

Curva de embebição e germinação de sementes de *Passiflora setacea* DC. (BRS Pérola do Cerrado) submetidas a distintos tratamentos pré-germinativos



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura e Pecuária*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
380**

Curva de embebição e germinação de
sementes de *Passiflora setacea* DC.
(BRS Pérola do Cerrado) submetidas a
distintos tratamentos pré-germinativos

*Antonieta Nassif Salomão
Solange Carvalho Barrios Roveri José
Ana Flávia Oliveira Rodrigues*

**Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Brasília, DF
2023**

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W5 Norte (Final)
CEP 70770-917 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4700 / (61) 3448-4739
www.embrapa.br
<https://embrapa.br/fale-conosco/sac/>

Unidade responsável pela edição

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Comitê Local de Publicações (CLP)

Presidente
Marcelo Lopes da Silva

Secretária executiva
Ana Flávia do Nascimento Dias

Membros
Andrielle Câmara Amaral Lopes
Bruno Machado Teles Walter
Débora Pires Paula
Edson Junqueira Leite
Marcos Aparecido Gimenes
Solange Carvalho Barrios Roveri José

Revisão de texto
Antonieta Nassif Salomão

Normalização bibliográfica
Rosameres Rocha Galvão (CRB-1/2122)

Projeto gráfico
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica e capa
Júlio César da Silva Delfino

Foto da capa
Antonieta Nassif Salomão

1ª edição
Publicação digital (2023): PDF

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, Superintendência de Comunicação

Salomão, Antonieta Nassif.

Curva de embebição e germinação de sementes de *Passiflora setacea* DC. (BRS Pérola do Cerrado) submetidas a distintos tratamentos pré-germinativos / Antonieta Nassif Salomão, Solange Carvalho Barrios Roveri José, Ana Flávia Oliveira Rodrigues. – Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2023. il. Color.

PDF (24 p.) – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 380)

1. Fitormônios. 2. Maracujá. 3. Dormência. I. José, S. C. B. R. II. Rodrigues, A. F. O. III. Título. IV. Série.

633.34 CDD21

Rosameres Rocha Galvão (CRB-1/2122)© Embrapa, 2023

Sumário

Resumo	9
Abstract	10
Introdução.....	11
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	14
Conclusões.....	21
Referências.....	21

Autores

Antonieta Nassif Salomão

Engenheira Florestal, mestre, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Solange Carvalho Barrios Roveri José

Agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Ana Flávia Oliveira Rodrigues

Agrônoma, bolsista da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF), Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal-FAPDF, Processo nº 00193-00001702/2019-72, pelo apoio financeiro.

Curva de embebição e germinação de sementes de *Passiflora setacea* DC. (BRS Pérola do Cerrado) submetidas a distintos tratamentos pré-germinativos

Resumo: Visando adequar pré-tratamentos para sementes de *P. setacea* foram realizados curvas de embebição e testes de germinação em sementes não tratadas (T1), submetidas ao congelamento em Nitrogênio líquido, taxa de congelamento de $-263\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ e de descongelamento de $5\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ (T2); pré-embebição em banho-Maria, $45^{\circ}\text{C}/20\text{ min.}$ com solução de Promalin® (GA_{4+7} + 6-benziladenina) à concentração de $300\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (T3) e osmocondicionamento com KNO_3 ($2,6\text{g/L H}_2\text{O}$), $25\text{ }^{\circ}\text{C}/8\text{ dias}$, com aeração (T4). Foram determinados os teores de água das sementes, o incremento de massa fresca durante as curvas de embebição, o tempo (T_m) e a velocidade (V_m) médios de germinação e o percentual final de germinação. Os teores de umidade iniciais foram de 6,13% (T1, T2 e T3) e 22,95% (T4) e os finais, após término das curvas de embebição, foram de 27,03% (T1); 29,23% (T2); 45,48% (T3) e 29,55% (T4). Nas curvas de embebição conduzidas a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T1, T2 e T3) e a $20\text{-}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T4), as pesagens foram feitas durante 5h após semeio, a cada 24h até o 8º dia após semeio (DAS) e pesagens regulares até 35 DAS ou até atingir 50% de germinação. Os incrementos de massa fresca foram de 17,70% (T1); 24,97% (T2); 64,07% (T3) e 20,77% (T4). Não houve germinação em T1 e T2 e tampouco definição nítida das fases germinativas. Em T3 obteve-se padrão trifásico de germinação, atingindo 50% de germinação ao 10º DAS, germinação final de 92%, T_m de 12,5 dias ($\pm 6,18\text{ dias}$) e V_m de $0,08\text{ dias}^{-1}$ ($\pm 1,75\text{ dias}^{-1}$). A exposição a 45°C provavelmente provocou modificações físicas nas estruturas extraembrionárias, favorecendo a atuação de fitormônios e a absorção de água. Em T4, não houve definição das fases germinativas, a germinação final foi de 11%, T_m de 18 dias ($\pm 6,32\text{ dias}$) e V_m de $0,05\text{ dias}^{-1}$ ($\pm 1,41\text{ dias}^{-1}$). As radículas e os hipocótilos apresentaram anormalidades possivelmente como resultado da fitotoxicidade e do estresse hídrico provocados pelo KNO_3 . Testes adicionais devem ser conduzidos submetendo as sementes ao osmocondicionamento com diferentes tempos de exposição ao KNO_3 .

Palavras-chave: fitormônios, nitrato de potássio, maracujá, dormência.

