

## Potencial fisiológico de sementes de pitaya em diferentes condições e tempos de armazenamento

Helio Fernandes Ibanhes Neto<sup>1\*</sup>, Tiago dos Santos Brazão<sup>1</sup>, Alessandro Borini Lone<sup>2</sup>, Ananda Covre da Silva<sup>1</sup>, Amanda Lovisotto Batista Martins<sup>1</sup>, Marjori Gouveia dos Santos<sup>1</sup>, João Henrique Vieira de Almeida Júnior<sup>1</sup>, Lúcia S. A. Takahashi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Agronomia/Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina

<sup>2</sup> Estação Experimental de Itajaí/Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri. e-mail: helioibanhesh@hotmail.com

### Resumo

Conhecer o comportamento dos atributos fisiológicos de pitaya é essencial para realizar a armazenagem de forma correta. Fatores como temperatura e umidade podem variar entre ambientes e embalagens afetando diretamente as sementes, além de favorecer microrganismos externos. O objetivo foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de pitaya híbrida (*Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis*) durante armazenamento por nove meses em diferentes embalagens e ambientes. O experimento foi conduzido no laboratório de fitotecnia da Universidade Estadual de Londrina, utilizando sementes oriundas de frutos produzidos na fazenda da instituição. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3x9, sendo: três tipos de embalagens, três condições de armazenagem e nove tempos. Para caracterização das sementes foram realizados os testes de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG). Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, fatores qualitativos foram comparados por teste Tukey, e os quantitativos por regressão polinomial. A interação tripla entre fatores não apresentou significância. Apenas a interação entre condição e tempo de armazenagem foi significativa para germinação e IVG. No desdobramento em relação aos tempos, a germinação foi significativa apenas na condição laboratorial, enquanto o IVG em todos ambientes testados. O fator embalagem foi significativo isoladamente. Para a preservação da viabilidade de sementes de pitaya híbrida as condições geladeira e câmara fria são os recomendados independente da embalagem utilizada. Para o vigor das sementes, recomenda-se uso de embalagem de polipropileno, e manter as sementes em câmara fria.

**Palavras chave:** *Cactaceae*; *Hylocereus undatus*; *Hylocereus costaricensis*; germinação; vigor.

Physiological potencial of pitaya seeds under different conditions and storage times

### Abstract

Knowing the behavior of the physiological attributes of pitaya is essential for proper storage. Factors such as temperature and humidity can vary between environments and packaging directly affecting the seeds, besides favoring external microorganisms. The objective was to evaluate the physiological quality of hybrid pitaya (*Hylocereus undatus* x *Hylocereus*

*costaricensis*) seeds during storage for nine months in different packages and environments. The experiment was conducted in the plant breeding laboratory of the State University of Londrina, using seeds from fruits produced on the farm of the institution. The design was completely randomized in factorial scheme 3x3x9, being: three types of packages, three storage conditions and nine times. For germination and germination rate (IVG) tests, the seeds were characterized. The results were submitted to analysis of variance, and when significant, qualitative factors were compared by Tukey test, and the quantitative ones by polynomial regression. The triple interaction between factors did not present significance. Only the interaction between condition and storage time was significant for germination and IVG. In the unfolding in relation to the times, the germination was significant only in the laboratory condition, while the IVG in all environments tested. The packing factor was significant in isolation. For the preservation of the viability of hybrid pitaya seeds, the refrigerator and cold chamber conditions are recommended regardless of the packaging used. For the vigor of the seeds, it is recommended to use polypropylene packaging, and keep the seeds in a cold room.

**Keywords:** *Cactaceae*; *Hylocereus undatus*; *Hylocereus costaricensis*; germination; vigor.

## Introdução

A pitaya tem ganhado espaço no mercado brasileiro, o que reforça a necessidade de conhecimento das suas técnicas de cultivo. Apesar de sua origem americana, o continente asiático é seu maior mercado consumidor, países como Malásia, Vietnã, Tailândia e Taiwan, consomem a pitaya devido às suas propriedades benéficas nutricionalmente e até farmacêutica (Jamilah et al. 2011).

