

Tolerância à dessecação de sementes de espécies silvestres de maracujazeiro



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
100**

**Tolerância à dessecação de sementes de
espécies silvestres de maracujazeiro**

*Fabiana Ferraz Aud
Tatiana Góes Junghans*

**Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2019**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Rua Embrapa - s/n, Caixa Postal 007
44380-000, Cruz das Almas, Ba
Fone: (75) 3312-8048
Fax: (75) 3312-8097
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente
Francisco Ferraz Laranjeira Barbosa

Secretário-Executivo
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Membros
Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento

Supervisão editorial
Francisco Ferraz Laranjeira

Revisão de texto
Adriana Villar Tullio Marinho

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Anapaula Rosário Lopes

Foto da capa
Nilton F. Sanches

1ª edição
On-line (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Aud, Fabiana Ferraz

Tolerância à dessecação de sementes de espécies silvestres de maracujazeiro / Fabiana Ferraz Aud, Tatiana Góes Junghans. – Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.

20 p. il. ; 21 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-4996.100).

1. Maracujá. 2. Melhoramento vegetal. I. Aud, Fabiana Ferraz. II. Junghans, Tatiana Góes. III. Título. IV. Série.

CDD 634.425

Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro (CRB5 – 11/61)

© Embrapa, 2019

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	10
Material vegetal e obtenção das sementes.....	10
Tolerância à dessecação: teste de 100 sementes e validação de modelo probabilístico	10
Resultados e Discussão	12
Tolerância à dessecação: teste de 100 sementes e validação de modelo probabilístico	11
Conclusões.....	16
Agradecimentos.....	16
Referências	16

Tolerância à dessecação de sementes de espécies silvestres de maracujazeiro

Fabiana Ferraz Aud¹

Tatiana Góes Junghans²

Resumo – O primeiro desafio para a conservação de lotes de sementes é a determinação de sua tolerância à dessecação. A partir desse conhecimento, é possível estabelecer as condições mais adequadas para o seu armazenamento, visando à conservação por períodos prolongados. Em ambientes em que a ocorrência de pragas e doenças pode contaminar grandes lotes de sementes ou em que há um grande volume de trabalho em laboratórios, a tomada de decisão sobre o armazenamento de materiais desconhecidos quanto à tolerância, a dessecação deve ser feita de maneira rápida e eficiente. Estabelecer protocolos de armazenamento e germinação para uma grande diversidade de genótipos pode ser uma tarefa muito demorada por causa das peculiaridades das sementes de cada espécie. Assim, utilizar metodologias mais rápidas que possam prever o comportamento germinativo das sementes e determinar o melhor tipo de armazenamento configura-se como vantagem em laboratórios que trabalham com a conservação de bancos de germoplasma de sementes de uma grande quantidade de acessos. Nesse cenário, o objetivo desse estudo foi testar a sensibilidade à dessecação de sementes de 12 espécies de maracujazeiro silvestres por dois métodos, um direto teste de 100 sementes de Pritchard, (2004) e outro indireto probabilidade SCR de DAWS (2006), de modo que possam ser estabelecidos futuros protocolos de germinação e armazenamento de sementes nas coleções e nos bancos de germoplasma. Não foi possível prever a tolerância à dessecação das sementes utilizando o índice SCR. Verificou-se que o teste de 100 sementes é o teste mais adequado para se determinar a tolerância à dessecação em *Passiflora*. As espécies *P. coccinea*, *P. edulis*, *P. gibertii*, *P. morifolia*, *P. quadrangularis*, *P. rubra*, *P. setacea*, *P. suberosa* e *P. tenuifila* apresentam sementes tolerantes à dessecação. Para as espécies *P. alata* e *P. mucronata*, recomenda-se cautela quanto à sua desidratação, sendo necessários estudos para a determinação da melhor metodologia e do grau de umidade ideal para o seu armazenamento.

Termos para indexação: *Passiflora*; germinação; armazenamento.

¹ Mestre em Biologia, analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura

² Doutora em Fisiologia Vegetal, pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Wild passiflora seed tolerance to desiccation

Abstract – The first challenge for the conservation of seed lots is to determine their tolerance to desiccation. With this knowledge it is possible to establish the most suitable storage conditions for long term conservation periods. In environments where the occurrence of pests and diseases can contaminate large amount of seeds or due to the large volume of labor in laboratories, the decision on the storage of unknown materials regarding desiccation tolerance must be made quickly and efficiently. Establishing storage and germination protocols for a great diversity of genotypes can be a very time consuming task because of the peculiarities of the seeds of each species. Thus, using faster methodologies that can predict the best type of storage is an advantage for conservation of seed germplasm banks with large number of accessions and ensure maximum use of seed lots of wild species for the genetic improvement program of passion fruit. In this scenario, the objective of this study was to test seed sensitivity to desiccation of 12 wild passion fruit species by two methods: one direct 100 seeds test; of Pritchard (2004) and another indirect SCR probability of DAWS (2006). It was not possible to predict seed desiccation tolerance using the SCR index. It was verified that the 100-seed test is the most adequate test to determine the desiccation tolerance in *Passiflora*. The species *P. coccinea*, *P. edulis*, *P. gibertii*, *P. morifolia*, *P. quadrangularis*, *P. rubra*, *P. setacea*, *P. suberosa* and *P. tenuifila* present seeds tolerant to desiccation. For the *P. alata* and *P. mucronata* species, caution is recommended for their dehydration, and studies are necessary to determine the best methodology and the ideal humidity level for its storage.

