

Qualidade fisiológica de sementes e Plântulas de Ingá armazenadas e semeadas em diferentes ambientes

Physiological quality of Ingá seeds and seedlings stored and planted in different environments

Leandra Matos Barrozo¹, Paloma Carneiro da Silva², Joel Cabral dos Santos³, Laís Coelbo dos Santos Lopes⁴, Renato Pereira Lima⁵, Josilda Junqueira Ayres Gomes⁶

RESUMO: O ingazeiro (*Inga ingoides* (Rich.) Willd.) é uma frutífera utilizada na alimentação, reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Aliado a isso, as sementes do gênero *Inga* são recalcitrantes, que dificulta o armazenamento. Desse modo, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *I. ingoides* armazenadas em geladeira ($5,0 \pm 2^\circ\text{C}$) e câmara fria nas temperaturas de $0,0 \pm 2$ e $15,0 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 28 dias, bem como a qualidade inicial das plântulas postas para germinar em casa de vegetação e laboratório. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís (MA). Os frutos foram coletados no município de São Luís, sendo realizado o beneficiamento manual em laboratório e depois retiradas amostras de sementes das quais montou-se o teste de germinação e emergência (testemunha), o restante das sementes foi acondicionado em caixas do tipo gerbox e armazenado em geladeira (5°C e 47% de umidade relativa - UR); câmara fria ($0,0^\circ\text{C}$ e 49% UR) e câmara fria ($15,0^\circ\text{C}$ e 55% UR). Posteriormente, foram feitos testes: teor de água, germinação, emergência, índice de velocidade de germinação e de emergência, comprimento plântulas da germinação e de emergência e massa seca de plântulas da germinação e da emergência. O armazenamento das sementes de ingá é viável por duas semanas em geladeira sem perda na sua qualidade fisiológica e postas para germinação em casa de vegetação.

Palavras-chave: Dessecação. *Inga ingoides*. Propagação. Recalcitrantes. Viabilidade.

ABSTRACT: *Inga ingoides* (Rich.) Willd.) is a fruit tree used as food, reforesting and recovery of degraded areas. However, seeds of the genus *Inga* are recalcitrant and difficult to store. The physiological quality of seeds of *I. ingoides* stored in a fridge ($5.0 \pm 2^\circ\text{C}$) and ice chamber at 0.0 ± 2 and $15.0 \pm 2^\circ\text{C}$ during 28 days and the initial quality of seedlings for germination in a greenhouse and laboratory were evaluated. Assay was conducted in the Laboratory of Seed Analysis of the Department of Phytotechnicity and Phytohealth of the Universidade Estadual do Maranhão in São Luís MA Brazil. Fruits were harvested in São Luis, manually processed in the laboratory and retrieved for the germination and emergence (blank). Other seeds were conditioned in gerbox boxes and stored in a fridge (5°C and 47% relative humidity - RH); ice chamber (0.0°C and 49% RH) and ice chamber (15.0°C and 55% RH). Four tests were undertaken: water rate, germination, emergence, index of germination and emergence speed, length of seedlings at germination and emergence and dry weight of seedlings at germination and emergence. Storing of ingá seeds is feasible for two weeks in fridge without any loss of their physiological quality and placed to germinate in greenhouse.

Keywords: Dissection. *Inga ingoides*. Propagation. Recalcitrant. Viability.

Autor correspondente:

Leandra Matos Barrozo: leandrabarrozo1@gmail.com

Recebido em: 08/07/2020

Aceito em: 24/01/2021

¹ Doutora em Agronomia (Produção e Tecnologia de Sementes) pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Pós-Doutorado (PNPD) pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professora do Programa de Pós-graduação em Agricultura e Ambiente do Curso de Agronomia. Campus de Balsas (MA), Brasil.

² Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Maranhão, Campus de Balsas (MA), Brasil.

³ Doutor no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Câmpus de Jaboticabal. Professor substituto do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, Campus de Balsas (MA), Brasil.

⁴ Graduada em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Curso de Agronomia, Campus de Balsas (MA), Brasil.

⁵ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Instituto Nacional do Semi-Árido (INSA), 58434-700, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

⁶ Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Professor Adjunto III da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Campus Paulo VI, São Luís (MA), Brasil.

INTRODUÇÃO

As sementes cumprem papel fundamental na agricultura, sendo fonte de alimento (grão) e ração animal, assim como meios de propagação das espécies vegetais (DU *et al.*, 2020). A demanda por sementes de espécies florestais nativas tem aumentado, devido a produção de mudas para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento (CARMO *et al.*, 2017), como também para atender a Lei nº 12.651, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa brasileira, incluindo também as áreas de preservação permanente e de reserva legal (BRASIL, 2012).

No Brasil, existe uma grande variedade de espécies nativas, com destaque para as frutíferas que se apresentam como uma alternativa promissora na recuperação de áreas degradadas, através de sistemas agroflorestais (BARROS *et al.*, 2019). Além da função ecológica, em promover a qualidade do solo, as agroflorestas desempenham função social por contribuir na segurança alimentar e geração de emprego, e função econômica, onde o produtor tem maior variedade de produtos para comercialização (VILELA; FERREIRA; SILVA, 2018). No entanto, a curta longevidade das sementes de diversas dessas frutíferas é o principal fator que limita a sua disponibilidade para a inserção nesses programas de recuperação (PARISI *et al.*, 2019).

Nesse contexto, as espécies do gênero *Inga* Mill têm sido amplamente usadas em reflorestamentos, na produção de energia e na alimentação, por suas sementes apresentarem sarcotesta comestível (FERNANDES; COSTA; LOPES, 2016). Além disso, são utilizadas em programas de arborização e sistemas agroflorestais, especialmente em regiões tropicais (JAQUETTI; GONÇALVES, 2017). As sementes constituem a principal via de propagação de espécies arbóreas tropicais, além de ser o método mais barato e acessível para produção de mudas (SILVA *et al.*, 2016).