Imbibition curve and seed germination of *Passiflora setacea* DC. (BRS Pérola do Cerrado) submitted to different germination pretreatments

Abstract: In order to adapt pre-treatments for *P. setacea* seeds, imbibition curves and germination tests were carried out on untreated seeds (T1, subjected to freezing in liquid nitrogen, freezing rate of $-263\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ and thawing $5\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ (T2; pre-soaking in a water bath, $45\text{ }^{\circ}\text{C}/20\text{ min}$. with Promalin® solution (GA4+7 + 6-benzyladenine at a concentration of $300\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (T3 and osmoconditioning with KNO_3 ($2.6\text{g/L H}_2\text{O}$, $25\text{ }^{\circ}\text{C}/8\text{ days}$, with aeration (T4. The water content of the seeds, the increment of fresh mass during the imbibition curves, the average time (T_m and speed (V_m of germination and the final percentage of germination were determined. The initial moisture contents were 6.13% (T1, T2 and T3 and 22.95% (T4 and the final ones, after the end of the imbibition curves, were 27.03% (T1; 29.23% (T2; 45.48% (T3 and 29.55% (T4. In the imbibition curves carried out at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T1, T2 and T3 and at $20\text{-}30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (T4, weighings were performed for 5h after sowing, every 24h until the 8th day after sowing (DAS and regular weighings until 35 DAS or until reaching 50% germination. The fresh mass increments were 17.70% (T1; 24.97% (T2; 64.07% (T3 and 20.77% (T4. There was no germination in T1 and T2 and no clear definition of the germinal stages. In T3, a three-phase germination pattern was obtained, reaching 50% germination at 10th DAS, final germination of 92%, T_m of 12.5 days ($\pm 6.18\text{ days}$ and V_m of 0.08 days^{-1} ($\pm 1.75\text{ days}^{-1}$. Exposure to $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ probably caused physical changes in extraembryonic structures, favoring the action of phytohormones and water absorption. In T4, there was no definition of the germinal stages, the final germination was 11%, T_m of 18 days ($\pm 6.32\text{ days}$ and V_m of 0.05 days^{-1} ($\pm 1.41\text{ days}^{-1}$. The seedlings showed abnormalities in the root system and in the hypocotyl, possibly as a result of phytotoxicity and water stress caused by KNO_3 . Additional tests should be conducted by submitting the seeds to osmoconditioning with different exposure times to KNO_3 .

Keywords: phytohormones, potassium nitrate, passion fruit, dormancy.

Introdução

Sementes de espécies do gênero *Passiflora* L., apresentam dormência devido às restrições morfoanatômicas impostas pelas estruturas extraembrionárias à difusão de água e gases, à presença de compostos hidrofóbicos e inibidores nos tecidos extraembrionários e no embrião ou a combinação desses fatores (Silva et al., 2019; Silva et al., 2015; Welter et al., 2011; Cárdenas-Hernández et al., 2011; Miranda et al., 2009; Pérez-Cortéz et al., 2002). Como exemplos dos tipos de dormência relatados para as sementes de espécies desse gênero têm-se a dormência física e fisiológica em *P. alata* Curtis (Freitas et al., 2016), *P. actinia* Hooker (Grzybowski et al., 2019) e *P. cincinnata* Mast. (Marostega et al., 2017), a dormência fisiológica em sementes de *P. gilbertii* N. E. Br. (Santos et al., 2016) e a dormência física em sementes de *P. incarnata* L. (Pérez-Cortéz et al., 2009).

Há autores que classificam a dormência em sementes de *Passiflora setacea* como sendo apenas fisiológica, podendo ser superada por fitormônios como o ácido giberélico (GA_3) ou associação de giberelina (GA_{4+7}) e citocinina (José et al., 2020; Pádua et al., 2011; Zucareli et al., 2003). Segundo Santos et al. (2016), essas sementes têm dormências física e fisiológica, pois sua germinação somente ocorre, quando submetidas à escarificação física e ao tratamento com ácido giberélico (GA_3). Há características em sementes de algumas famílias e gêneros botânicos que se mantêm conservadas desde a evolução de suas espécies. Em sementes do gênero *Passiflora* L., é provável que a distribuição de depressões côncavas e a espessura dos tegumentos sejam características que se conservaram e que conferem semipermeabilidade da testa e do tégmen, assim como a presença de inibidores nessas estruturas, resultando em dormência de suas sementes (Miranda et al., 2009; Pérez-Cortéz et al., 2009; Pérez-Cortéz et al., 2002).

A produção comercial de frutos da cultivar *P. setacea* (BRS Pérola do Cerrado) é obtida por meio de reprodução sexuada (Faleiro et al., 2019), portanto, dependente de sementes, as quais germinam com pouca expressividade e de forma assíncrona. Conforme descrito para cultivares de outras espécies de *Passiflora*, esse padrão germinativo pode ser atribuído a estarem ainda em processo de domesticação, à estreita variabilidade genética em gerações segregantes, à morfoanatomia dos envoltórios dos embriões e ao tipo dormência *per se* (Rodríguez et al., 2020a, b; Rodrigues et al., 2017).

Por meio do estabelecimento da curva de embebição é possível caracterizar as fases de germinação, determinar a permeabilidade tegumentar da semente, estabelecer o tempo necessário para a absorção de água em sementes não tratadas e submetidas a tratamentos pré-germinativos e germinativos, bem como identificar se esses aspectos são variáveis de acordo com o cultivar ou a qualidade fisiológica das sementes (Dias et al., 2019; Leão-Araújo et al., 2019; Araújo et al., 2018; Zuchi et al., 2012).

Visando melhor caracterizar o processo germinativo de sementes de *Passiflora setacea* foram conduzidas curvas de embebição e testes de germinação de sementes não tratadas e após os pré-tratamentos, exposição ao Nitrogênio Líquido, embebição em Promalin® e osmocondicionamento com KNO_3 .