Index terms: *Passiflora*; germination; storage.

Introdução

O gênero *Passiflora* tem grande importância econômica, com 22 subgêneros e 485 espécies, das quais mais de 150 são originárias do Brasil e podem ser utilizadas com finalidades alimentícias, medicinais, ou ornamentais (Vanderplank, 2000; Silva; São José, 1994).

As pragas são os principais fatores que ameaçam a expansão e a produtividade dos cultivos de maracujá, provocando prejuízos expressivos (Junqueira et al., 2005). O desenvolvimento e o uso de cultivares resistentes, associados a outras técnicas de manejo integrado, é uma medida eficaz, econômica e ecológica de controle de doenças (Quirino, 1998). Espécies silvestres do gênero *Passiflora* (*P. cincinnata*, *P. laurifolia*, *P. nitida*, *P. tenuifila*, *P. mucronata*, *P. gibertii*, *P. amethystina*, *P. quadrangularis*, *P. setacea*, *P. coccinea*, *P. caerulea*, entre outras) têm apresentado variabilidade para resistência às principais doenças do maracujazeiro e podem contribuir para o controle de doenças causadas por fungos, bactérias, e alguns vírus (Cunha et al., 2004; Santos Filho; Junqueira, 2002; Rezende, 1994).

Para atender ao programa de melhoramento genético de maracujá, há a necessidade da disponibilidade de sementes de alta qualidade, e o conhecimento da tolerância ao dessecação das sementes permite que sejam adotados procedimentos adequados para manter sua viabilidade desde a coleta, passando pelo transporte, pelo beneficiamento e chegando ao armazenamento. Baseado na sua resposta à dessecação, as sementes podem ser divididas em duas grandes categorias: sementes ortodoxas ou tolerantes à dessecação, e sementes recalcitrantes ou intolerantes à dessecação. Sementes ortodoxas toleram dessecação a níveis abaixo de 7%, com pouco efeito em sua viabilidade e, por isso, podem ser armazenadas por longos períodos, em condições de temperatura abaixo de zero, retomando o metabolismo assim que condições favoráveis de água, luz e temperatura se estabeleçam (Roberts, 1973). Ao contrário, as sementes recalcitrantes morrem quando secas a teores de água entre 20-30% (Pritchard, 2004). Uma alternativa para a conservação das sementes recalcitrantes seria o armazenamento úmido, porém, como essas sementes mantêm o metabolismo ativo, acabam por germinar e, por consequência, podem ser armazenadas por períodos de tempo muito curtos.

O primeiro desafio para a conservação de sementes é determinar qual a sua tolerância à dessecação. Esse conhecimento pode ser alcançado pela rotina do laboratório que avalia a germinação de sementes armazenadas por longos períodos, por meio de testes com delineamentos experimentais direcionados para esse propósito, como o teste de 100 sementes ou o teste sugerido Hong; Ellis (1996), que prevê o armazenamento de lotes de sementes com vários níveis de hidratação, sendo esta uma caracterização mais detalhada da resposta à desidratação das espécies (Pritchard, 2004). Porém, devido a características inerentes à germinação de algumas sementes, como dormência ou baixas taxas de germinação, muitos desses testes podem demorar para fornecer uma resposta de sua sensibilidade à dessecação. Em ambientes em que a ocorrência de pragas e doenças pode contaminar grandes lotes de sementes ou devido ao grande volume de trabalho em laboratórios, a tomada de decisão sobre armazenamento de materiais desconhecidos quanto à sensibilidade à desidratação deve ser feita de maneira mais rápida e eficiente.

Para acelerar a tomada de decisão para armazenamento de sementes, alguns estudos têm identificado correlações entre as características das sementes e de seu ambiente com sua sensibilidade à desidratação, incluindo a massa, o formato, o conteúdo de água no momento da dispersão), as taxas de germinação, a alocação de defesas físicas razão da estrutura de revestimento da semente (endocarpo-testa) sobre a massa total da semente, i.e., *seed coat ratio* (SCR) e variáveis ambientais locais e regionais do habitat (Hong; Ellis, 1998; Dickie; Pritchard, 2002; Pritchard et al., 2004; Tompsett, 1984, 1987; Hong; Ellis, 1997; Hong; Ellis, 1998, Lima et al., 2014; Pritchard et al., 2004; Daws et al., 2005; Dussert et al., 2000; Tweddle et al., 2003). Esses estudos demonstraram que, comparativamente, as sementes sensíveis à desidratação são maiores, aproximam-se mais da forma de esfera, são dispersas da planta-mãe com altos teores de água, germinam mais rapidamente, tem envoltórios mais finos (baixo SCR) e são mais frequentes em habitats úmidos como as florestas tropicais que, quando estão em habitats com sazonalidade marcante, são dispersas nos períodos mais úmidos do ano.

