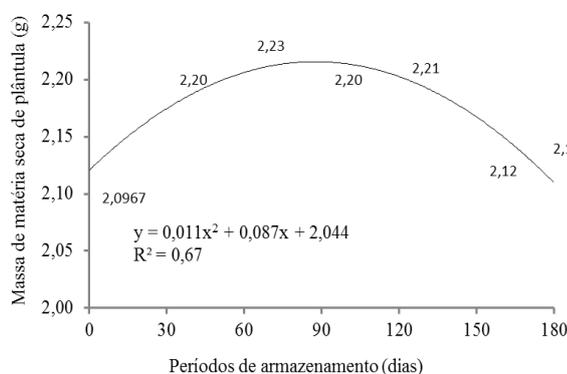


Figura 5. Massa de matéria seca de plântula de flor-de-seda durante 180 dias de armazenamento.

CONCLUSÃO

As sementes de flor-de-seda apresentam comportamento fisiológico ortodoxo; com teor de água de 7%, podem ser acondicionadas em saco de papel e armazenadas em ambiente controlado (12 °C e 40% de UR), por 90 dias, sem perda do vigor.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos de Doutorado a primeira autora e às discentes Emanuela Paiva e Vitória Melo pelas contribuições na condução do experimento.

REFERÊNCIAS

ANTONELLO, L. M. et al. Qualidade de sementes de milho armazenadas em diferentes embalagens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2191-2194, 2009.

ARAUJO, F. P. et al. Influência do período de armazenamento das sementes do umbuzeiro na sua germinação e no desenvolvimento da plântula. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 1, n. 26, p. 36-39, 2001.

ARAÚJO NETO, J. C. et al. Armazenamento e requerimento fotoblástico de sementes de *Acacia polyphylla* Dc. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 115-124, 2005.

BARBOSA, N. P. U.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S.; FERNANDES, G. W. Uma estranha na paisagem. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 241, p. 70-72, 2007.

BARBOSA, M. O.; SILVA, S. I.; OLIVEIRA, A. F. M. *Calotropis procera*: espécie com potencial para produção de biodiesel. Disponível em: <<http://www.apcagronomica.org.br/seminario2010/POSTERES>>. Acesso em: 08 ago. 2013.

BAUDET, L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTAL, M. D.; ROTA, G. R. (Ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: UFPel, 2003. p. 369-418.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 431-439, 2002.

BARROZO et al. Qualidade fisiológica de sementes de ingá em função da secagem. **Bioscience Journal**,

- Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 645-654, 2014.
- BEZERRA, A. M. E. et al. Avaliação da qualidade de sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1240-1246, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BORBA FILHO, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Armazenamento de sementes de ipê-branco e ipê-roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 259-269, 2009.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 609-617, 2003.
- CALDEIRA, S. F.; PEREZ, S. C. J. G. A. Viabilidade de sementes armazenadas de aroeira, *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. **Informativo ABRATES**, Pelotas, v. 15, n. 1, 2, 3, p. 305, 2005.
- CROMARTY, A. S.; ELLIS, R. H.; ROBERTS, E. H. **Desing of seed storage facilities for genetic conservation**. Rome: IBPGR, 1985. 100 p.
- DEGAN, P. et al. Influência de métodos de secagem na conservação de sementes de ipê-branco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 492-496, 2001.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, H. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. **Journal of Experimental of Botany**, London, v. 41, n. 230, p. 1167-1174, 1990.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- GENTIL, D. F. O.; SILVA, W. R.; MIRANDA, D. M. Grau de umidade e temperatura na conservação de sementes de café. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 53-64, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Disponível em: <<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/>>. Acesso em: 01 set. 2014.
- Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2012.
- INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL / The Nature Conservancy. Disponível em <<http://www.institutohorus.org.br>>. Acesso em: 06 mar. 2012.
- KISSMANN, C. et al. Germinação e armazenamento de sementes de *Albizia hassleri*. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 104-115, 2009.
- MAGUIRE, J. D. Seed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.
- MARTINS, L.; LAGO, A. A.; CÍCERO, S. M. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 108-112, 2012.
- MASETTO, T. E. et al. Armazenamento de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst.ex R.E.Fr. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 646-652, set/out, 2013.
- MELLO, C. M. C.; EIRA, M. T. S. Conservação de sementes de ipês (*Tabebuia* spp.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 4, p. 427-432, 1995.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2.1-2.24.
- OLIVEIRA, M. D. M. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011.
- OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Calotropis procera* Aiton W.T. Aiton (Apocynaceae). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1194-1205, 2013.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafistula. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 57-68, 1999.

PINTO JÚNIOR et al. Armazenamento de sementes de pinhão manso em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 636-643, 2012.

PUPIM, T. L. et al. Conservação de sementes de *Magnolia ovata* St. Hil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 96-105, 2009.

RANGEL, E. S.; NASCIMENTO, M. T. Ocorrência de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana, v. 25, n. 3, p. 657-663, 2011.

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

SILVA, D. G. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 1-7, 2011.

SILVA, J. G. M. et al. Cactáceas nativas associadas a fenos de flor-de-seda e sabiá na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 158-164, 2011.

SILVA, P. C. C. et al. Comportamento germinativo de sementes de *Mongifera oleifera* L. em diferentes ambientes e tempo de armazenamento. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2012.

SOUZA, V. C.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A. Vigor de sementes armazenadas de ipê-amarelo *Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nich. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 833-841, 2005.

TEÓFILO, E. M. et al. Tipos de embalagens, ambiente, tempo de armazenamento e qualidade fisiológica das sementes de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) – Moringaceae. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 8, n. 1, p. 115-122, 2003.

WIELEWICK, A. P. et al. Proposta de padrões de germinação e teor de água para sementes de algumas espécies florestais presentes na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28 n. 3, p. 191-197, 2006.