As espécies de pitaya mais cultivadas no mundo são *Selenicereus megalanthus* e *Hylocereus undatus*, apresentam produção anual, sendo consideradas perenes com produção durante 15 a 20 anos (Hessen & Tellez 1995). Sua propagação pode ser feita de forma vegetativa ou seminífera, sendo a vantagem das sementes expressar diferentes fenótipos através de hibridações, gerando novos materiais com características interessantes ao mercado, como produtividade, adaptação climática, além dos aspectos morfológicos do fruto (Alves et al. 2012, Andrade et al. 2008).

Sementes envolvidas pela polpa de frutos carnosos, como a pitaya, podem apresentar comportamento diferenciado em relação ao seu desenvolvimento. Algumas espécies não coincidem o ponto de maturação do fruto com a formação completa da semente, permitindo a colheita do fruto antes do desenvolvimento completo das sementes. Mesmo com frutos armazenados as sementes podem desenvolver-se e obter sua máxima qualidade fisiológica (Vidigal et al. 2009).

A capacidade de desempenhar funções vitais e expressar seu potencial genético são fatores compreendidos pela qualidade fisiológica de sementes. Estas características são avaliadas através de parâmetros como pureza varietal e física, análise sanitária, além dos atributos fisiológicos, abrangidos pela germinação e o vigor de plântulas (Toledo et al. 2009). Qualidades elevadas proporcionam germinação e emergência rápida e uniforme no campo, além de melhor desempenho frente às condições adversas, favorecendo maturação e colheita homogêneas (Cardoso et al. 2009).

A uniformidade da maturação também favorece o ponto de maturidade fisiológica. Este, na maioria das espécies coincide com o máximo acúmulo de massa seca, além da completa formação morfológica, estrutural e bioquímica da semente, encerrando a ligação

com a planta mãe. Neste final da formação a semente pode apresentar máxima viabilidade, que então começa decair com o avanço do tempo devido ao processo de deterioração (Nakada et al. 2011). Colheitas realizadas após este período resultarão em sementes com menor potencial de armazenagem devido ao processo (Fanan et al. 2009).

O armazenamento é dado como iniciado no campo logo após a maturidade da semente, pois o intervalo entre o final da formação e sua destinação, seja propagação imediata ou estocagem, já é considerado armazenagem. A velocidade da deterioração varia conforme a forma e condições ambientais que as sementes são mantidas. Embalagens inadequadas são problemáticas à longevidade, pois a permeabilidade permite trocas de vapor d'água entre a semente e o meio externo, oscilando seu teor de água (Silva et al. 2010).

Condições ideais retardam a deterioração, entretanto quando o armazenamento ocorre em recipientes e ambientes com umidade e temperatura inadequadas o processo tende a acelerar. Temperaturas elevadas aumentam a respiração e a degradação de reservas, enquanto a umidade pode desencadear os processos metabólicos para germinação. Estas condições impróprias para conservação das sementes, podem ainda favorecer ataques de fungos e patógenos (Borba Filho & Perez 2009).

Além disso, a peroxidação e degradação das membranas, aumento de radicais livres, e redução da atuação de enzimas específicas, também são responsáveis pela deterioração (Graham 2008). E como consequência haverá aumento de plântulas anormais, redução da germinação final e do vigor das sementes (Gomes et al. 2010).

O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de pitaya híbrida (*Hylocereus undatus* x *Hylocereus costaricensis*) durante armazenamento por nove meses em diferentes embalagens e ambientes.

## Material e métodos

O trabalho foi realizado no laboratório de fitotecnia da Universidade Estadual de Londrina, durante abril de 2011 a janeiro de 2012. Utilizou-se sementes extraídas de frutos híbridos maduros de pitaya, obtida do cruzamento manual de *Hylocereus undatus* com *Hylocereus costaricensis*, obtidos de áreas experimentais da Fazenda Escola da Instituição.