Daws et al. (2006) propõem um modelo de regressão logística para estabelecer a probabilidade da tolerância à dessecação de sementes de espécies arbóreas. Os autores verificaram que o índice SCR (*Seed coat ratio* - traduzido como proporção de revestimento da semente) foi relacionado significativamente com a resposta à dessecação das sementes. Esse índice é calculado com duas características das sementes, facilmente obtidas, que são a massa do tegumento e a massa da semente (endosperma e embrião). A construção desse modelo foi realizada pela análise de 104 espécies frequentes em florestas tropicais semidecíduas do Panamá, e também foi validado, predizendo corretamente a sensibilidade à desidratação para outros dois conjuntos de espécies oriundas de tipos vegetacionais diferentes, como floresta temperada e floresta tropical sazonal, com estação seca pronunciada (Daws et al., 2006).

Esse modelo demonstrou ser uma ferramenta eficiente para a previsão da sensibilidade à desidratação de sementes de várias espécies arbóreas e provenientes de habitats diferentes, constituindo-se em um poderoso aliado na tomada de decisão sobre armazenamento de espécies com comportamento desconhecido (Pritchard et al., 2014).

Estabelecer protocolos de armazenamento e germinação para uma grande diversidade de genótipos pode ser uma tarefa muito demorada por causa das peculiaridades das sementes de cada espécie. Assim, utilizar ferramentas que possam indicar o comportamento das sementes dessas espécies pode ser vantajoso para que os desenhos experimentais sejam direcionados para a confirmação da previsão de um modelo e não seja uma atividade exploratória que demanda muito mais tempo e recurso. Nesse cenário, o objetivo desse estudo foi testar a tolerância à dessecação de sementes de 12 espécies de maracujazeiros silvestres por dois métodos, um direto teste de 100 sementes de Pritchard (2004) e outro indireto probabilidade SCR, DAWS et al. (2006), de modo que possam ser estabelecidos futuros protocolos de germinação e armazenamento e assegurar o máximo aproveitamento de lotes de sementes de espécies silvestres para o programa de melhoramento do maracujazeiro.

Material e Métodos

Material vegetal e obtenção das sementes

O experimento foi conduzido em laboratório e casa de vegetação, na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, no município de Cruz das Almas, BA (12° 40 12 S, 39° 06 07 W, 220 m). O município está localizado no Recôncavo da Bahia e, de acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é uma transição do tipo Am a Aw (tropical subúmido a seco), com temperatura média anual do ar de 23,8 °C, precipitação anual média de 1.224 mm (concentrada de março a agosto, sendo o período de dezembro a fevereiro seco e quente, e umidade relativa do ar média de 82,3%). As espécies estudadas foram: *Passiflora alata*, *Passiflora cincinnata*, *Passiflora coccinea*, *Passiflora edulis*, *Passiflora gibertii*, *Passiflora morifolia*, *Passiflora mucronata*, *Passiflora quadrangularis*, *Passiflora rubra*, *Passiflora setacea*, *Passiflora suberosa* e *Passiflora tenuifila*, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de maracujazeiros da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Os frutos coletados foram seccionados transversalmente, e, o arilo, removido manualmente, por meio de fricção em peneira de malha fina.

Tolerância à dessecação: teste de 100 sementes e validação de modelo probabilístico

O teste de 100 sementes para tolerância à dessecação executado nesse estudo foi adaptado de Pritchard (2004).

Inicialmente, foi determinado o teor de água com três repetições de 10 sementes pelo método de estufa a 105 °C e realizado um teste de germinação inicial com quatro repetições de 10 sementes frescas (T0), em casa de vegetação (Brasil, 2009). Em sequência, foram montados dois tratamentos, o primeiro (T1) contendo 70 sementes inseridas em um recipiente hermeticamente fechado, contendo 150 g sílica gel; e o segundo (T2), com outras 70 sementes, que foram mantidas em alta umidade num recipiente fechado, utilizando-se 40 g vermiculita umedecida. Essas amostras permaneceram em temperatura ambiente. As amostras mantidas em sílica gel foram pesadas a cada dia e, no momento em que atingiram

peso constante, delas foram retiradas três amostras com 10 sementes para determinar o teor de água após a dessecação. O recipiente contendo as sementes úmidas foi aberto a cada três dias para permitir a aeração, e a duração desse armazenamento teve a mesma duração do período necessário à estabilização de peso das sementes mantidas em sílica-gel. Ao final do armazenamento em vermiculita úmida, o teor de água atingido foi determinado utilizando-se três repetições de 10 sementes pelo método de estufa a 105 °C (Brasil, 2009). Após o período necessário para as amostras atingirem peso constante, que variou de 1 a 3 dias dependendo da espécie, as amostras foram retiradas tanto T1 e T2 para realizar os testes de germinação, utilizando-se quatro repetições de 10 sementes. As curvas de emergência (% de emergência x dias após a sementeira) das sementes frescas, dos tratamentos de secagem e armazenamento úmido, foram comparadas para identificar as espécies tolerantes ou intolerantes à dessecação.