Material e Métodos

Material

Os frutos de *P. setacea*, obtidos de produtor no Distrito Federal, foram lavados com solução de detergente e água à concentração de 2% (v/v), enxaguados em água corrente, imersos em álcool 70%/3 min. e mantidos a 23 °C para secagem (José et al., 2020). A polpa removida dos frutos foi friccionada com a parte de fibra abrasiva de esponja de lavar louça, em peneira com malha de nylon, sob água corrente, até a liberação das sementes desprovidas de arilo. Essas foram lavadas com solução de detergente neutro à concentração de 2% (v/v) sob água corrente e enxaguadas até completa remoção do produto. As sementes permaneceram à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) por 24 h para secagem, seguindo-se com a seleção daquelas bem formadas, conforme metodologia descrita por José et al., 2020.

Pré-tratamentos das sementes

Os pré-tratamentos utilizados foram:

1. T1: sementes não tratadas.

2. T2: sementes congeladas em N₂L (Nitrogênio líquido) a -196 °C/72h, com taxa de congelamento de -263 °C.min.⁻¹ e taxa de descongelamento de 5 °C.min.⁻¹, a 25 ± 2 °C/ 5h.

3. T3: sementes mantidas em banho-Maria a 45 °C/20 min. em solução de Promalin® [giberelina (GA₄₊₇) + citocinina (6-benziladenina)], à concentração de 300 mg. L⁻¹ (José et al., 2020).

4. T4: sementes imersas em solução de nitrato de potássio (KNO₃) à concentração de 2,6g/L H₂O, a 25 °C/8 dias, com aeração constante provida por bomba de aquário.

Curvas de embebição

As curvas de embebição e os testes de germinação foram conduzidos com quatro repetições de 50 sementes cada, substrato sobre papel em caixetas tipo “gerbox” e umedecidos com água no volume de 2,5 a massa do substrato. A temperatura de incubação de 25 °C foi adotada para as curvas de embebição e os testes de germinação de T1, T2 e T3 e as temperaturas alternadas de 20-30 °C para T4. Em todas as temperaturas, o fotoperíodo foi de 8h luz/16h escuro. O volume de água absorvido pelas sementes foi avaliado por meio de pesagens antes do início dos testes (0h), durante as cinco primeiras horas após semeio, a cada 24h até oitavo dia após semeio (DAS), aos 10^o, 14^o e 35^o DAS ou até que 50% das sementes protrudiram radículas com os comprimentos ≥ 1 centímetro. O percentual de incremento de massa fresca durante a curva de embebição foi obtido de acordo com a fórmula (Soares et al., 2019):

$$IMF = \frac{Pf - Pi}{Pf} \times 100$$

Em que:

IMF: incremento de massa fresca (%)

Pi: peso inicial das sementes obtido no tempo 0 h.

Pf: peso final das sementes em cada tempo de pesagem.

Os tempos *médios* e as velocidades *médias* de germinação foram calculados segundo LABOURIAU (1983):

$$T_m = \sum_{i=1}^k n_i t_i / \sum_{i=1}^k n_i$$

Em que:

T_m : tempo médio de germinação (dias)

t_i = tempo entre o início do teste e a i -ésima observação

n_i = número de sementes germinadas no tempo t_i ;

k = último tempo de germinação.

$$V_m = 1/T_m$$

Em que:

V_m : velocidade média de germinação (dias^{-1})

T_m : tempo médio de germinação

Teste de umidade

Os teores iniciais de água de sementes de T1, T2 e T3, após osmocondicionamento (T4) e ao término das curvas de embebição foram determinados pelo método estufa 105 ± 3 °C/24 h, com três repetições de 30 sementes (Brasil, 2009).

Análise estatística

Os valores de germinação foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguindo-se com comparação das médias pelo teste de Bonferroni (5%). O programa utilizado para a análise estatística foi GraphPad Prism (@2017 Graph Pad Software Inc.).

Resultados e discussão

As sementes de *P. setacea*, apresentaram teores iniciais de umidade de 6,13% (T1, T2 e T3) e 22,95% (T4). Os teores finais de umidade, aos 35 DAS, foram de 27,03% (T1), 29, 23% (T2) e 29, 55 (T4) e para T3 o valor final de umidade foi de 45,48% ao se atingir 50% de germinação, aos 10 DAS (Figura 1). Verificou-se que houve absorção de água, independentemente, do tratamento a que as sementes foram submetidas. Entretanto, sementes de

T3 submetidas à pré-embebição em solução de Promalin® a 45 °C/20 min. atingiram o maior teor de umidade ao final da curva de embebição (Figura 1). Tais resultados sugerem que os envoltórios dos embriões de sementes de *P. setacea* são semipermeáveis, mantendo-se assim, características compartilhadas com outras espécies do gênero *Passiflora* L.