Antes da antese, realizou-se abertura das flores manualmente, sendo então *H. undatus* emasculada com a retirada das anteras, e de *H. costaricensis* coletou-se o pólen. A polinização se deu em *H. undatus* com uso de pincel com cerdas finas, sendo posteriormente as flores recobertas com saco de papel, para evitar contaminação.

Para a extração das sementes dos frutos maduro, houve maceração manual da polpa e sua fermentação em solução de sacarose ( $25\text{g.L}^{-1}$ ) durante 48 horas. Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente sobre peneira para eliminar os resíduos de polpa e solução. A secagem das sementes ocorreu em temperatura ambiente por 48 horas sobre papel toalha.

Realizou-se então a separação das sementes para compor o experimento em delineamento inteiramente casualizado, utilizando esquema fatorial 3x3x9. Foram utilizados para compor os fatores: três tipos de embalagens, sendo sacos de papel kraft branco, polietileno e polipropileno; três condições de armazenagem, ambiente laboratorial, geladeira e câmara fria; e os tempos entre zero e nove meses.

Monitorou-se a temperatura e umidade relativa do ar média nas três condições de armazenagem, sendo laboratorial com 19,2°C e 49%, geladeira 12,0°C e 70%, e a câmara

fria 12°C e 45%, respectivamente.

As avaliações foram realizadas mensalmente, utilizando-se dos seguintes testes:

#### Teste de germinação

Realizou-se com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, as mantendo sobre papel mataborrão, umedecido com água destilada em 2,5 vezes o peso seco do substrato, acondicionados em caixas plásticas com tampa (11x11x3,5cm) (BRASIL, 2009). Estas mantidas em câmara de germinação com iluminação constante à 25°C, durante 21 dias. As avaliações de germinação foram expressas pela porcentagem de plântulas normais.

#### Índice de velocidade de germinação (IVG)

No teste de germinação, foram realizadas contagens diárias para calcular o índice de velocidade de germinação através da fórmula:  $IVG=(G_1/N_1)+(G_2/N_2)+(G_n/N_n)$ , de forma que G indica o número de plântulas normais computadas na contagem, e D o número de dias da contagem em relação à sementeira (Maguire 1962).

Os dados foram submetidos às análises de normalidade e homogeneidade de variâncias, pelos testes de Shapiro-Wilk e Hartley, respectivamente. Em seguida realizou-se análise de variância à 1% de probabilidade de erro. Quando constatado significância para os fatores qualitativos (tipos de embalagem e condições de armazenamento), empregou-se teste de comparação de média de Tukey. Para o fator quantitativo (tempo de armazenamento) realizou-se análise de regressão até polinômio de terceiro grau ( $p<0,05$ ).

## Resultados e discussão

A interação tripla entre embalagem, condição e tempo de armazenamento não apresentou diferença significativa nas avaliações dos testes de germinação e IVG. Somente a interação entre condição e tempo de armazenamento foi significativa. O desdobramento apontou que a germinação foi significativa na condição de laboratório, e o IVG nos três ambientes avaliados. Para o índice de velocidade de germinação a fonte de variação tipo de embalagem foi significativa (Tabela 1).

Temperatura e umidade relativa do ar são os principais fatores que afetam viabilidade das sementes durante o tempo e as condições de armazenagem. Estes são passíveis de controle durante o armazenamento, através de ambientes refrigerados por exemplo (Costa et al. 2010).

Martins et al. (2009) avaliaram em Ipê-branco a qualidade fisiológica de sementes armazenadas com diferentes teores de água e condições ambientais de temperatura, e encontraram resultados semelhantes, havendo queda na germinação quando mantidas à 20°C, após 300 dias. O vigor também foi afetado em curto período de armazenagem, e em todas as temperaturas testadas, 20, 10 e -20°C. Os autores afirmam que a queda é inevitável, mas sua velocidade é variada de acordo com a temperatura a que são mantidas.