Para testar o modelo de previsão de tolerância à dessecação, 25 sementes recém-coletadas e já beneficiadas foram dissecadas em dois componentes: endocarpo-testa e embrião-endosperma (Daws et al., 2006). Esse material foi seco em estufa a 103 °C por 17 horas com posterior determinação do peso seco. Depois dessa etapa, foi realizado o cálculo da razão de revestimento da semente (Seed coat ratio – SCR), que é o peso seco das estruturas de revestimento (endocarpo-testa) dividido pelo peso seco total da semente (Ista, 2007). Com o SCR calculado, foi possível prever a probabilidade de dessecação com o seguinte modelo logístico:

$$P = e^{3,269 - 9,974a + 2,156b} / 1 + e^{3,269 - 9,974a + 2,156b}$$

onde P é a probabilidade de tolerância à dessecação, sendo que, se o valor de $P > 0,5$ à espécie considerada sensível à dessecação e $P < 0,5$ tolerante à dessecação, a é SCR e b é \log_{10} (peso seco das sementes) em grama, e o e é igual à constante 2,71828182845904, a base do logaritmo natural. Esse cálculo pode ser realizado inserindo-se a seguinte fórmula em uma planilha, como o Excel (digitado em uma linha):

= Exp ((3,269+(-9,974*B4)+(2,156*LOG(B5))))/(1+EXP((3,269+(-9,974*B4)+(2,156*LOG(B5))))). B4 deve conter o cálculo do SCR e B5 deve conter o peso da semente em gramas.

Resultados e Discussão

Tolerância à dessecação: teste de 100 sementes e validação de modelo probabilístico

Das 12 espécies avaliadas para o teste de 100 sementes, nove (*P. coccinea*, *P. edulis*, *P. gibertii*, *P. morifolia*, *P. quadrangularis*, *P. rubra*, *P. setacea*, *P. suberosa* e *P. tenuifila*) se mostraram tolerantes à dessecação (Figura 1), e duas sensíveis à dessecação, sendo estas *P. alata* e *P. mucronata* (Figura 2). O teste com *P. cincinnata* foi inconclusivo devido à baixa emergência do lote. Para *P. cincinnata* existe o registro de que essa é uma espécie com sementes tolerantes à dessecação (Veiga-Barbosa et al., 2013). Os resultados encontrados nesse estudo são os mesmos encontrados por Veiga-Barbosa et al. (2013) para as espécies *P. mucronata*, *P. gibertii* e *P. morifolia*. Porém, para as espécies *P. alata* e *P. edulis*, os resultados encontrados foram diferentes. Essa divergência pode ser devido a diferenças nos genótipos utilizados, uma vez que, nesse mesmo estudo, *P. edulis* demonstrou diferentes respostas quanto à sensibilidade à dessecação, dependendo do acesso avaliado (Veiga-Barbosa et al., 2013).

Até o momento, existe o registro de 14 espécies de *Passiflora* classificadas quanto à tolerância à dessecação na Seed Information Database (Royal, 2018). Dessas espécies, 6 foram classificadas como tolerantes à dessecação (*Passiflora ambigua* Hemsl., *Passiflora arida* (Mast. & Rose) Killip. subsp. arida, *Passiflora biflora* Lam., *Passiflora ciliata* Aiton, *Passiflora foetida* L. e *Passiflora tenuiloba* Engelm). Nenhuma espécie foi classificada como intolerante à dessecação. O restante das espécies (*Passiflora alata* Dryand., *Passiflora cincinnata* Mast., *Passiflora edulis* Sims, *Passiflora incarnata* L., *Passiflora laurifolia* L., *Passiflora ligularis* Juss., *Passiflora mollissima* (Kunth) L.H.Bailey e *Passiflora quadrangularis* L.) foi classificada como intermediária. Isso indica que, para cada uma dessas espécies classificadas como intermediárias, serão necessários estudos sobre o teor de água e temperatura ótimos, espécie-específicos para fins de armazenamento a longo prazo.

Todas as espécies avaliadas para a probabilidade de tolerância à dessecação se mostraram tolerantes à dessecação, com valores de P menores do que 0,5 (Tabela 1).