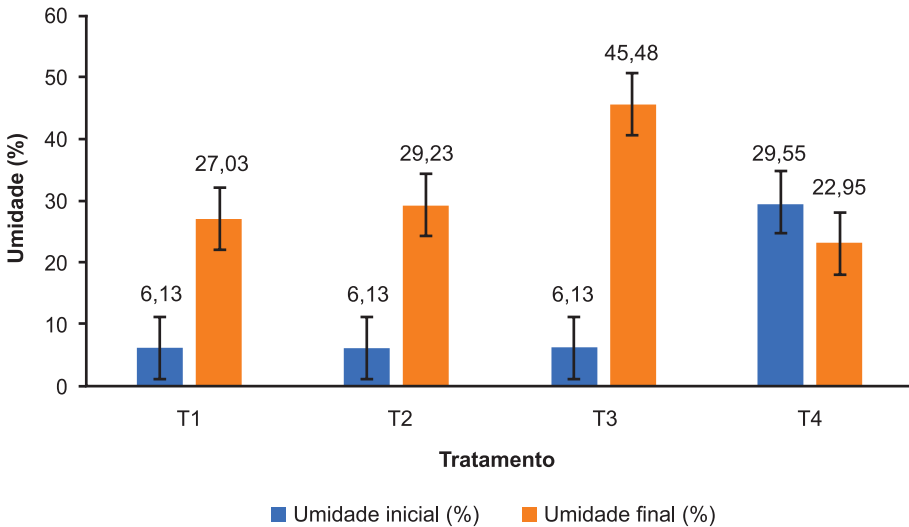


Figura 1. Teores iniciais e finais de umidade de sementes de *Passiflora setacea* DC. T1= controle; T2 = congelamento em nitrogênio líquido; T3= pré-embebição em solução de Promalin® a 45°C/20 min.; T4 = osmocondicionamento com KNO₃ a 25°C/8 dias.

Para a maioria das sementes ortodoxas e dessecadas, sumariamente, o processo germinativo ocorre em três etapas. A primeira delas inicia-se com a absorção de água pela semente até que suas células se tornem turgidas. Na segunda etapa há a reativação da maquinaria metabólica, o aumento da taxa respiratória e a degradação de substâncias de reserva e, finalmente, na última etapa há o declínio do teor de água, a protrusão da radícula e o alongamento do sistema aéreo. De acordo com a espécie vegetal ou a cultivar essas etapas do processo germinativo têm durações variáveis (Ferreira, 2021; Silva et al., 2019). Em sementes de *Passiflora* spp. as fases germinativas são irregulares, podendo estenderem-se por períodos que variam de dez dias a três meses, sendo que a primeira fase da germinação, correspondente à absorção de água pode ser influenciada pelos genótipos dessas espécies (Alexandre et al., 2004).

As sementes de *P. setacea* submetidas a T1, T2 não apresentaram definição nítida entre as fases germinativas (Figura 2). As sementes de T1 absorveram menor volume de água que as de T2, nas cinco primeiras horas de embebição com IMF de 6,25% (T1) e de 15,14% (T2) e até o 4º DAS, sendo os IMF de 14,07% (T1) e 24,97% (T2). Do 4º ao 10º DAS, houve aumento de absorção de água das sementes de T1, seguindo-se com decréscimo de absorção e aos 35º DAS o IMF foi de 12,87% (Figura 2). Na curva de embebição de T2, do 4º ao 10º DAS a absorção de água estabilizou-se em patamar constante com IMF de 24,97%, seguido de decréscimo da curva a partir do 10º DAS (Figura 2). O IMF final, aos 35º DAS, foi de 15,53% para esse pré-tratamento (Tabela 1). Sementes não tratadas (T1) e sementes submetidas ao congelamento (T2) não germinaram durante os 35 dias de teste (Tabela 1).

As sementes de T3, submetidas à pré-embebição em Promalin® a 45 °C/20min. apresentaram um padrão germinativo trifásico (Figura 2). Nas cinco primeiras horas de embebição o IMF foi de 17,58%. Para essas sementes, pode-se considerar a primeira fase da germinação até o 5º DAS, em que o IMF atingiu 39,94% e a segunda fase do 5º ao 7º DAS. A última fase iniciou-se a partir do sétimo DAS, com IMF de 41,91% e início da protrusão radicular, sendo que 50% de germinação foi atingido no 10º DAS, com IMF de 64,07% (Figuras 2 e 3). O padrão trifásico de germinação das sementes de *P. setacea* (T3) foi igualmente relatado para sementes incisadas e não incisadas de *P. alata* e sementes incisadas de *P. edulis* f. *flavicarpa*, *P. edulis* e *P. mucronata* (Nascimento et al., 2022; Ferrari et al., 2007). A terceira fase foi observada em sementes de *P. edulis* aos 9,16 dias (Nascimento et al., 2022).

A temperatura pode ter distintos efeitos sobre o desempenho germinativo de sementes, como atuar na velocidade de absorção de água e nas reações bioquímicas durante a germinação (Araújo et al., 2018). Além disso, a temperatura pode provocar modificações físicas em estruturas extraembrionárias, resultando em maior absorção de água e rápido desencadeamento do processo germinativo (Wu et al., 2017). Nesse trabalho, sugere-se que o bom desempenho germinativo das sementes de *P. setacea*, deve-se à interação entre a temperatura de 45 °C e os fitorreguladores (GA_{4+7} e 6-benziladenina), conforme relatado anteriormente por José et al., 2020.

Substâncias exógenas têm sido amplamente utilizadas com tratamentos pré-germinativos e germinativos para superação de dormência em sementes de distintas espécies. Atribui-se às giberelinas a promoção de germinação em sementes dormentes mesmo em condições de estresses e às citocininas a potencialização do desenvolvimento meristemático em sementes germinantes (Zeist, 2019). O percentual final de germinação das sementes de *P. setacea* submetidas a T3 foi de 95%, com tempo médio de germinação de 12,5 dias ($\pm 6,18$ dias) e velocidade média de germinação de $0,08 \text{ dias}^{-1}$ ($\pm 1,75 \text{ dias}^{-1}$) (Tabela 1). Resultados semelhantes de melhor desempenho germinativo foram obtidos em sementes de *P. edulis* f. *favicarpa* após imersão em água a $40 \text{ }^\circ\text{C}/15 \text{ min.}$ e em sementes de *P. cincinnata* após banho-Maria a $50 \text{ }^\circ\text{C}/5 \text{ min.}$ (Welter et al., 2011; Oliveira Júnior et al., 2010). As sementes de *P. setacea* são bitegumentares, apresentam o tegumento retículo foveolar, duro e tégmen membranoso semipermeável. É provável que a exposição a $45 \text{ }^\circ\text{C}$ tenha alterado as estruturas dos tegumentos dessas sementes contribuindo assim, para o percolamento mais homogêneo da solução de fitormônios e a superação tanto da dormência física quanto fisiológica.