Chaves et al. (2012) também encontraram significância na interação entre condição e tempo de armazenamento para germinação e IVG de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), de modo que a temperatura ambiente indicou queda 23,37%, câmaras refrigerada 6% e climatizada 4% depois de 12 meses, mostrando que as temperaturas e umidade elevadas promovem alterações bioquímicas nas sementes, acelerando a deterioração.

Apesar da importância dos recipientes para evitar trocas de vapor d'água entre a semente e o ambiente, não se pode controlar sua temperatura e umidade diretamente, sendo a composição e a realocação das embalagens entre ambientes, a única forma de controle destes

fatores. Logo, a viabilidade tende a responder principalmente às condições e tempo de armazenagem, e posteriormente ao tipo de embalagem utilizada (tabela 1).

Teófilo et al. (2004) estudando o comportamento de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), também encontraram significância do IVG para as condições e tempo de armazenamento, independente da embalagem utilizada, sendo a câmara fria melhor em relação à conservação de sementes em condições ambiente.

Tabela 1. Análise de variância de sementes de pitaya para as características de germinação (GER) e índice de velocidade de germinação (IVG) em diferentes embalagens e condições de armazenamento durante nove meses.

Fonte de Variação	G. L.	Quadrado Médio	
		GER	IVG
Embalagem (E)	2	2,48 <sup>ns</sup>	4,73**
Condições de armazenagem (C)	2	5472,21**	1336,99**
Tempo de armazenagem (T)	9	593,46**	81,56**
E x C	4	6,84 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>
E x T	18	33,58 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>
C x T	18	469,68**	31,31**
Tempo/Condição 1 <sup>1</sup>	9	1515,32**	97,32**
Tempo/Condição 2	9	9,47 <sup>ns</sup>	22,44**
Tempo/Condição 3	9	8,03 <sup>ns</sup>	24,42**
E x C x T	36	34,22 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
Resíduo	270	21,15	0,89
C.V. (%)		4,93	9,81
Média Geral		93,26	9,62

<sup>ns</sup>, \*\* não significativo e significativo ( $p < 0,01$ ) pelo teste F, respectivamente.

<sup>1</sup> Condições 1: ambiente; 2: geladeira; e 3: câmara fria.

A figura 1 indica a resposta do vigor em comparação aos diferentes tipos de embalagens. O IVG das sementes de pitaya em polipropileno foi 9,82, enquanto a de papel mostrou 9,42, independente da condição e tempo de armazenagem.

O uso de embalagens adequadas permite a manutenção do vigor, através do controle da oscilação do teor de umidade da semente. Ao manter as sementes em condição ambiente de laboratório e embalagem imprópria, há susceptibilidade da interação com temperaturas elevadas e baixa umidade durante o dia, e o inverso para ambos a noite (Kano et al. 1978). Azevedo et al. (2003) comparando três tipos de embalagens para manutenção da germinação e vigor de gergelim, também encontrou melhores resultados para embalagens impermeáveis e semi impermeáveis em relação à de papel, permeável.