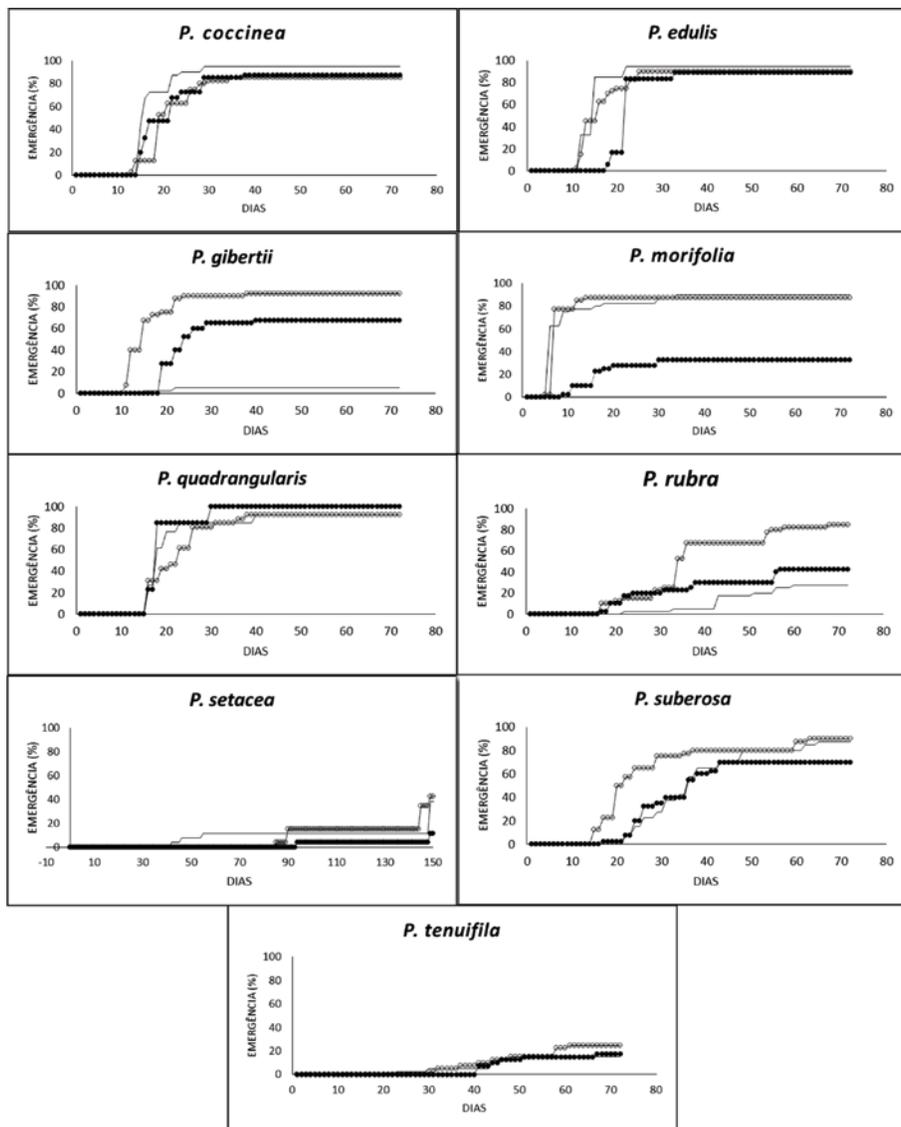


Figura 1. Curva de emergência de espécies tolerantes à dessecação, *P. coccinea*, *P. edulis*, *P. gibertii*, *P. morifolia*, *P. quadrangularis*, *P. rubra*, *P. setacea*, *P. suberosa* e *P. tenuiflora*, mostrando a emergência inicial comparada com os tratamentos úmido e seco do teste de 100 sementes. O traço contínuo representa as sementes recém-colhidas; o traço com círculo preenchido representa o tratamento úmido; e o traço com círculo sem preenchimento representa o tratamento das sementes submetidas à dessecação.

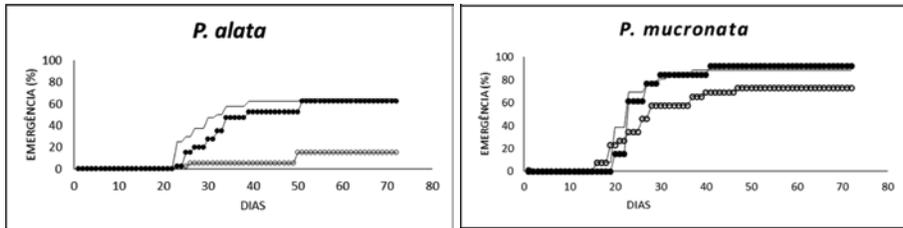


Figura 2. Curva de emergência de espécies sensíveis à dessecação, *P. alata* e *P. mucronata*, mostrando a emergência inicial comparada com os tratamentos úmido e seco do teste de 100 sementes. O traço contínuo representa as sementes recém-colhidas, traço com círculo preenchido representa o tratamento úmido e o traço com círculo sem preenchimento representa o tratamento das sementes submetidas à dessecação.

Tabela 1. Umidade inicial (UI), umidade do controle úmido (UU) e do controle seco (US); interpretação do teste de 100 sementes (T100), podendo ser sensível ou tolerante à dessecação; e probabilidade de tolerância à dessecação (P) para sementes de espécies do gênero *Passiflora*.

Espécies	UI (%BU)	UU (%BU)	US (%BU)	T100 sementes	P
<i>P. alata</i>	21,10	25,24	4,95	Sensível	0,020
<i>P. cincinnata</i>	18,50	27,44	3,50	*	0,040
<i>P. coccinea</i>	19,17	29,11	4,06	Tolerante	**
<i>P. edulis</i>	10,99	28,13	3,40	Tolerante	0,009
<i>P. gibertii</i>	21,25	22,81	2,42	Tolerante	0,013
<i>P. morifolia</i>	31,64	31,71	4,11	Tolerante	0,057
<i>P. mucronata</i>	25,12	30,41	4,26	Sensível	**
<i>P. quadrangularis</i>	28,67	38,53	4,73	Tolerante	0,056
<i>P. rubra</i>	40,69	40,85	4,94	Tolerante	**
<i>P. setacea</i>	8,78	28,13	1,58	Tolerante	0,002
<i>P. suberosa</i>	20,89	29,09	4,92	Tolerante	**
<i>P. tenuifila</i>	32,51	22,36	6,18	Tolerante	**

* Não houve germinação suficiente.