A espécie *Inga ingoides* (Rich.) Willd, popularmente conhecida como ingazeiro ou ingá, é uma frutífera utilizada principalmente na agrossilvicultura, com propósitos para a alimentação, extração de madeira e reflorestamento em áreas de matas ciliares (ROLLO *et al.*, 2016). Possui porte arbóreo de 5-10 m, cujos frutos são do tipo legume e indeiscente com formatos cilíndricos e meio curvados, e suas sementes têm forma obvada com coloração que varia do verde escuro ao verde claro, com presença de sarcotesta (BRAZ *et al.*, 2012).

As sementes estão em constante troca de umidade com o meio, assim a água exerce grande influência na sua qualidade fisiológica (LIMA *et al.*, 2018). Conforme o comportamento em relação à dessecação e ao armazenamento, as sementes são classificadas em ortodoxas, as quais toleram a secagem e se mantêm viáveis por longos períodos com teor de água próximo dos 5%, recalcitrantes, que possuem alto teor de água inicial e perdem a viabilidade com a redução do grau de umidade a valores inferiores a 12-31%, e intermediárias, sementes estas que toleram a secagem ao nível de 10-12,5% do teor de água (USBERTI; ROBERTS; ELLIS, 2006; BRAGANTE, 2018; MORAES *et al.*, 2020).

Dessa forma, as sementes do gênero *Inga* são recalcitrantes, altamente sensíveis a dessecação e vivíparas, permanecendo com alto teor de água após a maturação e podem germinar ainda na planta-mãe (BARBEDO, 2018). Assim, podem ser armazenadas por um curto período, mesmo em condições controladas (GASPARIN *et al.*, 2019). Nesse sentido, o conhecimento sobre o comportamento das sementes no armazenamento é imprescindível para buscar técnicas que promovam a conservação destas por mais tempo (WYSE; DICKIE, 2017).

No ambiente de armazenamento, o teor de água e a temperatura são os principais fatores que estão ligados à velocidade da deterioração das sementes, contribuindo assim para a curta ou longa longevidade (BONJOVANI; BARBEDO, 2019). Dessa forma, as sementes com elevado teor de água quando submetidas a temperaturas negativas estão expostas a danos causados pela formação de cristais de gelo nos tecidos, devido a expansão da água congelada que provoca ruptura da estrutura citoplasmática e da membrana celular, causando perda da viabilidade (FONSECA; FREIRE, 2003).

A conservação de sementes recalcitrantes, como as de ingá, representa um grande desafio no armazenamento *ex situ*. Nesse sentido, a dificuldade em conservar as sementes de espécies do gênero *Inga* foi evidenciada em alguns estudos com ingá do brejo - *Inga uruguensis* Hook. & Arn. (LORENZI, 2002) e ingá - *Inga vera* (PARISI *et al.*, 2013). No entanto, o comportamento dentre as espécies é variável, visto que nem todas perdem a viabilidade ao mesmo teor de água e temperatura, sendo assim necessário o conhecimento prévio sobre o comportamento das sementes no armazenamento, o que auxilia na manutenção da sua qualidade.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. armazenadas em geladeira ($5,0 \pm 2^\circ\text{C}$) e câmara fria nas temperaturas de $0,0 \pm 2$ e $15,0 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 28 dias, assim como a qualidade inicial das plântulas postas para germinar em casa de vegetação e laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes (LAS), pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, da Universidade Estadual do Maranhão, São Luís (MA). Frutos de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. foram coletados no município de São Luís, em seguida encaminhados ao laboratório para o beneficiamento, mediante debulha manual das vagens, retirada das sementes e da sarcotesta.

2.1 CONDIÇÕES DO ARMAZENAMENTO

Após o beneficiamento, foram retiradas amostras de sementes das quais montou-se o teste de germinação e emergência perfazendo a testemunha, e o restante das sementes foi acondicionado em caixas do tipo gerbox e armazenado em geladeira (5°C e 47% de umidade relativa - UR); câmara fria a $0,0^\circ\text{C}$ e 49% UR e câmara fria a $15,0^\circ\text{C}$ e 55% UR. A cada sete dias retiravam-se amostras dos diferentes locais de armazenamento, verificava-se a umidade das sementes e em seguida montava-se os testes de germinação e emergência, até completar 28 dias de armazenamento. Em seguida realizou-se os seguintes testes.

Teor de água: para sua determinação utilizou-se o método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ (BRASIL, 2009) modificado, com quatro repetições de 10 sementes cada, cujos resultados foram expressos em percentagem, em base úmida.

Germinação: conduzido em germinadores, com fotoperíodo de 8/16 horas, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes. As sementes foram distribuídas no substrato papel toalha, o qual foi organizado em rolos e umedecido com volumes de água equivalentes a 2,5 vezes o peso do substrato seco, sem adição posterior de água, sendo utilizadas três folhas por rolo. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos, transparentes, de 0,04 mm de espessura. As avaliações foram efetuadas diariamente após a instalação do

teste, do sexto ao décimo segundo dia, quando o experimento foi encerrado. As contagens foram realizadas considerando-se como sementes germinadas aquelas que emitiram a raiz primária e o epicótilo