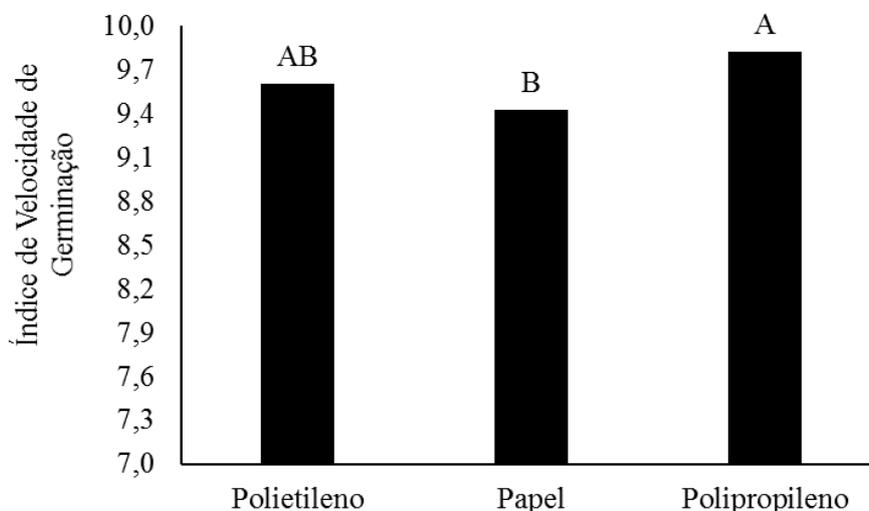


Figura 1. Índice de velocidade de germinação de sementes de pitaya em diferentes tipos de embalagem.

\*Letras iguais não diferem pelo teste Tukey à 5% de significância.

De acordo com a tabela 2 à partir do quarto mês de armazenamento, as sementes mantidas em condição laboratorial tiveram a germinação afetada em relação à geladeira e câmara fria no mesmo período. Quanto ao IVG, a interação é significativa já no segundo mês de avaliação, com o declínio do vigor na condição ambiente. A partir do terceiro mês o ambiente e geladeira se diferenciam pela queda em relação à câmara fria, mostrando novamente que o vigor foi mais sensível ao declínio.

Tabela 2. Interação entre condição (ambiente, geladeira e câmara fria) e tempo de armazenamento (0 a 9 meses) de sementes de pitaya para as características germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG).

Tempo (meses)	Condição de armazenamento					
	Germinação %			IVG		
	Ambiente	Geladeira	Câmara Fria	Ambiente	Geladeira	Câmara Fria
0	98 a	98 a	98 a	11,79 a	11,79 a	11,79 a
1	97 a	98 a	97 a	7,76 b	11,46 a	11,95 a
2	93 b	98 a	98 a	9,23 c	13,05 b	13,99 a
3	94 a	97 a	97 a	5,51 c	11,66 b	12,83 a
4	88 b	97 a	97 a	4,83 b	8,13 a	8,91 a
5	90 b	98 a	97 a	4,66 c	9,44 b	12,20 a
6	84 b	97 a	98 a	4,48 c	10,71 b	14,12 a
7	74 b	96 a	98 a	3,77 c	10,91 b	12,19 a
8	74 b	96 a	99 a	3,75 c	10,07 b	11,99 a
9	64 b	96 a	96 a	2,77 c	10,48 b	12,29 a

\*Letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey à 5% de significância.

A elevação da temperatura aumenta a taxa respiratória da semente, ficando dependente da variação na umidade, que caso se eleve manterá o metabolismo ativo por período prolongado, culminando em degradação de reservas (Smaniotto et al. 2014). Os primeiros danos da deterioração aparecem no vigor, com redução na velocidade de germinação, seguido de plântulas de tamanho reduzido, aumento no número de plântulas anormais e finalmente a perda de viabilidade (Cardoso et al. 2012).

Quando analisada a regressão do comportamento da viabilidade durante o tempo de armazenagem, a queda obedece um ajuste linear decrescente, com taxa de redução de 3,52% ao mês (Figura 2).

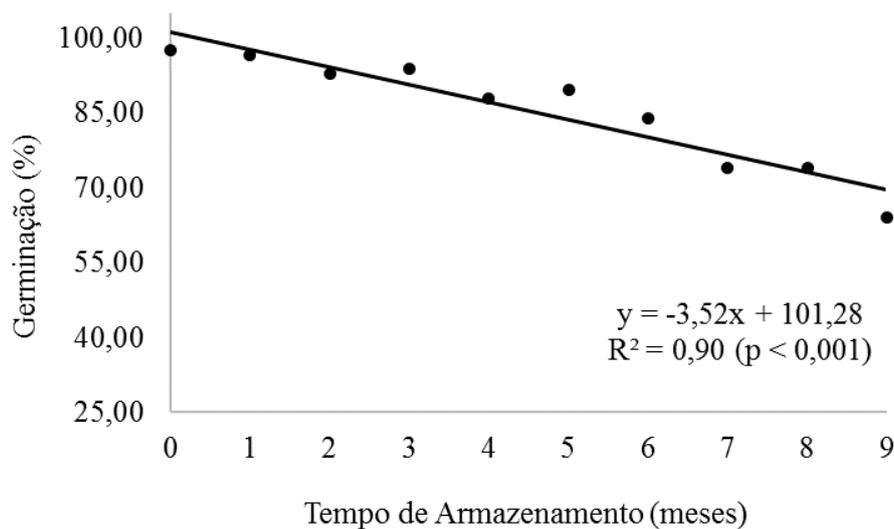


Figura 2. Interação da germinação em relação ao tempo de armazenamento de sementes de pitaya mantidas em ambiente.

Variações no teor de umidade podem danificar o genoma, o sistema de reorganização de membranas, além de sistemas enzimáticos, como o de reparo. Então, via de regra quanto menor a oscilação da temperatura e umidade ambiente, a deterioração da semente terá velocidade reduzida devido à baixa atividade metabólica, vitrificação progressiva do citoplasma celular e estabilidade de suas macromoléculas (Marcos Filho 2015).

Condições ambientais que ocorrem dentro da geladeira e câmara fria são ideais para impedir a queda acentuada da germinação (Abud et al. 2012). Andrade et al. (2005) testando a influência da condição e período de armazenagem por 28 dias sobre a germinação de pitaya vermelha, também encontraram diferença significativa para o ambiente câmara fria em relação à câmara seca e ao ambiente.

Entretanto somente as mantidas em ambiente se ajustaram à regressão, com comportamento linear decrescente em relação ao período testado (Figura 3). Para as demais condições a média foi de 10,77 e 12,22, quando em geladeira e câmara fria, respectivamente.

Apesar de não haver ajuste para as condições controladas, a tendência mostrada pelas médias em comparação com a reta da condição laboratorial, permitem afirmar que para melhor conservação das sementes de pitaya, a câmara fria obtém os melhores resultados para germinação e IVG. Pinheiro et al. (2013) também encontraram redução do IVG de sementes de *Canavalia ensiformis* mantidas em condições ambientais por 16 meses.

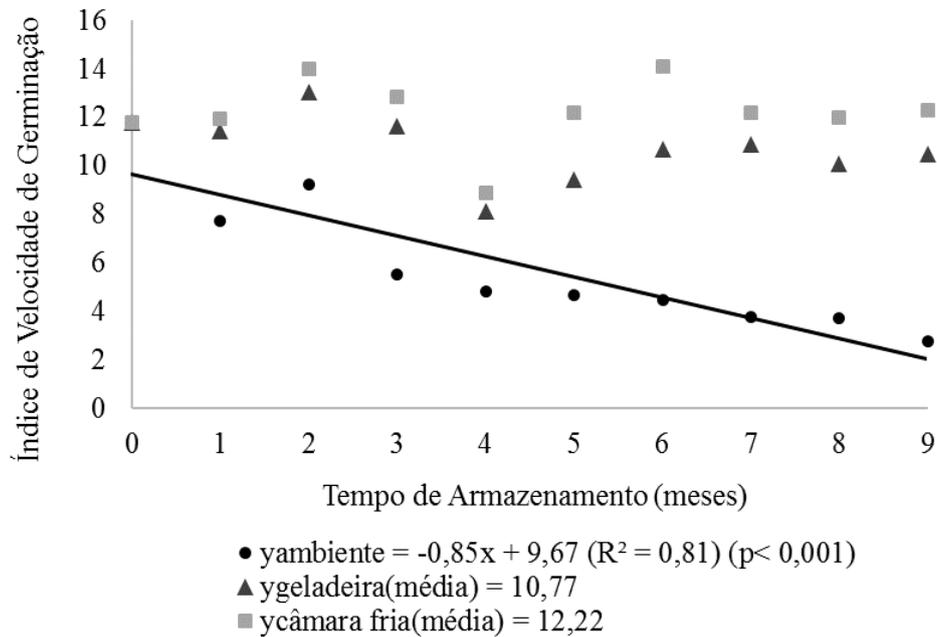


Figura 3. Interação entre condições e tempos de armazenamento de sementes de pitaya para índice de velocidade de germinação.

## Conclusão

Para a preservação da viabilidade de sementes de pitaya híbrida as condições geladeira e câmara fria são os mais recomendadas independente da embalagem utilizada. Enquanto para a preservação do vigor das sementes recomenda-se uso de embalagem de polipropileno, e mantê-las em câmara fria.

## Referências

- ABUD, H. F. et al. Armazenamento de sementes de xique-xique. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 473–479, 2012.
- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; OLIVEIRA, N. C. Efeito da remoção da mucilagem na germinação e vigor de sementes de *Hylocereus undatus* Haw. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 586–589, 2012.
- ANDRADE, R. A. DE et al. Germinação de pitaya em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 71–75, 2008.
- ANDRADE, R. A. DE; OLIVEIRA, I. V. DE M.; MARTINS, A. B. G. Influência da condição e período de armazenamento na germinação de sementes de pitaya vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 168–170, abr. 2005.
- AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 519–524, dez. 2003.
- BORBA FILHO, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. DE A. Armazenamento de sementes de Ipê-Branco e Ipê Roxo em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 259–269, 2009.

- BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Brasil: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2009.
- CARDOSO, D. L. et al. Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. **Revista Ceres**, v. 56, n. 5, p. 572–579, 2009.
- CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. DA S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 272–278, 2012.
- CHAVES, T. H. et al. Qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) durante o armazenamento em três ambientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 5, p. 1653–1662, 2012.
- COSTA, L. C. DO B. et al. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocimum selloi* benth: sob condições de luz, temperatura e tempo de armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 675–680, jun. 2010.
- FANAN, S. et al. Influência da colheita e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 150–159, 2009.
- GOMES, L. et al. Qualidade de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. n° 2, p. 131–139, 2010.
- GRAHAM, I. A. Seed Storage Oil Mobilization. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 115–142, 2008.
- HESSEN, A. J.; TELLEZ, A. La pitahaia se abre paso! Cultivo exótico com pontecial para exportación para las regiones tropicales de la America Latina. **Agricultura de lás América**, p. 6–10, 1995.
- JAMILAH, B. et al. Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. **International Food Research Journal**, v. 18, p. 279–286, 2011.
- KANO, N. K.; MÁRQUEZ, F. C. M.; KAGEYAMA, P. Y. Armazenamento de sementes de Ipê-dourado (*Tabebuia* sp). **IPEF**, v. 17, p. 13–23, 1978.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in relation evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176–177, 1962.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina, PR: [s.n.].
- MARTINS, L.; LAGO, A. A.; ANDRADE, A. C. S. Armazenamento de sementes de Ipê Branco: teor de água e temperatura do ambiente. **Bragantia**, v. 68, n. 3, p. 765–780, 2009.
- NAKADA, P. G. et al. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 113–122, 2011.
- PINHEIRO, G. G.; LOPES, J. C.; GAI, Z. T. Qualidade fisiológica de sementes de feijão de porco durante o armazenamento em ambiente natural. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p. 295–308, 2013.
- SILVA, F. S. DA et al. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 45–56, 2010.
- SMANIOTTO, T. DE S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 446–453, 2014.
- TEÓFILO, E. M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruon*

urundeuva ALLEMÃO) em função do tipo de embalagem , ambiente e tempo de armazenamento. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, n. 2, p. 371–376, 2004.

TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 124–133, 2009.

VIDIGAL, D. et al. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 2, p. 129–136, 2009.