** O uso de lâminas não foi eficiente na separação do endosperma/embrião das estruturas de revestimento da semente (endocarpo/testa), impossibilitando o cálculo do SCR e da probabilidade da dessecação.

Houve diferença entre os resultados do teste de 100 sementes e o teste do modelo probabilístico para a *P. alata*. No teste de 100 sementes, apresentou-se sensível à dessecação e o modelo probabilístico revelou um resultado de tolerância à dessecação. Dessa maneira, o teste de 100 sementes, nesse caso, indica melhor a sensibilidade à dessecação para o grupo das Passifloras. Esse é um método mais demorado, pois envolve o acompanhamento do processo germinativo por, pelo menos, 40 dias em casa de vegetação, porém, mais preciso, para esse grupo de espécies. Além disso, o fato da dificuldade de separação do endosperma/embrião das estruturas de revestimento da semente (endocarpo/testa), de algumas espécies de *Passiflora*, torna o cálculo do SCR e da Probabilidade à dessecação inviável, como em *P. coccinea*, *P. mucronata*, *P. rubra* e *P. tenuifila*.

Em estudo com 71 espécies da floresta tropical da Austrália Oriental, o SCR não foi calculado para 11 espécies por causa da mesma dificuldade encontrada nesse estudo (Hamilton et al., 2013). Para as 60 espécies restantes, o SCR foi considerado um bom preditor para a tolerância à dessecação com 80% das espécies testadas corretamente classificadas. Para um grupo de 20 espécies de sementes de lianas da Amazônia, o SCR foi também considerado um bom indicador da tolerância à desidratação, sendo associado com dados de germinação após dessecação para a confirmação da predição. As sementes que apresentaram um SCR menor que 0,5 obtiveram boas taxas de germinação após dessecação, com teores de água inferiores a 9%. Ao contrário, as sementes que apresentaram um SCR maior que 0,5 não germinaram após dessecação (Roeder et al., 2013).

O SCR mostrou-se um preditor confiável para a tolerância à dessecação de 66 espécies arbóreas brasileiras. Contudo, foi constatado que a inclusão de mais variáveis aumenta a chance de uma classificação mais acurada. Em um novo modelo, com 92% de confiança, foram incluídas outras variáveis além de SCR, como: número máximo de sementes por fruto, peso seco da semente, número de sementes por quilograma, teor de água da semente, peso seco do tegumento e peso seco do embrião mais endosperma (Pelissari et al., 2018). Características morfológicas das sementes podem ser usadas para predição de tolerância à dessecação e ao comportamento de armazenamento; no entanto, o uso de um modelo que combina mais variáveis aumenta a chance de uma classificação mais precisa. O SCR parece um bom preditor quando avalia espécies de gêneros e famílias diferentes. Em um grupo restrito

pelo gênero e composto por espécies com sementes pequenas, como no caso desse estudo, não foi possível prever a tolerância à dessecação das sementes utilizando esse índice.

Conclusões

O teste de 100 sementes, apesar de mais demorado, é o mais adequado para determinar a sensibilidade à desidratação de sementes de *Passiflora* quando comparado com o cálculo do SCR. As espécies *P. coccinea*, *P. edulis*, *P. gibertii*, *P. morifolia*, *P. quadrangularis*, *P. rubra*, *P. setacea*, *P. suberosa* e *P. tenuifila* apresentaram sementes tolerantes à desidratação, sendo recomendado, para sua conservação em longo prazo, desidratação a teores de água próximos a 7% antes de seu armazenamento em temperatura subzero. Para as espécies *P. alata* e *P. mucronata*, recomenda-se cautela quanto à sua desidratação, sendo necessários estudos para a determinação da melhor metodologia e do grau de umidade ideal para o seu armazenamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro concedido pela Fapesb (Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado da Bahia) e pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa; ACS, 2009. 395p.
- CUNHA, M. A. P. da; BARBOSA, L. V.; FARIA, G. A. Melhoramento genético. In: LIMA, A. de A.; CUNHA, M. A. P. da. (Ed.). **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 68-93.
- DAWS, M. I.; GARWOOD, N. C.; PRITCHARD, H. W. Traits of recalcitrant seeds in a semi-deciduous tropical forest in Panamá: some ecological implications. **Functional Ecology**, v. 19, p. 874-885, 2005.
- DAWS, M. I.; GARWOOD, N. C.; PRITCHARD, H. W. Prediction of desiccation sensitivity in seeds of woody species: a probabilistic model based on two seed traits and 104 species. **Annals of Botany**, v. 97, p. 667-674, 2006.