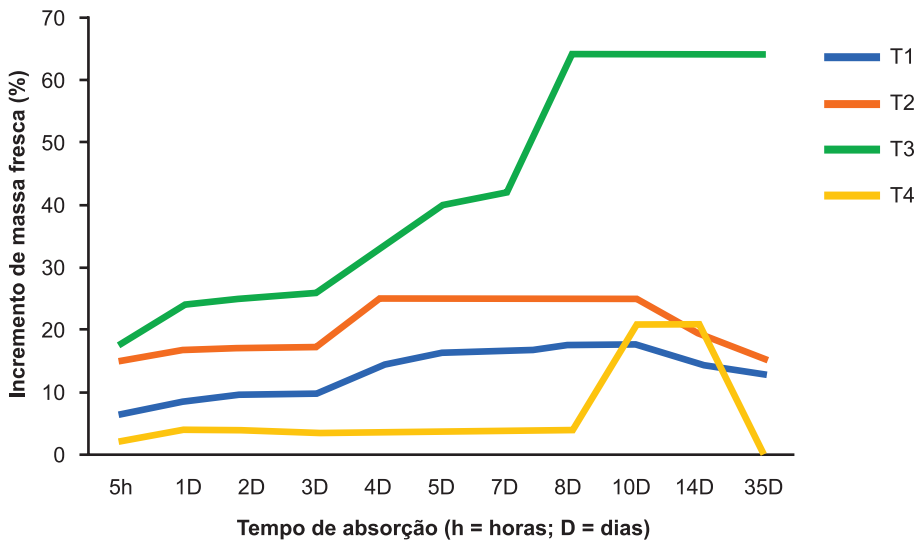


Figura 2. Curva de embebição de sementes de *Passiflora setacea* DC.: T1 = controle; T2= congelamento em nitrogênio líquido; T3 = pré-embebição em solução de Promalin® a $45 \text{ }^\circ\text{C}/20\text{min.}$; T4 = osmocondicionamento em KNO_3 a $25 \text{ }^\circ\text{C}/8\text{dias.}$

Em contraste, a temperatura ultrabaixa de N_2L (T2) não promoveu a germinação de sementes de *P. setacea* (Tabela 1). Isso, provavelmente, se deve ao fato que sementes com combinação entre diferentes tipos de dormência requerem tratamentos específicos para a superação de um dos tipos de dormência após o congelamento. Conforme relatado para as sementes de *Aristolochia contorta* Bunge, com dormência morfofisiológica, que somente germinaram após congelamento em presença de GA_3 (Voronkova et al., 2018).

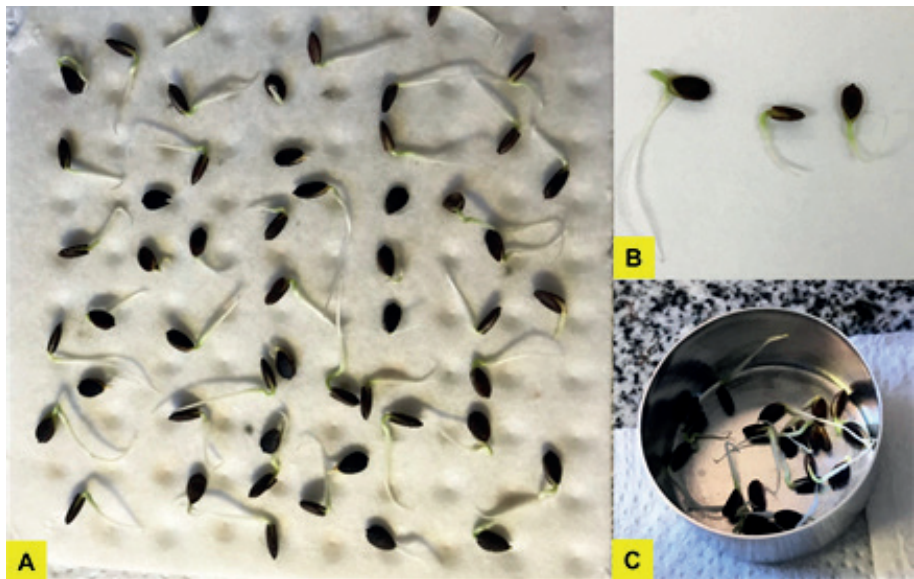


Figura 3. Estádios pós-seminais (A, B) de sementes de *Passiflora setacea* DC. submetidas à pré-embebição em solução de Promalin® a 45 °C/20min (T3), aos 10 dias após semeio e (C) acondicionamento do material em cápsula para teste de umidade (Foto: Antonieta Nassif Salomão).

O osmocondicionamento com nitrato de potássio (KNO_3) a 25 °C por oito dias não aprimorou o processo germinativo, tampouco foi favorável à absorção de água pelas sementes. Nas cinco primeiras horas da curva de embebição o IMF foi de 2,22% e até o 8º DAS, o IMF foi de 3,85%. Do 8º até o 14º DAS, o IMF foi de 20,78%, seguindo-se com decréscimo abrupto de IMF de 0,18% ao final do teste (Figura 2). O percentual germinativo atingido aos 13 DAS foi de 2%, aos 16 DAS de 6% e ao final do teste (35 DAS) foi de 11% (Tabela

1). O tempo médio e a velocidade média de germinação foram de 18,32 dias ($\pm 6,33$ dias) e 0,05 dias⁻¹ ($\pm 1,41$ dias⁻¹) [Tabela 1].

Tabela 1. Percentual germinativo (G%), incremento de massa fresca (IMF%), tempo médio (Tm dias) e velocidade média (Vm dias⁻¹) de germinação de sementes de *Passiflora setacea* DC. submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

Tratamento	G (%)	IMF (%)	Tm (dias)	Vm (dias ⁻¹)
T1 (controle)	0 B	17,70	0	0
T2 (Nitrogênio líquido)	0 B	24,9	0	0
T3 (Promalin, 45 °C/20min)	95 A	64,07	12,5 ($\pm 6,18$)	0,08 ($\pm 1,75$)
T4 (Osmocondicionamento KNO ₃ , 25 °C/8dias)	11 B	3,85	18,32 ($\pm 6,33$)	0,05 ($\pm 1,41$)

G: germinação (médias seguidas por letras iguais, na coluna G, não diferem entre si; a nível de 5%);

As radículas emitidas por sementes submetidas a T4 foram menos vigorosas, mais desuniformes em tamanho que aquelas oriundas de sementes submetidas a T3 (Figuras 3 e 4). As radículas procedentes de sementes de T3 apresentaram-se vigorosas, sadias, firmes e com desenvolvimento mais uniforme (Figura 3). A maioria das radículas protruídas por sementes submetidas a T4 apresentaram anormalidades como atrofia, ausência ou necrose de raiz principal, infecção secundária na inserção dos cotilédones com o hipocótilo e hipocótilo em laço (Figura 4). Conforme observado em outras espécies, o efeito negativo da exposição a altas concentrações de sais pode resultar em anormalidades de desenvolvimento morfofisiológico das plantas (Silva; Amarasinghe, 2021). Essas anormalidades podem estar relacionadas à fitotoxicidade ou ao estresse hídrico devido à seca fisiológica causada pelo potencial osmótico em condições salinas (Salomão; Santos, 2021). Além disso, em presença de altas concentrações salinas a germinação pode ser comprometida pela não ativação dos genes responsáveis pela biossíntese das giberelinas, conseqüentemente, não há reversão do papel inibitório do ácido abscísico (ABA) durante a germinação de sementes (Harter et al., 2014). Provavelmente, a concentração utilizada de KNO₃ para o osmocondicionamento ou o tempo de exposição à solução desse sal, pode ter induzido estresse

hídrico ou fitotoxicidade causando anormalidades no desenvolvimento das radículas e comprometendo o processo de germinação da maioria das sementes (Figura 4). Na literatura, há relatos sobre efeitos desfavoráveis de osmocondicionamento com KNO_3 durante o processo germinativo. Sementes de dois cultivares de arroz tiveram o padrão de embebição afetado, levando mais tempo para concluírem a primeira e a segunda fases do processo germinativo até que 50% das sementes protrudiram radículas com os comprimentos ≥ 1 cm, após serem submetidas ao osmocondicionamento com altas concentrações de KNO_3 (Ruttanaruangboworn et al., 2017). O osmocondicionamento com KNO_3 teve efeito negativo sobre a germinação de sementes de segurelha em condições de estresse hídrico (Vidak et al., 2022) e teve pouco efeito sobre a germinação e o crescimento de plântulas de pepino em condições de estresse salino (Oliveira; Steiner, 2017).

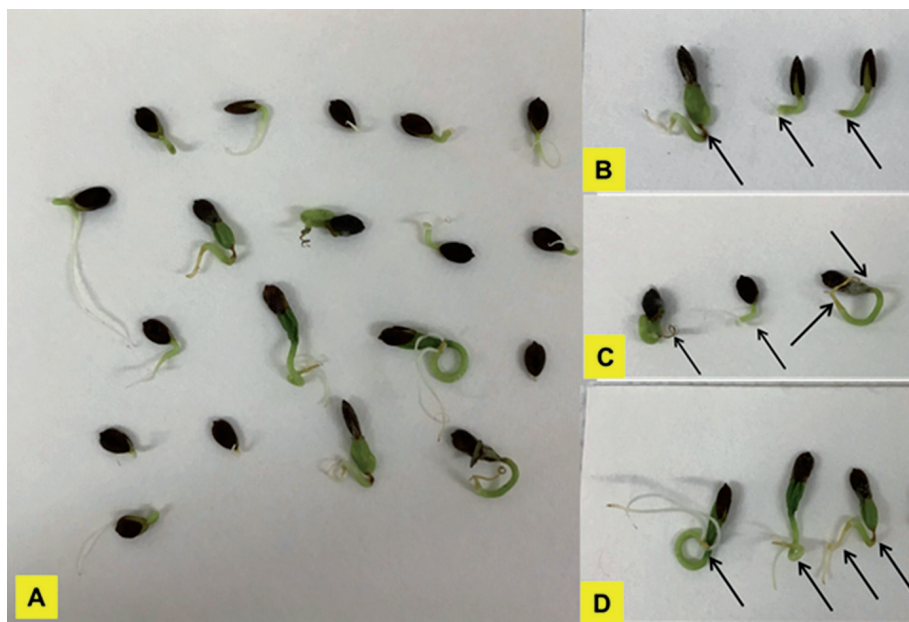


Figura 4. Estádios pós-seminais de sementes de *Passiflora setacea* DC. submetidas ao osmocondicionamento com KNO_3 (T4): (A) após 35 dias de semeio e anormalidades em sementes germinadas (B) infecção na inserção dos cotilédones com o hipocótilo e atrofia radicular.; (C) necrose e atrofia do sistema radicular; (D) hipocótilo em laço, atrofia da radícula principal e infecção secundária (Foto: Antonieta Nassif Salomão).