Índice de velocidade de germinação (IVG): foi determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, do sexto ao décimo segundo dia, após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula $(G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n)$ proposta por Maguire (1962), em que IVG = índice de velocidade de germinação, G1, G2 e Gn = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagem; N1, N2 e Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Emergência: para cada tratamento utilizou-se 100 sementes, as quais foram divididas em quatro repetições de 25, cuja semeadura foi realizada entre areia, em bandejas de plástico com dimensões de 46 x 31 x 07 cm. A umidade do substrato areia lavada e esterilizada em autoclave foi mantida por meio de regas diárias com regador manual. As contagens foram realizadas diariamente, dos 6 até os 21 dias após a instalação do teste. O critério de emergência utilizado foi o de plântulas com o epicótilo acima do nível do substrato e os resultados foram expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE): determinado mediante contagens diárias do número de sementes emergidas, no mesmo horário, do sexto aos 21 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula $(G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$ proposta por Maguire (1962), em que IVE = índice de velocidade de emergência, G1, G2 e Gn = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagem; N1, N2 e Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Comprimento e massa seca de plântulas de germinação: ao término do teste de germinação, a raiz primária e a parte aérea das plântulas normais foram submetidas a medições com régua graduada em centímetro e, em seguida, submetidas à secagem em estufa regulada a 80 °C por 24 horas, conforme recomendações de Nakagawa (1999); após a secagem em estufa foi realizada a pesagem do material, em balança analítica com precisão de 0,001 g, com os resultados expressos em cm e g plântula⁻¹, respectivamente.

Comprimento e massa seca de plântulas de emergência: ao final do teste de emergência, a raiz primária e a parte aérea das plântulas normais foram submetidas a medições com régua graduada em centímetros e, em seguida, submetidas à secagem em estufa regulada a 80 °C por 24 horas, conforme recomendações de Nakagawa (1999); após a secagem em estufa foi realizada a pesagem do material, em balança analítica com precisão de 0,001 g, com os resultados expressos em cm e g plântula⁻¹, respectivamente.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial de 3 x 5, onde se estudou o efeito de três ambientes de armazenamento (geladeira 5,0 ± 2 °C, câmara fria a 0 °C e a 15 °C) durante cinco períodos de avaliação. Quando postas para germinar em casa de vegetação e laboratório, a cada sete dias, o arranjo experimental passou a ser em esquema de parcela subdividida.

Todos os dados foram submetidos a análise de variância e com base na significância do teste F foram aplicados testes de regressão até segundo grau, com base na significância dos parâmetros da equação e o seu coeficiente de determinação superior a 70%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água das sementes de *Inga ingoides*, armazenadas por 28 dias em caixas gerbox, em geladeira a $5,0 \pm 2$ °C e câmaras frias a 0 °C e 15 °C, não apresentou alterações significativas (Figura 1), onde pode-se observar que as sementes se mantiveram com teor de água médio de 49,31% independente dos ambientes e do período de armazenamento.

O conteúdo de água das sementes estudadas nesse trabalho está próximo dos valores evidenciados por Barrozo *et al.* (2014) com *Inga laurina* e Laimé *et al.* (2011) com *Inga ingoides*, antes da secagem das sementes. Os autores mencionados destacam que a perda de água e a forma como a secagem é feita constitui um fator que influencia na qualidade fisiológica. Neste trabalho, pode-se considerar que os ambientes geladeira e câmara fria a 0 °C e 15 °C, nas condições que foram estudadas, são eficientes para manter o teor de água das sementes de ingá durante 28 dias de armazenamento em caixas gerbox.

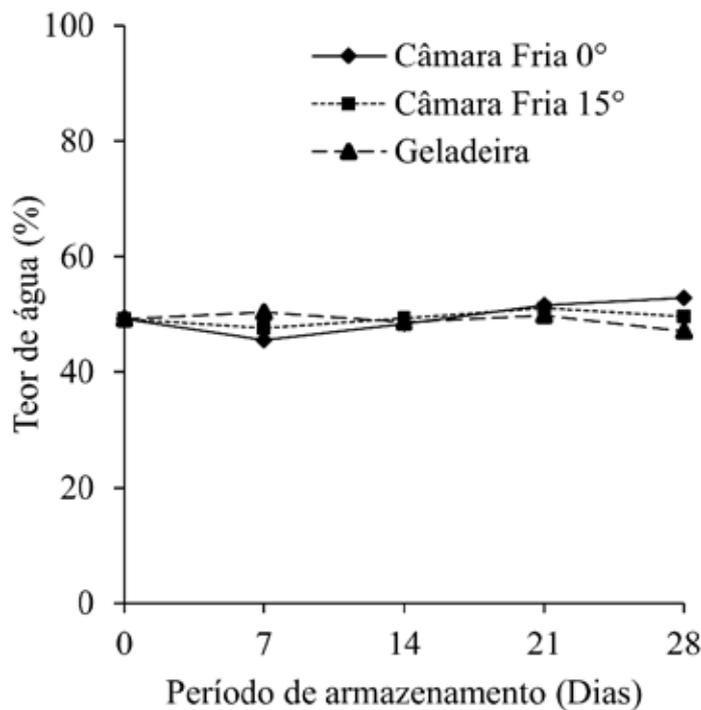


Figura 1. Teor de água de sementes de ingá armazenadas em gerbox, durante 28 dias de armazenamento. CF - Câmara Fria; G - Geladeira.

A geladeira proporcionou um ambiente favorável para que as sementes de ingá mantivessem elevado percentual de germinação (Figura 2A) até o décimo dia de armazenamento. No entanto, nenhum dos ambientes promoveu a manutenção da viabilidade das sementes, em razão de não ocorrer diminuição da atividade metabólica desta espécie, e isso fica muito claro ao se observar que ao longo do período de armazenamento o percentual de germinação foi reduzido, principalmente as sementes armazenadas na câmara fria a 15 °C, que após 21 dias atingiram valores de germinação iguais a zero (0%). Já em câmara fria a 0° C a viabilidade das sementes foi perdida, ocorrendo isso aproximadamente aos 28 dias de armazenamento. Enquanto que, na geladeira, as sementes mantiveram seu potencial fisiológico com percentual de germinação de 24,72% no último dia de avaliação.

O aumento da germinação para sementes armazenadas durante alguns dias, como foi observado para as sementes de ingá na geladeira, também foi relatado para outras espécies como mamão, cv Golden (AROUCHA *et al.*, 2007) e camu-camu (*Myrciaria dubia*) (FERREIRA; GENTIL, 2003) e sempre relacionado a outros fatores como grau de umidade, ambiente e período de armazenamento. A longevidade das sementes varia de acordo com o genótipo, porém o potencial fisiológico está relacionado com o teor de água existente nas sementes, e associado a isso deve-se levar em consideração o ambiente de armazenamento (MARCOS FILHO, 2016).

A germinação é um processo complexo, que compreende desde o processo de embebição até a protusão da radícula (ROMERO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2018). Desse modo, a temperatura é um fator que influencia diretamente na velocidade, uniformidade e porcentagem de germinação (MARCOS FILHO, 2016). Além disso, a viabilidade é comprometida pelo teor de umidade e características da própria semente (GENES; NYOMORA, 2018). Neste trabalho, pode-se constatar que a temperatura influenciou significativamente na capacidade de germinação das sementes.

Para os resultados de emergência das plântulas (Figura 2B), observa-se que houve interação entre os fatores ambiente e período de armazenamento, assim como na germinação. Quanto maior o período de armazenamento menor foram os valores de emergência das plântulas, contudo o ambiente geladeira manteve as sementes com percentual de emergência em 100% até 5 e 6 dias de armazenamento. A diminuição da temperatura na câmara fria de 15 para 0 °C favoreceu para que as sementes mantivessem um elevado percentual de emergência de plântulas durante todo o armazenamento, mesmo assim, aos 28 dias estes valores chegaram a zero (0%). Por outro lado, as sementes mantidas em geladeira até os 28 dias de avaliação mantinham 37,69% de emergência de suas plântulas. Uma vez que sementes secas semeadas em solo muito úmido podem absorver água rapidamente, não havendo tempo hábil para a reorganização das membranas (VIEIRA *et al.*, 2004), ao mesmo tempo, é conhecido que as sementes com baixo conteúdo de água sofrem aumento na lixiviação de solutos ao serem submetidas à rápida hidratação, devido à transição imediata da fase gel para líquido-cristalino dos fosfolípidios da membrana, durante a embebição (CORRÊA; AFONSO JUNIOR, 1999).

Laime *et al.* (2010) alcançaram de 72 a 100% de emergência de *Inga ingoides* dependendo da profundidade, as quais foram postas para secarem por um período de 12 horas, em ambiente de laboratório com temperatura de 24,5 °C ± 0,5 °C. Desse modo, a emergência das plântulas é influenciada pelas práticas de semeadura, como a profundidade (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016), bem como pelas condições de temperatura, e teor de umidade do ambiente de armazenamento, pois esta relação pode influenciar no equilíbrio de eventos metabólicos, no processo de deterioração e reações bioquímicas nas sementes, o que leva a perda do vigor (MACIEL *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2016; NAGEL *et al.*, 2016).

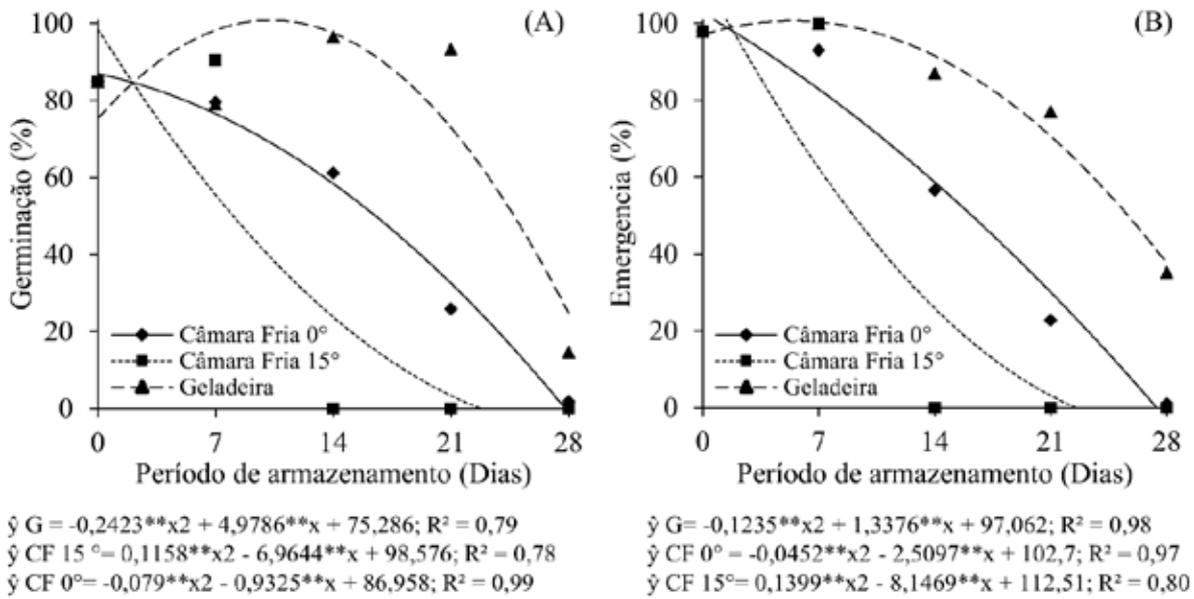


Figura 2. Percentagem de germinação de sementes (A) e emergência de plântulas (B) de ingá armazenadas em gerbox durante 28 dias de armazenamento. **, * parâmetro de equação significativa a 1% e 5% respectivamente pelo teste F

Ao se avaliar o vigor das sementes de ingá através do índice de velocidade de germinação (IVG) (Figura 3A), pode-se verificar que o ambiente de geladeira proporcionou incremento no IVG (4,22) aos 10 dias de armazenamento, a partir desse período constatou-se uma diminuição deste índice, atingindo 0,95 aos 28 dias de armazenamento. Quanto ao armazenamento de sementes de ingá em câmaras frias (0 °C e 15 °C), o IVG manteve-se sempre inferior ao se comparar com as sementes armazenadas em geladeira, onde observou-se que IVG diminuiu e atingiu valores mínimos a partir dos 21 e 28 dias no armazenamento em câmara fria a 15 °C e 0 °C, respectivamente.

Da mesma forma que o IVG, o potencial fisiológico das sementes, avaliado pelo índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 3B), foi superior quando as sementes foram armazenadas em geladeira, verifica-se ainda uma crescente desta variável até os 12 dias com valor máximo de 3,36, e a partir dos 14 dias de armazenamento constata-se redução no vigor das sementes. Comportamento similar é observado para o armazenamento em câmara fria na temperatura de 0 °C, neste ambiente o IVE (Figura 3B) também foi favorecido, sendo o máximo estimado de 2,55, no entanto, inferior aos valores observados para as sementes armazenadas em geladeira.

O máximo de IVE observado neste trabalho foi superior ao valor limite observado por Barrozo *et al.* (2014) trabalhando com diferentes períodos e ambientes de secagem para a espécie *Inga laurina*. As temperaturas de 0 e de 15 °C influenciaram negativamente no IVE, sendo a temperatura de 5 °C a que apresentou resultados satisfatórios, sendo assim o fator temperatura o mais importante para esta variável. Nesse aspecto, o teor de água das sementes e a temperatura do ambiente são fatores que influenciam diretamente no seu potencial fisiológico (SANTOS; BARBEDO, 2017).

A temperatura mais baixa pode ter causado danos relacionados a formação de cristais e ruptura das células consoante observações de Fonseca e Freire (2003), e a temperatura mais elevada pode ter provocado a degradação das membranas, fazendo com que no início da germinação a energia produzida fosse direcionada para recuperação destas membranas para assim dar início a germinação.

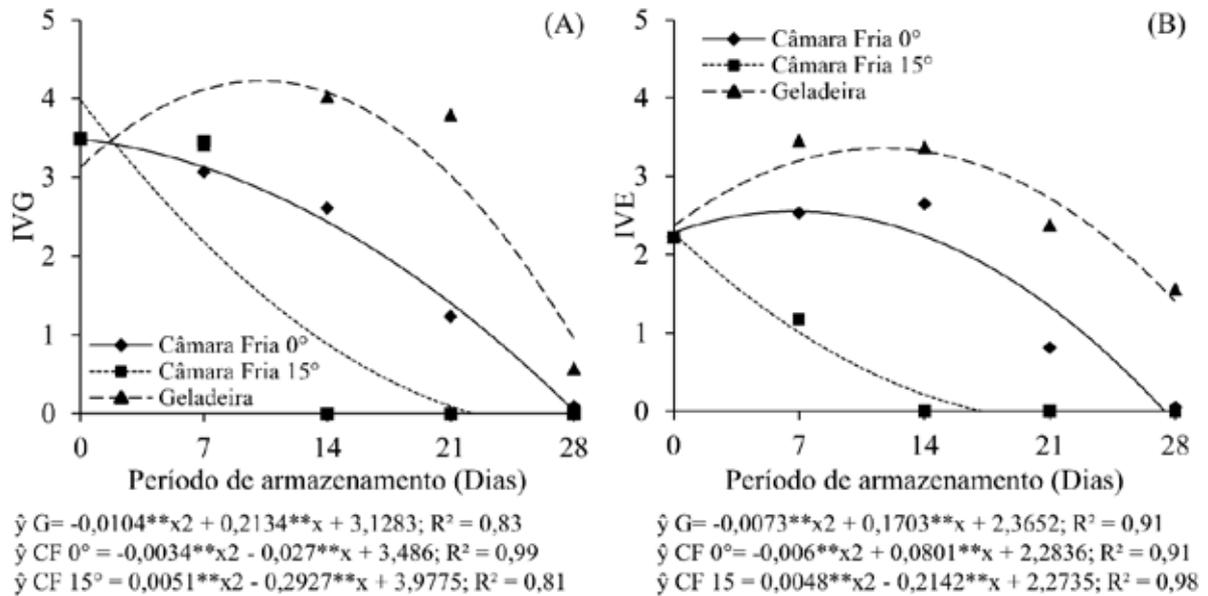


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (A) e índice de velocidade de emergência (B), de sementes de ingá armazenadas em gerbox, durante 28 dias de armazenamento.

******, * parâmetro de equação significativa a 1% e 5% respectivamente pelo teste F

Analisando-se os resultados do comprimento da parte aérea das plântulas de ingá (Figura 4), foi evidenciado que houve interação entre os fatores períodos (a cada sete dias) e ambientes (câmara fria a 15 e a 0 °C e geladeira). Tanto em casa de vegetação (Figura 4A) como em laboratório (Figura 4B), as sementes armazenadas em geladeira foram as que apresentaram os maiores valores de comprimento da plântula com 27,96 cm alcançado aos 11,03 dias para comprimento de plântulas advindas da casa de vegetação, e de 17,04 cm aos 10,15 dias para aquelas procedentes do laboratório. O mesmo pode-se observar para o ambiente câmara fria a 0 °C, onde o comprimento das plântulas resultante do teste de emergência foi superior àquelas do teste de germinação, com 21,52 cm aos 9,47 dias e 13,92 cm aos 2,43 dias, respectivamente. Enquanto o ambiente em câmara fria a 15 °C proporcionou uma redução drástica do comprimento ao longo do período de armazenamento, atingindo valores mínimos após 21 dias. Segundo Ferreira *et al.* (2003) não só a porcentagem e velocidade de emergência das plântulas, como também a altura, o diâmetro do colo, o número de folhas e a massa seca das plântulas são afetados pela diminuição do vigor das sementes.

Considerando o ganho de 10,95 cm no comprimento das plântulas de ingá, que ocorreu entre o tempo zero até o 11º dia para sementes armazenadas em geladeira e semeadas em casa de vegetação, pode-se afirmar que este armazenamento, nesse período e nas condições que foram experimentadas, propiciou a manutenção da qualidade das sementes de ingá, promovendo um melhor desenvolvimento inicial das plântulas. Com isso, a diminuição do vigor afeta o desenvolvimento das plântulas desde a velocidade de emergência, como também a altura, o diâmetro do colo, o número de folhas e a massa seca (FERREIRA; GENTIL, 2003), demonstrando que o desenvolvimento das plântulas é reflexo das condições de armazenamento.

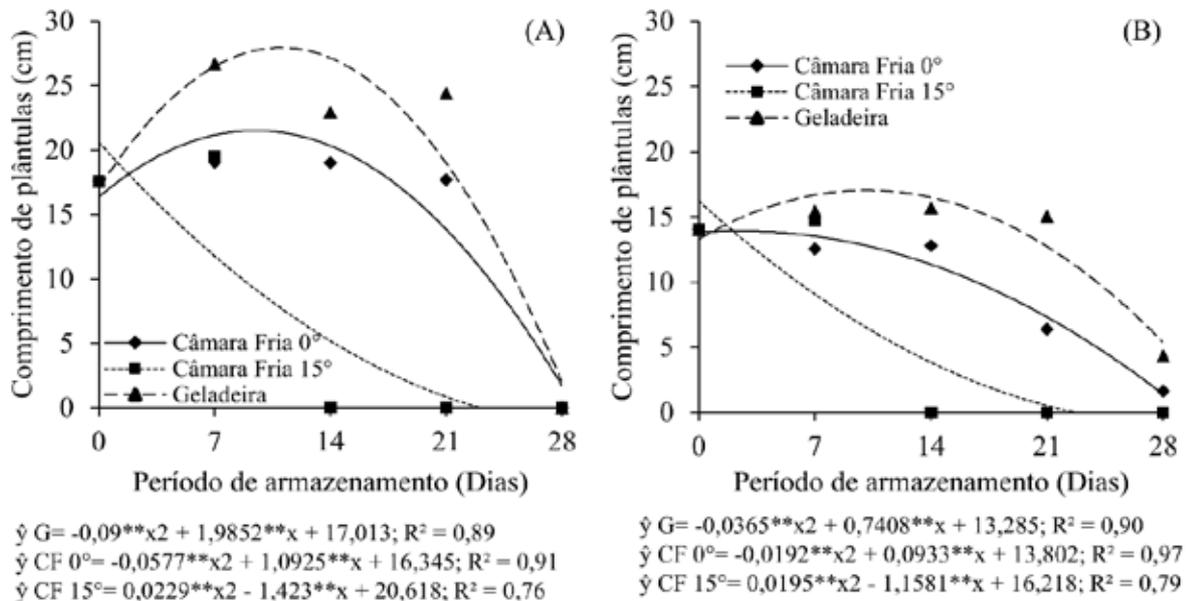


Figura 4. Comprimento da parte aérea de plântulas de ingá armazenadas em gerbox, durante 28 dias de armazenamento, postas para germinar a cada sete dias em casa de vegetação (A) e laboratório (B).
 **, * parâmetro de equação significativa a 1% e 5% respectivamente pelo teste F

A massa seca da parte aérea (Figura 5) sofreu influência conjunta dos períodos de dias e ambientes de armazenamento, bem como dos ambientes de germinação. Apesar da falta de ajuste com relação aos coeficientes de determinação é possível visualizar as diferenças entre os ambientes de armazenamento e de germinação das sementes indicadas pelo teste F. Em casa de vegetação, a massa seca das sementes armazenadas em geladeira e em câmara fria a 0 °C até os 21 dias manteve-se próxima ou até mesmo superior aos valores de matéria seca do início do experimento.

O baixo vigor das sementes pode ter sido o fato que influenciou nas variações, visto que sementes com esse aspecto possuem o tegumento mais permeável à entrada de água (POPINIGIS, 1985).

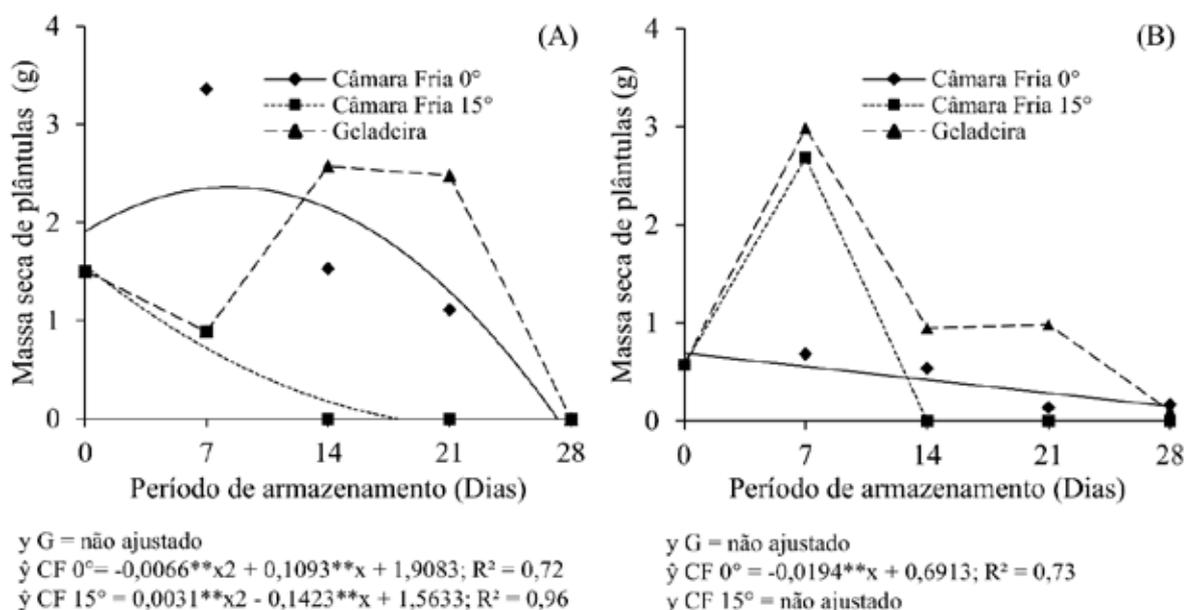


Figura 5. Massa seca da parte aérea de plântulas de ingá armazenadas em gerbox, durante 28 dias de armazenamento, postas para germinar a cada sete dias em casa de vegetação (A) e laboratório (B).
 **, * parâmetro de equação significativa a 1% e 5% respectivamente pelo teste F

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de ingá podem ser armazenadas durante duas semanas em geladeiras ($5,0 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e 47% de umidade relativa) sem perda significativa da sua qualidade fisiológica. Ao mesmo tempo, germinam melhor em casa de vegetação, visto que apresentam melhor capacidade de desenvolvimento inicial se comparado ao ambiente de laboratório.

Sementes de ingá armazenadas em geladeiras, aos 28 dias, ou em câmaras frias nas temperaturas de 0 ou $15 \text{ }^\circ\text{C}$, a partir dos 21 dias, perdem parcialmente ou completamente sua viabilidade por apresentar baixos níveis de qualidade fisiológica, confirmando seu enquadramento, como sementes recalcitrantes que não toleram armazenamentos prolongados. No entanto, a geladeira mostrou-se um ambiente favorável para conservar a qualidade fisiológica das sementes de ingá por duas semanas. Ademais, a câmara fria a $15 \text{ }^\circ\text{C}$ promoveu um maior declínio na qualidade das sementes se comparadas à câmara fria a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Conclui-se adicionalmente que a temperatura impõe-se como um dos fatores com maior influência no armazenamento destas sementes e que o presente estudo não esgota o debate sobre o assunto

REFERÊNCIAS

AROUCHA, E. M.; SILVA, R. F.; BALBINOT, E.; NUNES, G. H. S. Qualidade fisiológica de sementes de mamão após o armazenamento dos frutos e de sementes. *Revista Caatinga*, v. 20, n. 3, p. 136-143, 2007.

BARBEDO, C. J. A new approach towards the so-called recalcitrant seeds. *Journal of Seed Science*, v. 40, n. 3, p. 221-236, 2018.

BARROS, H. S. D.; CRUZ, E. D.; PEREIRA, A. G.; SILVA, E. A. A. Classificação fisiológica de sementes de maçanduba quanto a tolerância à dessecação e ao armazenamento. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 62, p. 1-5, 2019.

BARROZO, L. M.; ALVES, E. U.; ARAÚJO, L. R.; SENA, D. V. A.; MEDEIROS, D. S.; SANTOS, J. C. Qualidade fisiológica de sementes de ingá em função da secagem. *Bioscience Journal*, v. 30, n. 3, p. 645-654, 2014.

BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, C. J. Respiration and deterioration of *Inga vera* ssp. *affinis* embryos stored at different temperatures. *Journal of Seed Science*, v. 41, n. 1, p. 44-53, 2019.

BRAGANTE, R. B.; HELL, A. F.; SILVA, J. P. N.; CENTEN, D. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L.; BARBEDO, C. J. Physiological and metabolic responses of immature and mature seeds of *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz) under contrasting storage temperatures. *Brazilian Journal of Botany*, v. 41, n. 1, p. 43-55, 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, 25 maio. 2012.

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

BRAZ, M. S. S.; FREITAS, S. L. S.; CAMPOS, M. A. L.; MIRANDA, D. D. O. A.; COSME, M. C. Caracterização morfológica do fruto, semente, plântula e planta jovem e germinação de *Inga ingoides* (Rich) Willd. **Cerne**, v. 18, n. 13, p. 353-360, 2012.

CARMO, A. L. M.; MAZARATTO, E. J.; ECKSTEIN, B.; SANTOS, A. F. Associação de fungos com sementes de espécies florestais nativas. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 3, p. 246-247, 2017.

CORRÊA, P. C.; AFONSO JÚNIOR, P. C. A. Uso do teste de condutividade elétrica na avaliação dos danos provocados por diferentes taxas de secagem em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 1, n. 1, p. 21-26, 1999.

DIAS, D. C. F. S.; OLIVEIRA, G. L.; VALLORY, G. G.; SILVA, L. J.; SOARES, M. M. Physiological changes in *Jatropha curcas* L. seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 1, p. 1-49, 2016.

DU, C.; CHEN, W.; WU, Y.; WANG, G.; ZHAO, J.; SUN, J.; JI, J.; YAN, D.; JIANG, Z.; SHI, S. Effects of GABA and vigabatrin on the germination of chinese chestnut recalcitrant seeds and its implications for seed sormancy and storage. **Plants**, v. 9, n. 449, p. 1-15, 2020.

FERNANDES, J. M.; COSTA, R. D.; LOPES, C. R. A. S. Taxonomia de *Inga macrophylla* Humb. & amp; Bonpl. ex Willd. (Leguminosae, Mimosoideae): Uma nova ocorrência para Mato Grosso, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 1329-1335, 2016.

FERREIRA, S. A. N.; GENTIL, D. F. O. Armazenamento de sementes de camu-camu (*Myrciaria dubia*) com diferentes graus de umidade e temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 440-442, 2003.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 3, p. 567-591, 2016.

FONSECA, S. C. L.; FREIRE, H. B. Sementes recalcitrantes: problemas na pós-colheita. **Bragantia**, v. 62, n. 2, p. 297-303, 2003.

GASPARIN, E.; FARIA, J. M. R.; JOSÉ, A. C.; TONETTI, O. A. O.; MELO, R. A.; HILHORST, H. W. M. Viability of recalcitrant Araucaria angustifolia seeds in storage and in a soil seed bank. **Journal of Forestry Research**, 2019.

GENES, F.; NYOMORA, A. M. S. Effect of storage time and temperature on germination ability of *Escoecaria bussei*. **Tanzania Journal of Science**, v. 44, n. 1, p. 123-133, 2018.

JAQUETTI, R. K.; GONÇALVES, J. F. C. Carbon and nutrient stocks of three Fabaceae trees used for forest restoration and subjected to fertilization in Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 3, p. 1761-1771, 2017.

LAIME, E. M. O.; ALVES, E. U.; GUEDES, R. S.; SILVA, K. B.; OLIVEIRA, D. C. S.; SANTOS, S. S. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. em função de posições e profundidades de semeadura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 361-372, 2010.

LAIME, E. M. O.; OLIVEIRA, D. C. S.; ALVES, E. U.; GUEDES, R. S. Emergência e desenvolvimento inicial de plântulas de *Inga ingoides* (Rich.) Willd. em função da secagem de sementes. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 3, p. 237-250, 2011.

LIMA, A. A.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S.; SOUTO, P. C.; FERREIRA, D. T. R. G.; RALPH, L. N. Desiccation of *Pachira aquatica* Aubl. seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 11, p. 553-561, 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

MACIEL, G. M.; CARVALHO, F. J.; FERNANDES, M. A. R.; BELOTI, I. F.; OLIVEIRA, C. S. Genetic, environmental effects and storage period in onion seeds quality. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 6, p. 1634-1642, 2015.

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

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2016. 616p.

MORAES, K. N. O.; OLIVEIRA, F. N. L.; BENTO, M. C.; BRITO, R. S.; MESQUITA, A. G. G. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto a tolerância à dessecação e armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2020.

NAGEL, M.; KODDE, J.; PISTRICK, S.; MASCHER, M.; BORNER, A.; GROOT, S. P. C. Barley seed aging: genetics behind the dry elevated pressure of oxygen aging and moist controlled deterioration. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1-11, 2016.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In*: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. B. (eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

PARISI, J. J. D.; SANTOS, A. F.; BARBEDO, C. J.; MEDINA, P. F. Patologia de sementes florestais: danos, detecção e controle, uma revisão. **Summa Phytopathol**, v. 45, n. 2, p. 129-133, 2019.

PARISI, J. J. D.; BIAGI, J. D.; BARBEDO, C. J.; MEDINA, P. F. Viability of *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn. embryos according to the maturation stage, fungal incidence, chemical treatment and storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 1, p. 70-76, 2013.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2ª ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

ROLLO, A.; OJKA, B.; HONYS, D.; MANDÁK, B.; WONG, J. A.; SANTOS, C.; SANTOS, C.; COSTA, R.; QUITELA-SABARIS, C.; RIBEIRO, M. M. Genetic diversity and hybridization in the two species *Inga ingoides* and *Inga edulis*: potential applications for agroforestry in the Peruvian Amazon. **Annals of Forest Science**, v. 73, p. 425-435, 2016.

ROMERO-RODRÍGUEZ, M. C.; ARCHIDONA-YUSTE, A.; ABRIL, N.; GIL-SERRANO, A. M.; MEIJÓN, M.; JORRIN-NOVO, J. V. Germination and early seedling development in *Quercus ilex* recalcitrant and non-dormant seeds: Targeted transcriptional, hormonal, and sugar analysis. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, n. 1508, p. 1-14, 2018.

SANTOS, M. R. O.; BARBEDO, C. J. Deterioration rates of brazilwood seeds (*Caesalpinia echinata* Lam.) under high temperatures. **Hoehnea**, v. 44, n. 3, p. 449-463, 2017.

SILVA, E. C. C.; RUFINI, J. C. M.; PARRELLA, N. N. L. D.; CAMPOS, A. S.; NEVES, F. F. Comportamento fisiológico de sementes de *Eugenia dysenterica* DC submetidas a secagem artificial. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 1, p. 7-14, 2016.

USBERTI, R.; ROBERTS, E. H.; ELLIS, R. H. Previsão da longevidade do caroço de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 9, p. 1435-1441, 2006.

VIEIRA, R. D.; SCAPPA NETO, A.; BITTENCOURT, S. R. M.; PANOBIANCO, M. Electrical conductivity of the seed soaking solution and soybean seedling emergence. **Scientia Agrícola**, v. 61, n. 2, p. 164-168, 2004.

VILELA, P. H. M.; FERREIRA, W. C.; SILVA, D. F. P. Crescimento inicial de espécies frutíferas do cerrado em área degradada pela mineração em Jataí-GO. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 80, 2018.

WYSE, S. V.; DICKIE, J. B. Predicting the global incidence of seed desiccation sensitivity. **Journal of Ecology**, v. 105, n. 4, p. 1082-1093, 2017.