- DICKIE, J. B.; PRITCHARD, H. W. Systematic and evolutionary aspects of desiccation tolerance in seeds. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Ed.). **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. Wallingford, UK: CAB International, 2002. p. 239-259.,
- DUSSERT, S.; CHABRILLANGE, N.; ENGELMANN, F.; ANTHONY, F.; LOURAN, J.; HAMON, S. Relationship between seed desiccation sensitivity, seed water content at maturity and climatic characteristics of native environments of nine *Coffea* L. species. **Seed Science and Research**, v. 10, p. 293-300, 2000.
- HAMILTON, K. N.; OFFORD C. A.; CUNEO P.; DESEO M. A. A comparative study of seed morphology in relation to desiccation tolerance and other physiological responses in 71 Eastern Australian rainforest species. **Plant Species Biology**, v. 28, p.51–62, 2013.
- HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 656 p. (IPGRI. Handbooks for Genebanks, 4).
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Ex situ biodiversity conservation by seed storage: multiple-criteria keys to estimate seed storage behavior. **Seed Science and Technology**, v. 25, p. 157-161, 1997.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Contrasting seed storage behavior among different species of *Meliaceae*. **Seed Science and Technology**, v. 26, p. 77-95, 1998.
- ISTA. **International Rules for Seed Testing Association**, Bassersdorf, Switzerland, 2007. 46p.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L.C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, R.C.; MANICA, I.; PEIXOTO, J.R.; PEREIRA, A.V.E.; FIALHO, J.F. **Propagação do maracujazeiro azedo por enxertia em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 15p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).
- LIMA, M. J.; HONG, T. D.; ARRUDA, Y. M. B. C.; MENDES, A. M. S.; ELLIS, R. H. Classification of seed storage behaviour of 67 Amazonian tree species. **Seed Science and Technology**. v. 42, p. 363-392, 2014.
- PELISSARI, F.; JOSÉ, A. C.; FONTES, M. A. L.; MATOS, A. C. B.; PEREIRA, W. V. S.; FARIA, J. M. A probabilistic model for tropical tree seed desiccation tolerance and storage classification. **New Forests**, v. 49, p. 143-158, 2018.
- PRITCHARD, H. W. Classification of seed storage types for *ex situ* conservation in relation to temperature and moisture. In: GUERRANT, E. O.; HAVENS, K.; MAUDER, M. (Ed.). **Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild**. Washington, DC: Island Press, 2004, p. 139-161.
- PRITCHARD, H. W.; DAWS, M. I.; FLETCHER, C. S. G.; MSANGA, H. P.; OMONDI, W. Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical African dryland trees. **American Journal of Botany**, v. 91, p. 863-870, 2004.
- PRITCHARD, H. W.; MOAT, J. F.; FERRAZ, J. B. S.; MARKS, T. R.; CAMARGO, L. C.; NADARAJAN, J.; FERRAZ, I. D. K. Innovative approaches to the preservation of forest trees. **Forest Ecology and Management**, v. 333, p. 88-98, 2014.

- QUIRINO, T. R. Agricultura e meio ambiente: tendência. In: SILVEIRA, M. A. da; VILELA, S. L. O. (Ed.). **Globalização e sustentabilidade da agricultura**. Jaguariúna: Embrapa/CNPMA, 1998. p. 109-138. (EMBRAPA-CNPMA. Documento, 15).
- REZENDE, J.A.M. Doenças de vírus e micoplasma do maracujazeiro no Brasil. In: SÃO JOSÉ, A.R. (Ed.). **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1994. p.116-125.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.
- ROEDER, M.; FERRAZ, I.D.K.; HÖLSCHER, D. Seed and Germination Characteristics of 20 Amazonian Liana Species. **Plants**, v. 2, p. 1-15, 2013.
- Royal Botanic Gardens, Kew, UK (2018). Seed Information Data base. Acesso em 07 de dezembro de 2018, em <http://data.kew.org/sid/>.
- SANTOS FILHO, H. P.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Frutas do Brasil: maracujá fitossanidade**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 86 p.
- SILVA, A. C.; SÃO JOSÉ, A. R. Classificação botânica do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista. UESB-DFZ, 1994. p.1-5.
- TOMPSETT, P. B. Desiccation and storage studies on *Dipterocarpus* seeds. **Annals of Applied Biology**, v. 110, p. 371-379, 1987.
- TOMPSETT, P. B.; PRITCHARD, H. W. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. **Annals of Applied Biology**, v. 105, p. 581-586, 1984.
- TWEDDLE, J. C.; DICKIE, J. B.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. **Journal of Ecology**, v. 91, p. 294-304, 2003.
- VANDERPLANK, J. *Passion flowers*. 3. ed. Cambridge: The MIT Press, 2000. 224p.
- VEIGA-BARBOSA, L.; MIRA, S.; GONZÁLEZ-BENITO, M.E.; SOUZA, M.M.; MELETTI, L.M.M.; PÉREZ-GARCÍA, F. Seed germination, desiccation tolerance and cryopreservation of *Passiflora* species. **Seed Science & Technology**, v. 41, p. 89-97, 2013. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- CUNHA, M. A. P. da; BARBOSA, L. V.; FARIA, G. A. Melhoramento genético. In: LIMA, A. de A.; CUNHA, M. A. P. da. (Ed.). **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 68-93.
- DAWS, M. I.; GARWOOD, N. C.; PRITCHARD, H. W. Traits of recalcitrant seeds in a semi-deciduous tropical forest in Panamá: some ecological implications. **Functional Ecology**, v. 19, p. 874-885, 2005.
- DAWS, M. I.; GARWOOD, N. C.; PRITCHARD, H. W. Prediction of desiccation sensitivity in seeds of woody species: a probabilistic model based on two seed traits and 104 species. **Annals of Botany**, v. 97, p. 667-674, 2006.
- DICKIE, J. B.; PRITCHARD, H. W. Systematic and evolutionary aspects of desiccation tolerance in seeds. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H.W. (Ed.). *Desiccation and survival in plants: drying without dying*. Wallingford, UK: CAB International, 2002. p. 239-259.,
- DUSSERT, S.; CHABRILLANGE, N.; ENGELMANN, F.; ANTHONY, F.; LOURAN, J.; HAMON, S. Relationship between seed desiccation sensitivity, seed water content at maturity and climatic characteristics of native environments of nine *Coffea* L. species. **Seed Science and Research**, v. 10, p. 293-300, 2000.