Conclusões

O incremento de massa fresca das sementes tratadas e não tratadas de *P. setacea*, durante a curva de embebição indicam que provavelmente elas possuem tegumentos semipermeáveis.

A definição do padrão trifásico da curva de embebição e o melhor desempenho germinativo, ou seja protrusão radicular ≥ 1 cm, com maiores percentual de germinação e incremento de massa fresca, menor tempo médio de germinação e maior velocidade média de germinação, foram obtidos para sementes submetidas à pré-embebição em banho-Maria a 45°C/20 min. em solução de Promalin® [giberelina (GA4+7) + citocinina (6-benziladenina)].

A germinação (protrusão radicular) final de sementes de *P. setacea* submetidas ao osmocondicionamento com KNO₃ foi de 11% e em sua maioria apresentando anormalidades, possivelmente em decorrência de fitotoxicidade e/ou estresse salínico. Recomenda-se que sejam testadas distintas combinações entre concentração do sal e tempos de exposição a ele, afim de determinar as melhores condições para promover a germinação de sementes dessa espécie.

Referências

- ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. da S.; PARIZZOTTO, A.; BRUCKNER, C. H. Germinação de sementes de genótipos de maracujazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 12, p. 1239-1245, 2004.
- ARAÚJO, R. F.; ABUD, H. F.; PINTO, C. M. F.; ARAUJO, E. F.; LEAL, C. A. M. Curva de embebição de sementes de pimentas biquinho e malagueta sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 51-56, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. MAPA/ACS, Brasília. 2009. p. 307-323.
- CÁRDENAS-HERNÁNDEZ, J.; MIRANDA D. L.; MAGNITSKIY, S.; CARRANZA, C. Morphological and anatomical analyses of the seed coats of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) seeds. **Agronomía Colombiana**, v. 29, n. 3, p. 377-385, 2011.
- DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. de M.; FERREIRA, L. B. da S.; SANTOS, W. V. dos; FREITAS, M. A. M. de; SILVA, P. P. da; NASCIMENTO, W. M.; LEÃO-ARAÚJO, E. F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, e5641. 2019. DOI:10.5039/agraria.v14i2a5641
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de; MIRANDA, D.; OTONI, W. C. Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 2: 2019. (e-155). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019155>

FERRARI, T. B.; FERREIRA, G.; PINHO, S. Z. de. Fases da germinação de sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 345-347, 2007.

FERREIRA, L. B. **Desempenho do maracujazeiro-azedo, BRS Rubi do cerrado, enxertado sob diferentes porta-enxertos**. Tese apresentada à Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical, para obtenção do título de Doutor em Agricultura Tropical. 70 p. il. 2021.

FREITAS, A. R. de; LOPES, J. C.; MENGARDA, L. H. G.; ZANOTTI, R. F.; VENANCIO, L. P. Allelopathic effect of *Passiflora alata* Curtis extracts on seed germination. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 1, p. 129-132, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/CS.v7i1.842>

GRZYBOWSKI, C. R. de S.; SILVA, R. C. da; BELNIKI, A. C.; PANOBIANCO, M. Investigation of dormancy and storage potential of seeds of yellow passion fruit. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 3, p. 367-374, 2019. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n3214892>.

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

JOSÉ, S. C. B. R.; MELO, C. C. de; PÁDUA, J. G.; SALOMÃO, A. N.; CARVALHO, R. V. de. **Germinação e vigor de sementes de *Passiflora setacea* D.C. armazenadas em duas condições ambientais** - Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020. 19 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 358).

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Lima: Secretaria-Geral da OEA, c1983. 173 p. (OEA-Serie de Biologia. Monografia, 24)

LEÃO-ARAÚJO, E. F.; SANTOS, W. V. dos; FERREIRA, L. B. da S.; FERREIRA, E. A. S.; GOMES-JÚNIOR, F. G.; PEIXOTO, N.; SOUZA, E. R. B. de. Embebição e emissão da raiz primária de sementes de *Campomanesia adamantium* em função da temperatura. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 402-409, 2019

MAROSTEGA, T. N.; LUZ, P. B. da; TAVARES, A. R.; NEVES, L. G.; PAIVA SOBRINHO, S. de. Methods of breaking seed dormancy for ornamental passion fruit species. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 1, p. 72-78, 2017.

MIRANDA, D.; PEREA, M.; MAGNITSKIY, S. Propagación de especies passifloráceas. In: MIRANDA, D.; FISCHER, G.; CARRANZA, C.; MAGNITSKIY, S.; CASIERRA, F.; PIEDRAHITA, W.; FLÓREZET, L. E. (Eds). **Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas em Colombia**: maracuya, granadilla, gulupa y curuba. Bogota, Sociedad Colombiana de Ciencias Horticolas. Bogotá, Colombia. p. 69-96, 2009.

NASCIMENTO, G. R. do; LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S. Biometria e embebição de sementes de *Passiflora* spp. submetidas a tratamentos para superação de dormência tegumentar. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e58911226107, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd.v11i2.26107>.

OLIVEIRA, C.E. da S.; STEINER, F. Potassium nitrate priming to mitigate the salt stress on cucumber seedlings. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 4, p. 454-462, 2017. <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n4p454-462>.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. X de; SÃO JOSÉ, A.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; DOURADO, F. W. N. Superção de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 584-590, 2010. doi: 10.1590/s0100-29452010005000045

- PADUA, J. G.; SCHWINGEL, L. C.; MUNDIM, R. C.; SALOMAO, A. N.; JOSE, S. C. B. R. Germinação de sementes de *Passiflora setacea* e dormência induzida pelo armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 80-85, 2011.
- PERÉZ-CORTÉZ, S.; ESCALA, M.; TILLET, S. Morfoanatomía de la cubierta seminal en siete especies de *Passiflora* L., subgénero *Passiflora* (Passifloraceae). **Hoehnea**, v. 36, n. 1, p. 131-137, 2009. DOI: 10.1590/S2236-89062009000100007.
- PÉREZ-CORTÉZ, S.; TILLET, S.; ESCALA, M. Estudio morfológico de la semilla de 51 especies del género *Passiflora*. **Acta Botánica Venezolana**, v. 25, n. 1 p. 67-96, 2002. ISSN 0084-5906.
- RODRÍGUEZ, N. C.; MELGAREJO, L. M.; BLAIR, M W. Seed structural variability and germination capacity in *Passiflora edulis* Sims f. *edulis*. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, article 498, 2020a. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00498>
- RODRÍGUEZ, N. C.; AMBACHEW, D.; MELGAREJO, L. M.; BLAIR, M. W. Morphological and agronomic variability among cultivars, Landraces, and genebank accessions of purple passion fruit, *Passiflora edulis* f. *edulis*. **HortScience**, v. 55, n. 6, p. 768-777, 2020b. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14553-19>.
- RODRIGUES, D. L.; VIANA, A. P.; VIEIRA, H. D.; SANTOS, E. A.; SILVA, F. H. de L. e; SANTOS, C. L. Contribution of production and seed variables to the genetic divergence in passion fruit under different nutrient availabilities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 607-614, 2017. doi: 10.1590/s0100-204x2017000800006
- RUTTANARUANGBOWORN, A.; CHANPRASERT, W.; TOBUNLUEPOP, P.; ONWIMOL, D. Effect of seed priming with diferente concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, n. 3, p. 605-613, 2017.
- SALOMÃO, A. N.; SANTOS, I. R.I. **Metodologia para o teste de germinação de sementes de *Cordia sessilis* (Vell.) Kuntze - Rubiaceae**. - Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2021. 24p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 374).
- SANTOS, C. H. B.; CRUZ NETO, A. J. da; JUNGHANS, T. G.; JESUS, O. N. de; GIRARDI, E. A. Estádio de maturação de frutos e influência de ácido giberélico na emergência e crescimento de *Passiflora* spp. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 3, p.481-490, 2016.
- SILVA, W. de; AMARASINGHE, M. Response of mangrove plant species to a saline gradient: Implications for ecological restoration. **Acta Botanica Brasilica**, v. 35, n. 1, p. 151-160, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0170>.
- SILVA, A. L. da; HILST, P. C.; DIAS, D. C. F. dos S.; ROGALSKI, M. Superação da dormência de sementes de *Passiflora elegans* Mast. (Passifloraceae). **Revista Verde**, v.14, n. 3, p.406-411, 2019.
- SILVA, S. M.; OLIVEIRA, R. C. de; ALMEIDA, R. F; SÁ JÚNIOR, A. de; SANTOS, C. M. dos. Aryl removal methods and passion fruit seed positions: germination and emergence. **Journal of Seed Science**, v. 37, n. 2, p. 125-130, 2015. doi: 10.1590/2317-1545v37n2146373
- SOARES, P. de S.; MORAES, L. da F.; Gomes, E. S.; Gomes, R. F. Curva de embebição para sementes de chicória da Amazônia (*Eryngium foetidum* L.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 29, p. 588-595, 2019.
- VIDAK, M.; LAZAREVIĆ, B.; NEKIĆ, M.; ŠATOVIĆ, Z.; CAROVIĆ-STANKO, K. Effect of hormonal priming and osmopriming on germination of winter savory (*Satureja montana*

L.) natural population under drought stress. **Agronomy**, v. 12, 1288, 2022. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061288>.

VORONKOVA, N. M.; KHOLINA, A. B.; KOLDAEVA, M. N.; NAKONECHNAYA, O. V.; NECHAEV, V. A. Morphophysiological dormancy, germination, and cryopreservation in *Aristolochia contorta* seeds. **Plant Ecology and Evolution**, v. 151, n. 1, p. 77-86, 2018. <https://doi.org/10.5091/plecevo.2018.1351>

WELTER, M. K.; SMIDERLE, O. J.; UCHÔA, S. C. P.; CHANG, M. T.; MENDES, E. P. de. Germinação de sementes de maracujá amarelo azedo em função de tratamentos térmicos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 3, p. 227-232, 2011.

WU, G.; JAGANATHAN; G. K., SONG, D.; LIU, B. Cryopreservation of selected physical dormant species with special focus on dormancy breaking time. **Research Journal of Seed Science**, v. 10, n. 1, p. 38-42, 2017

ZEIST, R. A. **Superação de dormência e seleção de híbridos experimentais de morangueiro**. Guarapuava, 2019. xiii, 56 f. : il. ; 28 cm Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste.

ZUCARELI, C.; CASTRO, M.M.; OLIVEIRA, H.R.; BRANCALIÃO, S.R.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O.; BOARO, C.S.F. Fitoreguladores e germinação de sementes de maracujá doce em condições de laboratório. **Scientia Agraria**, v. 4, n. 1-2, p. 9-14, 2003.

ZUCHI, J.; PANOZZO, L. E.; HEBERLE, E.; ARAUJO, E. F. Curva de embebição e condutividade elétrica de sementes de mamona classificadas por tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 504-509, 2012.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE 018015