- HAMILTON, K. N.; OFFORD C. A.; CUNEO P.; DESEO M. A. A comparative study of seed morphology in relation to desiccation tolerance and other physiological responses in 71 Eastern Australian rainforest species. *Plant Species Biology*, v. 28, p.51–62, 2013.
- HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 656 p. IPGRI. Handbooks for Genebanks, 4).
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. Ex situ biodiversity conservation by seed storage: multiple-criteria keys to estimate seed storage behavior. **Seed Science and Technology**, v. 25, p. 157-161, 1997.
- HONG, T. D.; Ellis, R. H. Contrasting seed storage behavior among different species of Meliaceae. **Seed Science and Technology**, v. 26, p. 77-95, 1998.
- ISTA. **International Rules for Seed Testing Association**, Bassersdorf, Switzerland, 2007. 46p.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; FALEIRO, F.G.; PEIXOTO, J.R.; BERNACCI, L.C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças. *In*: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (Ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 81-108.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; CHAVES, R.C.; MANICA, I.; PEIXOTO, J.R.; PEREIRA, A.V.E.; FIALHO, J.F. **Propagação do maracujazeiro azedo por enxertia em estacas herbáceas enraizadas de espécies de passifloras nativas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 15p. (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).
- LIMA, M. J.; HONG, T. D.; ARRUDA, Y. M. B. C.; MENDES, A. M. S.; ELLIS, R. H. Classification of seed storage behaviour of 67 Amazonian tree species. **Seed Science and Technology**. v. 42, p. 363-392, 2014.
- PELLISSARI, F.; JOSÉ, A. C.; FONTES, M. A. L.; MATOS, A. C. B.; PEREIRA, W. V. S.; FARIA, J. M. A probabilistic model for tropical tree seed desiccation tolerance and storage classification. **New Forests**, v. 49, p. 143-158, 2018.
- PRITCHARD, H. W. Classification of seed storage types for ex situ conservation in relation to temperature and moisture. *In*: GUERRANT, E. O.; HAVENS, K.; MAUDER, M. (Ed.). **Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild**. Washington, DC: Island Press, 2004, p. 139-161.
- PRITCHARD, H. W.; DAWS, M. I.; FLETCHER, C. S. G.; MSANGA, H. P.; OMONDI, W. Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical African dryland trees. **American Journal of Botany**, v. 91, p. 863-870, 2004.
- PRITCHARD, H. W.; MOAT, J. F.; FERRAZ, J. B. S.; MARKS, T. R.; CAMARGO, L. C.; NADARAJAN, J.; FERRAZ, I. D. K. Innovative approaches to the preservation of forest trees. **Forest Ecology and Management**, v. 333, p. 88-98, 2014.
- QUIRINO, T. R. Agricultura e meio ambiente: tendência. *In*: SILVEIRA, M. A. da; VILELA, S. L. O. (Ed.). **Globalização e sustentabilidade da agricultura**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. p. 109-138. (EMBRAPA-CNPMA. Documentos, 15).
- REZENDE, J.A.M. Doenças de vírus e micoplasma do maracujazeiro no Brasil. *In*: SÃO JOSÉ, A.R. (Ed.). **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1994. p.116-125.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.

ROEDER, M.; FERRAZ, I.D.K.; HÖLSCHER, D. Seed and Germination Characteristics of 20 Amazonian Liana Species. **Plants**, v. 2, p. 1-15, 2013.

ROYAL Botanic Gardens, Kew, UK. **Seed information data base**, 2018. Disponível em: <http://data.kew.org/sid/>. Acesso em: 07 dez. 2018

SILVA, A. C.; SÃO JOSÉ, A. R. Classificação botânica do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). Maracujá: produção e mercado. Vitória da Conquista. UESB-DFZ, 1994. p.1-5.

TOMPSETT, P. B. Desiccation and storage studies on Dipterocarpus seeds. **Annals of Applied Biology**, v. 110, p. 371-379, 1987.

TOMPSETT, P. B.; PRITCHARD, H. W. Desiccation studies in relation to the storage of Araucaria seed. **Annals of Applied Biology**, v. 105, p. 581-586, 1984.

TWEDDLE, J. C.; DICKIE, J. B.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. **Journal of Ecology**, v. 91, p. 294-304, 2003.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. 3. ed. Cambridge: The MIT Press, 2000. 224p.

VEIGA-BARBOSA, L.; MIRA, S.; GONZÁLEZ-BENITO, M.E.; SOUZA, M.M.; MELETTI, L.M.M.; PÉREZ-GARCÍA, F. Seed germination, desiccation tolerance and cryopreservation of Passiflora species. **Seed Science & Technology**, v. 41, p. 89-97, 2013.



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL