



LARISSA CARVALHO VILELA PEREIRA

**REDUÇÃO DA SENSIBILIDADE À DESSECAÇÃO EM
SEMENTES RECALCITRANTES DE ESPÉCIES NATIVAS**

**LAVRAS-MG
2022**

LARISSA CARVALHO VILELA PEREIRA

**REDUÇÃO DA SENSIBILIDADE À DESSECAÇÃO EM SEMENTES
RECALCITRANTES DE ESPÉCIES NATIVAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de Doutora.

Prof. Dr. Anderson Cleiton José
Orientador

Prof. Dr. José Márcio Rocha Faria
Coorientador

**LAVRAS-MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Pereira, Larissa Carvalho Vilela.

Redução da sensibilidade à dessecação em sementes
recalcitrantes de espécies nativas / Larissa Carvalho Vilela Pereira.
- 2022.

71 p. : il.

Orientador(a): Anderson Cleiton José.

Coorientador(a): José Márcio Rocha Faria.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Recalcitrância. 2. Tolerância à dessecação. 3. Priming. I.
José, Anderson Cleiton. II. Faria, José Márcio Rocha. III. Título.

LARISSA CARVALHO VILELA PEREIRA

**REDUÇÃO DA SENSIBILIDADE À DESSECAÇÃO EM SEMENTES
RECALCITRANTES DE ESPÉCIES NATIVAS**

**DESICCATION SENSITIVITY REDUCTION OF RECALCINTRANT-SEEDED
NATIVE SPECIES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração Ciências Florestais, para a obtenção do título de Doutora.

APROVADA em 12 de agosto de 2022.

Dra. Raquel Maria de Oliveira Pires UFLA

Dra. Elisa Monteze Bicalho UFLA

Dr. Carlos Vinício Vieira UFMT


Prof. Dr. Anderson Cleiton José
Orientador

Prof. Dr. José Márcio Rocha Faria
Coorientador

**LAVRAS-MG
2022**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar saúde, por me capacitar e me permitir chegar até aqui. Aos meus pais, Cleide e Juarez, por me incentivarem, me apoiarem e fazerem sempre como se fossem deles, cada sonho meu. A minha irmã Lara, minha melhor amiga, por ser sempre meu exemplo de disciplina e dedicação. Ao meu esposo Rodrigo, pela força diária, companheirismo, ajuda, incentivo e acima de tudo, por acreditar tanto em mim. A minha filha Julia, por ser a razão da minha vida, minha alegria e o motivo de eu tentar ser uma pessoa melhor a cada dia. A todos os meus amigos, em especial Livia e Paula, pelas risadas diárias e por deixarem a vida mais leve. Aos meus companheiros de laboratório, por toda ajuda e por tudo que me ensinaram durante todos esses anos de LSF, em especial Wilson, Tati e Rafa. A Olívia, por ser sempre tão solícita e paciente para me ensinar e ajudar em todos os momentos, não sei como lhe agradecer. A Patrícia, por ser sempre tão pronta e disponível a me ajudar nos meus experimentos. Ao meu orientador Anderson e ao meu coorientador José Márcio, por me ensinarem tanto durante esse tempo de pós-graduação, pela ajuda e compreensão todas as vezes que precisei, serei eternamente grata. A todos os meus familiares e amigos, que de alguma forma fizeram esse caminho mais prazeroso de ser percorrido. A Universidade Federal de Lavras, por ser minha casa desde a graduação e por todo conhecimento e oportunidades proporcionados.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

RESUMO

A sensibilidade à dessecação é uma condição presente nas sementes de diversas espécies florestais de importância econômica e ecológica, que faz com que as suas sementes não tolerem a secagem e o armazenamento. Dessa forma, estudos que busquem estratégias para a manutenção da viabilidade de tais sementes após serem submetidas à secagem se fazem necessários. Uma alternativa para tal fim é uso de condicionamento fisiológico com uso de soluções de potencial osmótico conhecido. Soluções como polietilenoglicol (PEG), glicerol, além de fitormônios, como ácido abscísico (ABA) e ácido salicílico (AS) vêm apresentando importante relação com a tolerância a estresses em sementes. Estudos recentes indicam a ação dessas substâncias a nível molecular, atuando como indutoras na expressão de genes e modificando a abundância de proteínas que se relacionam com a ativação de sistemas antioxidantes, permitindo que as sementes que não toleram à dessecação, mantenham-se viáveis por maiores períodos, quando armazenadas. O objetivo deste trabalho foi condicionar sementes de espécies florestais com comportamento recalcitrante, utilizando sementes de *Inga vera*, *Campomanesia velutina*, *Eugenia uniflora* e *Tapirira guianensis*, utilizando soluções de PEG, AS, sacarose, glicerol e combinações de AS+PEG que possam aumentar a tolerância à dessecação. As sementes de *Campomanesia velutina* tratadas e secas foram submetidas à análise proteômica, visando comparar como a abundância de proteínas totais e resistentes ao calor pode ser modificada naquelas sementes submetidas a condicionamento fisiológico. Não houve diferença no padrão eletroforético dessa espécie. As respostas foram distintas, de acordo com a espécie, mas de modo geral, respostas positivas na manutenção da viabilidade das sementes, após a secagem, foram obtidas a partir do condicionamento com sacarose, glicerol e combinações de PEG e AS.

Palavras-chave: Recalcitrância. Tolerância à dessecação. *Priming*.

ABSTRACT

Sensitivity to desiccation is a condition present in the seeds of several forest species of economic and ecological importance, which makes their seeds not tolerate drying and storage. Thus, studies that seek strategies to maintain the viability of such seeds after being subjected to drying are necessary. An alternative for this purpose is the use of physiological conditioning with the use of solutions of known osmotic potential. Solutions such as polyethylene glycol (PEG), glycerol, as well as phytohormones such as abscisic acid (ABA) and salicylic acid (AS) have shown an important relationship with stress tolerance in seeds. Recent studies indicate the action of these substances at the molecular level, acting as inducers in gene expression and modifying the abundance of proteins that are related to the activation of antioxidant systems, allowing seeds that do not tolerate desiccation to remain viable for longer periods when stored. The objective of this work was to condition seeds of forest species with recalcitrant behavior, using seeds of *Inga vera*, *Campomanesia velutina*, *Eugenia uniflora* and *Tapirira guianensis*, using solutions of PEG, AS, sucrose, glycerol and combinations of AS+PEG that can increase tolerance to desiccation. The treated and dried *Campomanesia velutina* seeds were submitted to proteomic analysis, aiming to compare how the abundance of total and heat-resistant proteins can be modified in those seeds submitted to physiological conditioning. There was no difference in the electrophoretic pattern of this species. The responses were different according to the species, but in general, positive responses in maintaining the viability of the seeds after drying were obtained from the conditioning with sucrose, glycerol and combinations of PEG and AS.

Keywords: Recalcitrance. Desiccation tolerance. Priming.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	Tolerância à dessecação	10
2.2	Condicionamento fisiológico.....	14
2.2.1	Fitormônios e reguladores de crescimento.....	17
2.2.2	Ácido Salicílico (AS).....	18
2.2.3	Crioprotetores.....	19
2.3	Proteínas.....	21
2.4	Espécies de trabalho	23
2.4.1	<i>Eugenia uniflora</i> L.....	23
2.4.2	<i>Inga vera</i> Willd. subsp. <i>affinis</i> (A.D.) T.D. Pennington.....	24
2.4.3	<i>Campomanesia velutina</i>	25
2.4.4	<i>Tapirira guianensis</i> (Benth.) J. D. Mitchell	26
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1	Coleta e beneficiamento do material	27
3.2	Determinação do conteúdo de água	27
3.3	Condicionamento fisiológico.....	28
3.4	Secagem	29
3.5	Testes de germinação	29
3.6	Eletroforese de proteínas totais e proteínas resistentes ao calor.....	30
3.7	Análise de dados	31
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que sementes de espécies florestais têm diferentes comportamentos quanto à tolerância à secagem e ao armazenamento sendo, portanto, classificadas como ortodoxas, recalcitrantes (ROBERTS, 1973) ou intermediárias (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990). Atualmente, o maior desafio da conservação de sementes é desenvolver uma tecnologia que permita o armazenamento das sementes recalcitrantes por períodos que permitam sua conservação em bancos de germoplasma, reduzindo o risco de extinção dessas espécies (BARBEDO, 2018; BARBEDO *et al.*, 2018; BONJOVANI; BARBEDO, 2020).

A tolerância à dessecação envolve uma série de mecanismos estruturais e metabólicos que compreendem mudanças hormonais, alterações quantitativas e qualitativas de proteínas e açúcares, o que permite que as células tolerem a perda de água (BONJOVANI; BARBEDO, 2008). Desde a década de 90, estudos têm sido intensificados, buscando compreender como funcionam tais mecanismos, em níveis fisiológicos e moleculares, mas devido ao grande número de espécies florestais existentes, as informações conclusivas ainda são poucas.

Em sementes recalcitrantes, o controle da mobilização de água por meio do uso de soluções osmóticas busca reduzir seu metabolismo e tem apresentado resultados satisfatórios, principalmente para leguminosas (POWELL, 1998).

O condicionamento fisiológico vem sendo utilizado como ferramenta para compreender os mecanismos de tolerância à dessecação (PELLISSARI, 2018). As soluções comumente utilizadas para este fim são polietilenoglicol, glicerol, manitol, nitrato de potássio (KNO_3), fosfato tripotássico (K_3PO_4), sulfato de magnésio ($MgSO_4$), cloreto de sódio ($NaCl$) dentre outras (NASCIMENTO, 1998).

Já se encontram na literatura resultados indicando ação positiva do uso do PEG em sementes de *Inga vera*, permitindo que os embriões dessa espécie se mantenham viáveis por mais tempo durante o armazenamento (ANDRÉO; NAKAGAWA; BARBEDO, 2006; PEREIRA *et al.*, 2020).

O uso de ácido salicílico (AS) tem se destacado como estratégia para reduzir efeitos de estresses em plantas (KHAN *et al.*, 2015), o qual possui ação comprovada na germinação de sementes (CUTT; KLESSIG, 1992), permeabilidade de membranas (BARKOSKY; EINHELLIG, 1993), fechamento estomático (LARQUÉ-SAAVEDRA, 1979), fotossíntese e crescimento vegetal (HUSSEIN, 2015; KHAN *et al.*, 2003) e no aumento da tolerância à dessecação.

Dessa forma, espera-se, com este estudo, que as sementes tratadas apresentem melhores resultados na manutenção da viabilidade quando experimentarem uma perda significativa de seu conteúdo de água e, assim, compreender como o condicionamento fisiológico com diferentes substâncias atua nas respostas moleculares, permitindo que protocolos de condicionamento para diferentes espécies florestais sejam estabelecidos, de forma a contribuir para o armazenamento das espécies que produzem sementes que não toleram à dessecação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tolerância à dessecação

A tolerância à dessecação de um órgão ou organismo é definida como a capacidade de perder água e retomar o seu metabolismo após a reidratação (DEKKERS *et al.*, 2015; HOEKSTRA; GOLOVINA; BUITINK, 2001; LEPRINCE; BUITINK, 2010; OLIVER; TUBA; MISHLER, 2000). A tolerância à dessecação pode estar presente em diversos organismos como fungos, bactérias e plantas, mas normalmente não se desenvolve em todas as partes da planta, sendo mais comumente observada em sementes e grãos de pólen (ALPERT, 2006; BERJAK; PAMMENTER, 2013, DEKKERS *et al.*, 2015; HOEKSTRA; GOLOVINA; BUITINK, 2001).

As sementes se dividem em classes denominadas ortodoxas, recalcitrantes (ROBERTS, 1973) e intermediárias (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990) em relação a sua tolerância à dessecação e ao armazenamento.

A classe de sementes denominada ortodoxas (ROBERTS, 1973) compreende as sementes tolerantes à dessecação e ao armazenamento, que suportam perder água até valores próximos de 5% e podem ser armazenadas por longos períodos em baixas temperaturas sem que sua viabilidade seja perdida. O armazenamento é feito, em geral, com as sementes no estado seco e em temperaturas abaixo de zero, normalmente a -18°C , como determina a maioria dos bancos de sementes (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2013). Essa classe compreende a maioria das sementes de angiospermas (TWEDDLE *et al.*, 2003).

As sementes denominadas recalcitrantes são aquelas intolerantes à dessecação, portanto, sensíveis à secagem e ao armazenamento por longos períodos, já que são dispersas com um conteúdo de água elevado e metabolismo intenso até o momento pós-colheita. Por apresentarem tais características, elas não suportam o armazenamento da maneira convencional. O armazenamento dessas sementes, a curto ou médio prazo, pode ser possível por meio de estratégias que impeçam ou reduzam a perda de água (BERJAK; PAMMENTER, 2008), por exemplo, a crioconservação e o armazenamento por meio da imersão em soluções osmóticas (PEREIRA *et al.*, 2020).

A classe de sementes intermediárias, proposta por Ellis, Hong e Roberts (1990), compreende aquelas que se enquadram de forma intermediária, como o próprio nome sugere, entre as ortodoxas e recalcitrantes, abrangendo sementes que podem ser secas até em torno de 10% de conteúdo de água, mas não toleram armazenamento em longo prazo, nem a temperaturas negativas. Esse grupo ainda é bastante questionado e, portanto, esse agrupamento em classes preestabelecidas se torna impreciso, já que elas apresentam características de sementes ortodoxas, porém com curta longevidade (FARRANT *et al.*, 1997; PENCE, 1996; SACANDÉ *et al.*, 1997; WALTERS-VERTUCCI; CRANE; VANCE, 1996). Estudos corroboraram tais questionamentos e, discutem ainda que podem ocorrer diferenças na classificação, até mesmo dentro de uma mesma espécie, quando as sementes se desenvolvem em diferentes condições (BERJAK *et al.*, 1994; PROBERT; BRIERLEY, 1989).

Esse agrupamento das sementes em apenas três classes, ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes, vem sendo discutido e estudado de forma a se propor uma nova forma de classificação incluindo níveis de recalcitrância, ou seja, propõe-se que existam espécies com sementes mais recalcitrantes que outras (BARBEDO; CICERO, 2000; BERJAK *et al.*, 1990; FARRANT; PAMMENTER; BERJAK, 1988). Além disso, outros autores têm utilizado a denominação “espécies excepcionais” para se referir àquelas sementes que não toleram a dessecação, juntamente com aquelas que produzem poucas sementes viáveis, incluindo, ainda nessa categoria, aquelas com período de vida curto quando no estado seco (PENCE, 2011).

A partir do momento de fertilização, as sementes apresentam seu desenvolvimento subdividido em três etapas (BERJAK; PAMMENTER, 2013): a histodiferenciação, que compreende intenso metabolismo e sensibilidade à secagem; o acúmulo de reservas, caracterizado pela deposição de proteínas, carboidratos e lipídeos; e a maturação que, em sementes ortodoxas, é caracterizada por um declínio significativo no seu conteúdo de água (BERJAK; PAMMENTER, 2013). O momento de aquisição de tolerância à dessecação é durante o acúmulo de reservas, para que, quando iniciar a secagem, os tecidos suportem as tensões impostas pela desidratação (KERMODE; FINCH-SAVAGE, 2002).

Desde a década de 90, os estudos sobre o comportamento de sementes de espécies nativas durante o armazenamento vêm sendo intensificados, buscando entender os mecanismos fisiológicos e moleculares envolvidos com a tolerância e sensibilidade à dessecação de sementes (DAVIDE *et al.*, 2003; DEKKERS *et al.*, 2015; FARIA; VAN LAMMEREN; HILHORST, 2004;

LANG *et al.*, 2014; MASETTO; FARIA; FRAIZ, 2015; REIS; CUNHA, 1997; WANG *et al.*, 2015).

A secagem é a maneira mais comum de conservar a viabilidade das sementes, reduzindo seu metabolismo e prolongando sua longevidade (BONJOVANI; BARBEDO, 2020; VILLELA; PERES, 2004). Para algumas espécies, quando se associa secagem à redução da temperatura, o resultado é ainda melhor na conservação (COLVILLE; PRITCHARD, 2019; WALTERS; WHEELER; GROTENHUIS, 2005), já que temperaturas mais baixas podem reduzir ou atrasar a taxa absoluta de respiração (DAHAL; KIM; BRADFORD, 1996, PARISI *et al.*, 2019). No entanto, algumas espécies como *Inga vera* Willd, que apresenta sementes com comportamento recalcitrante, podem sofrer ainda mais com a redução da temperatura que pode tornar um elemento a mais de estresse (BONJOVANI; BARBEDO, 2020).

Durante a secagem, aquelas sementes que toleram a dessecação aumentam a viscosidade citoplasmática, formando um estado vítreo, que pode ser entendido como a ação de um líquido de alta viscosidade que reduz as reações químicas que necessitam de difusão, preservando assim as estruturas celulares durante a desidratação (OOMS *et al.*, 1993) e, portanto, impedem a formação de cristais de gelo quando as sementes são armazenadas em baixas temperaturas (PAMMENTER; BERJAK, 1999). Dessa forma, reduzem-se as reações químicas e, assim, ajudam na manutenção da viabilidade das mesmas durante a secagem e armazenamento (PELLISSARI *et al.*, 2022).

Essas mudanças que ocorrem minimizam os danos celulares por meio de defesas como proteção do DNA e citoesqueleto, presença de sistemas antioxidantes eficientes, acúmulo de moléculas protetoras, como as proteínas *Late Embryogenic Abundant Proteins* (LEA) e *Heat Shock Proteins* (HSP) e oligossacarídeos (rafinose, estaquiase, verbascose), já que essas substituem a água, evitando que a secagem acarrete em danos àquela semente, mantendo as membranas estáveis, por meio do estado vítreo (BUTINK *et al.*, 2004; HOEKSTRA; GOLOVINA; BUTINK, 2001; LEPRINCE; HOEKSTRA, 1998; PAMMENTER; BERJAK, 1999; PELLISSARI, 2018).

Anteriormente à perda de água, as sementes ortodoxas passam por um processo de indução da tolerância à dessecação, fato que não ocorre nas recalcitrantes (SONG-QUAN *et al.*, 2003), que são dispersas com um teor de água elevado e, portanto, se armazenadas de maneira convencional, podem germinar durante o armazenamento. A umidade elevada e a intensa atividade respiratória podem resultar em consumo das reservas e ocasionar um desordenamento no metabolismo, que favorecerão a formação de radicais livres e, conseqüentemente, sua deterioração, reduzindo sua

viabilidade e a capacidade de serem armazenadas (BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998; FERREIRA; BORGHETTI, 2009).

As sementes sensíveis à dessecação, diferentemente das ortodoxas, não podem manter a integridade de suas membranas e organelas quando com baixos conteúdos de água (OLIVER *et al.*, 2020). A perda da viabilidade nessas sementes está ligada principalmente aos danos que a secagem acarreta às membranas das células (BECWAR; STANWOOD; ROOS, 1982). A redução de água faz com que o conteúdo celular se torne mais viscoso, seus solutos se tornem mais concentrados e que haja um aumento de reações químicas destrutivas, cristalização de alguns solutos que acarretam em mudança no pH da solução intracelular, além de facilitar a desnaturação de proteínas, podendo ocorrer ainda a ruptura de membranas (BARBEDO; BILIA, 1998; SILVA *et al.*, 2012).

As sementes recalcitrantes podem germinar imediatamente após a dispersão sem a necessidade de uma fonte externa de hidratação (FINCH-SAVAGE *et al.*, 1992). Uma hipótese para justificar a diferença de comportamento entre ortodoxas e recalcitrantes é que esse mecanismo seja consequência do processo evolutivo da seleção natural (BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998), já que as espécies que produzem sementes recalcitrantes evoluíram em locais com condições ótimas para a germinação, durante praticamente todo o ano, comumente solos úmidos com a germinação ocorrendo imediatamente após o processo de maturação (BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998). Dessa forma, não houve necessidade de desenvolverem estratégias para se manterem vivas por períodos em que as condições não são favoráveis ao seu estabelecimento.

A secagem acarreta danos tanto às sementes sensíveis quanto às tolerantes à dessecação, porém as sementes sensíveis não desenvolveram mecanismos eficientes para reparar tais danos. Os principais danos da secagem compreendem prejuízos ao DNA, devido principalmente à ação de espécies reativas de oxigênio, danos e até ruptura de membranas celulares, condensação da cromatina e danos nas mitocôndrias (BERJAK, 2006; KIOKO; BERJAK; PAMMENTER, 2006; MIAO; KANEKO; SUGAWARA, 2005; WANG; MØLLER; SONG, 2012; WEN *et al.*, 2012). Apenas sementes que toleram a dessecação possuem capacidade de manter o DNA estável ou repará-lo após a secagem (BOUBRIAK *et al.*, 2000; OSBORNE; BOUBRIAK, 1994).

Todas as sementes apresentam redução do conteúdo de água após o período de maturação, mas o limite dessa secagem é variável entre as espécies e, em sementes com comportamento recalcitrante, o limite para a perda de água é restrito (FARRANT *et al.*, 1996), sendo o ponto em

que acontece a perda da viabilidade muito variável entre as espécies (ELLIS; HONG; ROBERTS, 1990; VIEIRA *et al.*, 2008).

Devido ao grande número de espécies florestais existentes, as informações conclusivas ainda são poucas. Kovach e Bradford (1992), trabalhando com sementes da espécie *Zizania palustris*, relataram que os danos causados às membranas das sementes que não toleram a secagem ocorrem não durante o processo de secagem, mas sim durante o processo de reidratação.

Finch-Savage e Blake (1994), trabalhando com a espécie *Quercus robur*, não verificaram relação entre a sensibilidade à dessecação e as concentrações de ABA e a presença de proteínas de dessecação ou açúcares solúveis, que são relacionados com a resistência presente nas sementes ortodoxas. Já estudos comparando as espécies *Oryza sativa* e *Zizania palustris* perceberam que esta última apresenta maior sensibilidade à dessecação e que o acúmulo de ABA e sacarose em suas sementes foi duas vezes maior que o da outra espécie em estudo, mas não apresentaram relação com o acúmulo de proteínas de dessecação. Já as proteínas LEA (*Late embryogenesis abundant proteins*) foram semelhantes para as duas espécies, levando a crer que a sensibilidade presente em *Zizania palustris* não se relaciona com a ausência desses fatores (STILL; KOVACH; BRADFORD, 1994). O assunto ainda deve ser melhor estudado, já que os resultados de estudos anteriores, muitas vezes, são inconclusivos ou contraditórios.

Dessa forma, a conservação de sementes sensíveis à dessecação continua sendo um desafio, já que os conhecimentos sobre os mecanismos envolvidos na sua rápida deterioração ainda são pouco conhecidos (BONJOVANI; BARBEDO, 2020).

2.2 Condicionamento fisiológico

O condicionamento ou *priming* consiste em técnicas que buscam sincronizar e reduzir o tempo de germinação das sementes (MARCOS-FILHO, 2015) por meio da hidratação controlada, provocando o início de processos fisiológicos das fases I e II da germinação, sem que haja protrusão radicular (fase III) (LARA *et al.*, 2014).

O condicionamento osmótico está entre as técnicas mais utilizadas, devido ao fato de que, além de melhorar a germinação das sementes, atua na tolerância a estresses (CHEN; FESSEHAIE; ARORA, 2012).

A técnica permite maior expressão do potencial fisiológico das sementes, resultando em maior uniformidade e redução do tempo de germinação (BATISTA *et al.*, 2018), melhorando seu desempenho no campo (MAXIMIANO *et al.*, 2018).

É uma técnica amplamente utilizada, visando a compreender mecanismos de tolerância à dessecação (PELISSARI, 2018). As técnicas utilizadas para o condicionamento osmótico passam pelas mais simples e se estendem às mais complexas e podem ser usadas para culturas anuais ou espécies florestais (RIFNA *et al.*, 2019). De forma geral, as sementes são expostas a uma solução osmótica pré-determinada, por certo período de tempo e, em seguida, são secas até a umidade inicial que apresentavam anteriormente ao condicionamento, permitindo que essas sementes sejam manuseadas ou armazenadas (NASCIMENTO, 1998).

O condicionamento reforça os sistemas de defesa das células e melhora a tolerância a estresses por meio do acúmulo de proteínas de defesa (ENGLER *et al.*, 2001), como as proteínas LEA e as aquaporinas, que regulam a movimentação da água, através da membrana celular, além de transportarem moléculas como ureia, ácido bórico, ácido salicílico, amônia, dióxido de carbono (BORGES *et al.*, 2014; FERREIRA; PEREZ-MARIN, 2022; GOMES *et al.*, 2009; WAQAS *et al.*, 2019). O condicionamento pode ainda criar uma “memória de estresse” na semente, que faz com que a planta induza uma memória para responder melhor e de maneira mais rápida em situações posteriores de estresse (PASTOR *et al.*, 2013). Além disso, plantas que anteriormente passaram por algum estresse, por exemplo, *priming*, podem desenvolver mecanismos de tolerância a outros tipos de estresse por meio da produção de metabólitos secundários (KOLLER; HADAS, 1982).

O sucesso no uso da técnica sofre influência de diversos fatores como a solução osmótica a ser utilizada, o potencial dessa solução, a temperatura em que as sementes serão condicionadas, o tempo de embebição, a aeração, luz e a secagem das sementes (LIMA; MARCOS FILHO, 2010; PEREZ-GARCIA *et al.*, 1995). O efeito desses fatores pode apresentar diferentes resultados até mesmo quando aplicados a lotes distintos de uma mesma espécie (CHEN; FESSEHAIE; ARORA, 2012).

O condicionamento promove a mobilização de reservas, ativação e síntese de enzimas e início e aumento da DNA e RNA e dessa forma as sementes disponibilizam os precursores utilizados na síntese de macromoléculas, que podem estar relacionadas à remoção de certos agentes inibidores da germinação, como a ABA (ácido abscísico), ou à produção de agentes promotores, como o ácido giberélico (DANTAS *et al.*, 2019).

Além disso, para Marcos Filho (2015), o osmocondicionamento permite que o metabolismo das sementes seja ativado e que ocorra reestruturação de seu sistema de membranas devido ao acúmulo de solutos no início do metabolismo das sementes, ocasionando maior turgescência na reidratação e, dessa forma, proporciona melhorias no processo germinativo (KISSMANN *et al.*, 2010).

As soluções utilizadas normalmente são polietilenoglicol, glicerol, manitol, nitrato de potássio (KNO_3), fosfato tripotássico (K_3PO_4), sulfato de magnésio (MgSO_4), cloreto de sódio (NaCl) dentre outras. De maneira geral, os potenciais osmóticos das soluções utilizadas ficam entre -0,5 e -2,0 MPa, podendo variar de acordo com a espécie. A temperatura de condicionamento oscila entre 15 e 25°C, num período de 2 a 21 dias, apresentando variações conforme as características da espécie. Quanto à presença de luz, normalmente aquelas espécies que necessitam de iluminação para germinar também necessitam para embeber (NASCIMENTO, 1998), entretanto, em tratamentos para reindução da tolerância à dessecação, recomenda-se que o tratamento seja feito no escuro para evitar danos (COSTA *et al.*, 2016).

As técnicas para esse fim envolvem a embebição em substrato úmido ou a imersão das sementes ou embriões em soluções osmóticas com potencial hídrico conhecido (DE CARVALHO *et al.*, 2000; PAMMENTER *et al.*, 2002).

O polietilenoglicol é o osmocondicionante mais utilizado (SANTOS; SILVA-MANN; FERREIRA, 2011), por ser um polímero de alto peso molecular, inerte, não iônico, que não penetra nas células e, portanto, não causa toxidez às sementes. As soluções osmóticas são utilizadas por criarem um meio osmótico no entorno das sementes, o que controla a mobilidade da água em seu interior, de modo que as sementes entrem em equilíbrio higroscópico com o meio e espera-se que não se tenha ganho ou perda significativa de água, além de evitar que a germinação ocorra durante o período de armazenamento (STEUTER; MOZAFAR; GOODIN, 1981).

Para Baskin e Baskin (2014), a embebição é considerada um período crítico para a semente, que pode resultar tanto em benefícios, quanto em prejuízos para o seu processo de germinação. Outros autores corroboram esta afirmação, por meio de seus estudos, comprovando que grandes diferenças entre o potencial hídrico da semente e do substrato podem ocasionar uma entrada muito rápida de água nas sementes, podendo acarretar danos por embebição, ocasionando ruptura celular e liberando grande quantidade de exsudados, principalmente em sementes menos vigorosas (MARCOS FILHO, 2005).

Estudos conduzidos com embriões recalcitrantes de *Inga vera* (ANDRÉO; NAKAGAWA; BARBEDO, 2006, PEREIRA *et al.*, 2020) mostraram que o uso do PEG permite que os embriões possam ser armazenados por um período mais longo quando comparados àqueles armazenados de maneira convencional.

Técnicas que associam o uso de PEG, combinado com ácido abscísico (ABA) e baixas temperaturas, vêm apresentando resultados consideráveis no que diz respeito ao restabelecimento da tolerância à dessecação de sementes ortodoxas após o momento da germinação (ANGOSHTARI *et al.*, 2009; BUITINK *et al.*, 2004). O potencial da solução e o tempo de embebição influenciam essa reindução, tanto quando se trabalha com polietilenoglicol, como com ABA. Vale ressaltar que esses valores variam entre diferentes espécies (MAIA *et al.*, 2011).

2.2.1 Fitormônios e reguladores de crescimento

Os fitormônios são compostos orgânicos produzidos pelas plantas que ocorrem naturalmente (FAGAN *et al.*, 2015) e que, em baixas concentrações, causam significativas influências nos vegetais, podendo promover, inibir ou modificar processos fisiológicos ou morfológicos (CASTRO; VIEIRA, 2001; SILVA *et al.*, 2014). Para Taiz *et al.* (2017), hormônios são como mensageiros químicos produzidos em uma célula, mas que modulam os processos celulares em outra célula, interagindo com proteínas específicas que funcionam como receptores ligados a rotas de transdução de sinal.

Os hormônios apresentam a capacidade de regular o crescimento e o desenvolvimento, em que uma única molécula de determinado hormônio implica uma série de eventos metabólicos que resulta em mudanças intracelulares (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Eles podem ter ação no mesmo local de síntese ou em outros locais nas diferentes fases de desenvolvimento de uma planta (SALISBURY; ROSS, 1992).

Já os reguladores de crescimento são substâncias naturais ou artificiais, que são aplicados de maneira exógena nas plantas e desempenham papéis semelhantes aos hormônios naturais no crescimento e desenvolvimento das plantas (DE MELO, 2002).

Tanto os fitormônios quanto os reguladores possuem papéis importantes na germinação, dormência, maturação de frutos, brotação de gemas, senescência, crescimento além de outros fenômenos fisiológicos dos vegetais (BEWLEY; BLACK, 1985; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os hormônios são divididos de maneira geral em promotores e inibidores de desenvolvimento. As auxinas, as citocininas, as giberelinas atuam como promotoras e o etileno e o ácido abscísico como inibidoras (DA SILVA; ESPÍNDOLA; ESPÍNDOLA, 2021). Substâncias como brassinosteróides, poliaminas, ácido jasmônico e ácido salicílico são compostos que afetam o desenvolvimento vegetal, o crescimento e a defesa e por anos tinham classificação indefinida. Entretanto, recentemente foram classificados como “outros hormônios vegetais” que atuam no metabolismo secundário das plantas (DA SILVA; ESPÍNDOLA; ESPÍNDOLA, 2021; FAGAN *et al.*, 2015).

2.2.2 Ácido Salicílico (AS)

O uso de fitormônios, principalmente do ácido salicílico (AS), vem se destacando como ferramenta para reduzir efeitos de estresses em plantas. No entanto, os mecanismos moleculares, bioquímicos e fisiológicos envolvidos ainda precisam ser entendidos (KHAN *et al.*, 2015). Estudos comprovam a ação do AS em diversos processos que ocorrem nas plantas incluindo a germinação de sementes (CUTT; KLESSIG, 1992), permeabilidade de membranas (BARKOSKY; EINHELLIG, 1993), fechamento estomático (LARQUÉ-SAAVEDRA, 1979), fotossíntese e crescimento vegetal (HUSSEIN, 2015; KHAN *et al.*, 2003).

Diversas formas de aplicação do ácido salicílico vêm sendo testadas nas plantas, e vão desde o condicionamento das sementes, até sua aplicação no solo (raiz) ou ainda aplicação foliar (KRANTEV *et al.*, 2008; NÉMETH *et al.*, 2002; POÓR *et al.*, 2011; SOURI; TOHIDLOO, 2019). A eficácia da aplicação exógena varia em função da espécie, do seu estágio de desenvolvimento, da concentração aplicada, do método de aplicação e das condições ambientais (CHAKMA *et al.*, 2021; HORVÁTH *et al.*, 2015; JAYAKANNAN *et al.*, 2015).

Além disso, a aplicação exógena de AS, seja por meio de pulverização ou imersão das sementes, teve sua ação comprovada como indutora de mecanismos que promovem a tolerância a estresse hídrico nas plantas (ANWAR *et al.*, 2013; HORVÁTH *et al.*, 2007; KHAN *et al.*, 2012; KHAN; KHAN, 2013, 2014; PALMA *et al.*, 2013). As doses utilizadas para tal fim variam entre as espécies e, quando utilizadas em concentrações inadequadas, podem apresentar efeito contrário, ou seja, podem ter funções inibitórias nas plantas (NAZAR *et al.*, 2011).

A aplicação exógena do AS vem sendo relacionada com um aumento na modulação de enzimas antioxidantes como glutatona e ascorbato nas sementes, enzimas estas que apresentam funções na redução da peroxidação lipídica durante germinação (SHARAFIZAD *et al.*, 2013). Além disso, a presença do AS mantém os níveis de citocinina nos tecidos vegetais, o que aumenta a divisão celular (HUSSEIN, 2015; SAKHABUTDINOVA *et al.*, 2003). Recentemente, estudos têm observado que o AS tem função nas plantas, induzindo genes que codificam, por exemplo, proteínas de choque térmico (HSPs) e antioxidantes, indicando mais uma vez que a aplicação desse regulador pode melhorar a tolerância a estresses nas plantas (KHAN *et al.*, 2015).

2.2.3 Crioprotetores

Os crioprotetores podem ser entendidos como substâncias com capacidade de reduzir o ponto de congelamento e minimizar a formação de cristais de gelo intracelular, além da proteção contra injúrias causadas pela dessecação (CARVALHO, 2006; SANTOS; SALOMÃO, 2010). As substâncias mais utilizadas para isso são dimetilsulfóxidos, etileno glicol, metanol, glicerol, propileno glicol e alguns açúcares como sacarose, trealose e glucose, sendo que os açúcares não apresentam risco de toxicidade (SOARES JÚNIOR, 2005).

Estudos mostraram efeitos do condicionamento promovendo aumento no percentual germinativo das sementes, melhora na velocidade de germinação, além da resistência ao estresse térmico (BATISTA *et al.*, 2016; BINOTTI *et al.*, 2014). No entanto, doses altas de açúcares podem resultar em efeitos opostos, como indica o trabalho de Eveland e Jackson (2011), que observaram que os níveis de ABA também aumentam conforme a concentração de açúcar se torna maior e ambos componentes tendem a ter ação de dificultar o processo germinativo, mostrando, dessa forma, que os resultados ainda são escassos e muitas vezes controversos (BATISTA *et al.*, 2018).

O tempo em que o material vegetal é exposto às soluções crioprotetoras é o fator crítico para a sobrevivência, já que o excesso de desidratação pode resultar em danos celulares e estresse osmótico excessivo dos crioprotetores, além de formação intracelular de gelo durante o congelamento (GALDIANO JÚNIOR, 2013).

A sacarose é um crioprotetor que não apresenta potencial de toxicidade às sementes, mesmo quando é utilizada em altas concentrações (DUMET *et al.*, 1993; SANTOS, 2000). De Araújo *et al.* (2019) ressaltam, em seus trabalhos, que os mecanismos de toxicidade ainda não são

compreendidos, tornando-se uma dificuldade em definir qual crioprotetor usar e qual a sua concentração. Ela é uma importante fonte exógena de energia, que fornece esqueleto de carbono ao metabolismo vegetal. Trabalhos mostram sua ação resultando em maior comprimento de parte aérea, maior número de folhas (CHAKRABORTI *et al.*, 2021), fornecendo energia, atuando como fonte de carboidratos na diferenciação celular (SOARES *et al.*, 2011), mantendo a estrutura do tecido fotossintético (KOLEVA *et al.*, 2012) e, além do seu potencial osmótico, atua também induzindo mudanças fisiológicas e metabólicas, como por exemplo, aumento da permeabilidade da parede celular (RODRIGUEZ-ENRIQUEZ *et al.*, 2013), levando a maior absorção de água e nutrientes que resultam na retomada de crescimento do eixo embrionário (PEREIRA *et al.*, 2021).

Ainda não se pode determinar de maneira clara como os açúcares atuam, mas há hipóteses de que sejam como agentes osmóticos, removendo o excesso de água intracelular ou substituindo a água, mantendo as estruturas na sua conformação original, mesmo quando os vegetais passam por processos de secagem. A hipótese da substituição se deu com base em experimentos nos quais verificou-se que os grupos hidroxila dos açúcares se ligam por meio de pontes de hidrogênio aos grupos hidrofílicos das cabeças polares de fosfolipídeos e proteínas da bicamada de membrana celular (CROWE; CROWE; CHAPMAN, 1984).

O uso de crioprotetores, como a sacarose e o glicerol, reduz os danos celulares causados pela concentração dos sais no meio e, mediante ligações de hidrogênio com a molécula de água, diminuem a formação de cristais de gelo e a concentração de soluto nos meios extra e intracelular. Além disso, as ligações de hidrogênio também promovem a estabilização da estrutura quaternária das proteínas de membrana, preservando-as da desidratação (MOLINA *et al.*, 2006).

O glicerol pode ser entendido como um álcool de açúcar que não apresenta potencial de toxicidade, é biodegradável e comestível (TISSERAT; STUFF, 2011). Ele atua transportando equivalentes redutores do citosol para a mitocôndria (CHANDA *et al.*, 2011). Diversos trabalhos vêm demonstrando seu uso como crioprotetor (KIM; OH, 2009; PANIS; LAMBARDI, 2006; SILAYOI, 2001) na cultura de tecidos (BAWEJA; SAHOO, 2009; MELLO *et al.*, 2001) e ainda como suplemento de carboidratos, estimulando crescimento de tecidos de algas (BAWEJA; SAHOO, 2009; KACZYNA; MEGNET, 1993; MARIÁN; GARCÍA-JIMÉNEZ; ROBAINA, 2000).

Além disso, o glicerol pode ser usado substituindo a sacarose ou açúcares redutores como a glicose e frutose como fonte de carbono de culturas de células vegetais (GAUTHERET, 1955;

MELLO *et al.*, 2001). Autores vêm mostrando também seu uso neutralizando os efeitos da salinidade no crescimento e no metabolismo secundário, quando as sementes são imersas em solução (ALI; ELFEKY; ABBAS, 2008).

Estudos utilizando o glicerol via aplicação foliar indicam que sua aplicação estimula o crescimento em diversas espécies como milho, cenoura e hortelã (TISSERAT; STUFF, 2011). Já tratamentos por primer, evidenciaram melhoras na taxa de germinação em sorgo (TIRYAKI; BUYUKCINGIL, 2009) e *Vavilovia formosa* (Stev.) Al. Fed. (HATICE *et al.*, 2021).

Alguns autores discutem o potencial de causar efeitos tóxicos que o glicerol apresenta, podendo, por exemplo, causar modificações físico-químicas que podem levar à ruptura da membrana plasmática, remoção de proteínas membranárias além de alterar a estabilidade da estrutura lipídica (CURRY, 2000; WATSON, 1995).

2.3 Proteínas

O perfil proteico sofre influência direta de estímulos, sejam eles externos ou internos à semente. A caracterização de mapas proteômicos é uma ferramenta de estudo genômico fundamental para se comparar diferenças na abundância proteica de sementes quando tratadas com soluções distintas em resposta ao armazenamento (DIAS *et al.*, 2000; SILVEIRA *et al.*, 2008).

A vantagem de se trabalhar com proteínas é que as mesmas são as responsáveis diretas por responderem a algum estresse a que a planta é submetida, incluindo enzimas, componentes de transcrição e tradução também regulam as respostas a estresses (KOSOVÁ *et al.*, 2011). Diversos estudos têm utilizado a análise proteômica como ferramenta para investigar possíveis mudanças no perfil proteico que caracterizam processos de maturação, dessecação ou algum tipo de estresse a que as plantas são submetidas (GALLARDO *et al.*, 2001; SOEDA *et al.*, 2005).

Estudos realizados indicam que a peroxidação de lipídios e o acúmulo de radicais livres se relacionam com a perda de viabilidade durante a secagem em sementes sensíveis à dessecação (HENDRY, 1993; LEPRINCE *et al.*, 1990; SENARATNA; McKERSIE; BOROCHOV, 1987), já que reagem com peróxido de hidrogênio produzindo compostos capazes de danificar o aparato celular, além das proteínas (HENDRY, 1993).

Outros autores (NKANG; OMOKARO; EGBE, 2000) afirmam que sementes sensíveis à dessecação sofrem alteração enzimática e de proteínas estruturais durante a secagem, como é o caso das enzimas removedoras de radicais livres.

Além das alterações já citadas, durante o processo de secagem, as sementes podem sofrer mudanças na síntese de enzimas antioxidantes, alterações na elasticidade da parede celular, aumento na síntese de proteínas LEA (*Late Embryogenesis Abundant Proteins*) e outras enzimas com função protetora (BLACKMAN *et al.*, 1991; BLACKMAN; OBENDORF; LEOPOLD, 1992), que são fatores que influenciam na tolerância à dessecação nas sementes.

As proteínas LEA, ou "proteínas abundantes na fase tardia da embriogênese" atuam de maneira semelhante aos carboidatos, promovendo a proteção e estabilização das membranas e proteínas quando submetidas a estresses (AMARA *et al.*, 2012; LANGRIDGE; PALTRIDGE; FINCHER, 2006). Elas são pequenas moléculas hidrofílicas, estáveis ao calor. A forma com que elas atuam fornecendo proteção durante a secagem ainda não é conclusiva, no entanto, diversos trabalhos de proteômica têm vinculado proteínas LEAs com tolerância à dessecação em sementes ortodoxas (DELAHAIE *et al.*, 2013). Nas sementes recalcitrantes, esses mecanismos de tolerância são ausentes ou não se expressam, como mostram trabalhos evidenciando a ausência de LEAs relacionadas à tolerância à dessecação em sementes recalcitrantes de *Castanospermum australe* (DELAHAIE *et al.*, 2013).

No começo do processo de dessecação, é possível observar a presença de mRNA de LEA proteínas em tecidos embrionários. Conforme a secagem progride, elas se tornam mais abundantes, sofrendo queda após a embebição da semente (BAKER; STEELE; DURE, 1988; GALAU; JAKOBSEN; HUGHES, 1991). Estudos (WALTERS; RIED; WALKER-SIMMONS, 1997) sugerem que essas proteínas se ligam a íons e moléculas de água, se relacionando também com açúcares, de modo a controlar a perda de água, mantendo as sementes ortodoxas viáveis mesmo quando em baixos percentuais de umidade.

As plantas podem ser submetidas aos mais diversos tipos de estresses abióticos, que afetarão a sua sobrevivência e crescimento. Esses organismos desenvolveram formas de resposta a essas condições desfavoráveis ao seu estabelecimento por meio de mecanismos fisiológicos e bioquímicos que envolvem a expressão de genes regulados por estresse (DIOGO JUNIOR, 2018; GUO *et al.*, 2016).

A função das HSPs tem sido discutida por ter relação tanto com a preservação das estruturas macromoleculares durante a secagem, quanto no reparo durante a reidratação (VERTUCCI; FARRANT, 1995). Todos os organismos sintetizam este tipo de proteína como forma de resposta a elevadas temperaturas, no entanto, o balanço de proteínas sintetizadas e a importância das famílias individuais dessas proteínas na tolerância ao estresse variam entre diferentes organismos (QUEITSCH *et al.*, 2000).

As deidrinhas, proteínas pertencentes ao grupo das LEAs (BOMAL; LE; TREMBLAY, 2002), e HSPs estão relacionadas à tolerância à dessecação, e apresentam índices significativamente mais elevados em sementes ortodoxas que em recalcitrantes (KALEMBA; PUKACKA, 2012).

Blackman *et al.* (1991) evidenciaram que apenas a habilidade ou a falta de algum fator para expressar LEAs ou proteínas semelhantes às deidrinhas, analisada isoladamente, não pode ser entendida como indicativo de que sementes de determinada espécie sejam sensíveis ou não à desidratação, já que esta está relacionada também a outros fatores, como por exemplo, a formação de radicais livres (KRANNER *et al.*, 2011) que, nas sementes recalcitrantes, devido ao metabolismo desordenado, é considerado por alguns autores como o principal dano causado ao meio celular pela secagem (FARRANT; SHERWIN, 1998; PAMMENTER; BERJAK, 1999; WALTERS, 2000).

2.4 Espécies de trabalho

2.4.1 *Eugenia uniflora* L.

Pertencente à família Myrtaceae, *Eugenia uniflora* L., é conhecida popularmente como Pitanga, do tupi “pi’tãg”, que significa vermelho (DONADIO; MORO; SERVIDONE, 2002; FRANZON *et al.*, 2018).

É uma espécie de ocorrência em quase todo o território brasileiro, principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, se estendendo até o norte da Argentina (BICAS *et al.*, 2011; FRANZON *et al.*, 2018). Seu habitat natural conta com margens de córregos e margens de floresta, mas se adapta muito bem a diversos ambientes. Ocorre na caatinga, cerrado, sul e é cultivada comumente na região nordeste do país, mas sua área de ocorrência é predominantemente Mata Atlântica (LORENZI *et al.*, 2006), onde apresenta indivíduos que medem em média de 4 a 5 metros

de altura (LORENZI, 1992; SANCHOTENE, 1989), variando de arbustos de 70 centímetros até árvores de 8 a 12 metros de altura (SALGUEIRO *et al.*, 2004).

A floração de *E. uniflora* acontece entre setembro e outubro e a maturação dos frutos entre outubro e novembro (FRANZON *et al.*, 2018).

Geralmente, os frutos da pitanga são em forma de bagas e possuem de 8 a 10 sulcos longitudinais na casca (ROMAGNOLO; SOUZA, 2006). Os frutos são compostos por 77% de polpa e 23% de semente. A espécie apresenta grande diversidade genética, que manifesta-se principalmente na cor do fruto maduro (BEZERRA *et al.*, 2018; SILVA, 2006), que pode ser das cores laranja, vermelho, até roxo escuro, e seu sabor varia de fruta com baixa acidez a fruta com alta acidez e alguma adstringência (FIDELIS *et al.*, 2022; KÖHLER, 2014). Apresenta normalmente de uma a duas sementes por fruto, podendo ocorrer também três ou quatro sementes mais raramente (BAGETTI *et al.*, 2009; FIDELIS *et al.*, 2022). Suas sementes são classificadas como recalcitrantes, em relação à secagem e ao armazenamento, e teores de água abaixo de 40% interferem negativamente no seu potencial fisiológico (VAZQUEZ; HAGA, 2018).

2.4.2 *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (A.D.) T.D. Pennington

A espécie *Inga vera* apresenta indivíduos com altura média entre 5 e 10 m e 70 cm de diâmetro, podendo atingir até 25 metros de altura quando em seu habitat natural. É uma espécie adaptada a solos úmidos e arenosos, do grupo ecológico das pioneiras (RODRIGUES, 1905).

Distribuída desde o estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, com grande número de indivíduos no estado de São Paulo (LIEBERG, 1990), a espécie *Inga vera* apresenta importância desde ecológica, devido à atração da fauna pelos frutos com sarcotesta adocicada (RAGUSANETTO; FECCHIO, 2006), e na indústria farmacêutica e madeireira. A espécie é comumente utilizada em programas de reflorestamento ambiental, principalmente em áreas de mata ciliar, pelo fato de seus indivíduos apresentarem rápido crescimento e tolerarem solos inundados. Além disso, apresenta associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio (REYNEL; PENNINGTON, 1997).

A floração do *Inga vera* acontece entre os meses de agosto e novembro, e a maturação dos frutos entre dezembro e fevereiro (LORENZI, 2000; STEIN *et al.*, 2007). Seus frutos maduros apresentam cor castanho amarelada, são carnosos, indeiscentes e com comprimento médio de 7 cm

(3-15 cm) (FARIA; VAN LAMMEREN; HILHORST, 2004). Produz sementes anualmente em grande quantidade, de rápida germinação, e normalmente apresentam poliembrionia (LORENZI, 1992; OLIVEIRA, 1991).

As sementes são dispersas com umidade bastante elevada (em média 60%), são elípticas, de coloração verde e são cobertas por uma sarcotesta branca adocicada, que é de grande atração para a fauna (FARIA; VAN LAMMEREN; HILHORST, 2004; PENNINGTON, 1997). Muitas vezes, as sementes têm sua germinação iniciada ainda dentro da vagem, fenômeno conhecido como viviparidade (FARIA; VAN LAMMEREN; HILHORST, 2004). Suas sementes são classificadas como recalcitrantes e estão entre as mais sensíveis à dessecação e com a menor longevidade conhecida até o momento (BONJOVANI; BARBEDO, 2008; LAMARCA *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2020) e não sobrevivem armazenadas de maneira convencional a períodos superiores a 90 dias, mesmo sob condições ideais de armazenamento (BONJOVANI; BARBEDO, 2020).

2.4.3 *Campomanesia velutina*

Pertencente à família das Myrtaceae e de grande abundância no Cerrado brasileiro, as espécies de *Campomanesia* são conhecidas popularmente por gabiroba. A *Campomanesia velutina*, espécie endêmica no Brasil, de ocorrência no cerrado, caatinga e mata atlântica (LANDRUM, 1986), se apresenta na forma de árvores que podem atingir até 8 metros de altura. Sua floração acontece de agosto a outubro e seus frutos estão maduros entre outubro e novembro (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Seus frutos são carnosos, de coloração alaranjada, medindo de 12 a 15 mm de largura. Seu uso vai desde a medicina popular, com a infusão das folhas combatendo diarreias, até a culinária para o preparo de doces e licores (ARANTES; MONTEIRO, 2002; CARRARA, 1997).

Sementes de plantas do gênero *Campomanesia* são classificadas como recalcitrantes e, além disso, as plântulas apresentam um lento desenvolvimento em campo (DRESCH *et al.*, 2014, 2015; DRESCH; MASETTO; SCALON, 2015).

2.4.4 *Tapirira guianensis* (Benth.) J. D. Mitchell

O gênero *Tapirira*, compreende 35 espécies, dentre eles *Tapirira guianensis* (Benth.) J. D. Mitchell é a espécie nativa mais conhecida que ocorre em todos os biomas brasileiros (DA COSTA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2020), conhecida também como pombeiro, pau-pombo (MATIAS *et al.*, 2021), ocorre em áreas do bioma Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, principalmente em terrenos úmidos e matas estacionais. No Brasil, na Região Norte (estados do Amazonas, Tocantins e Acre), Região Nordeste (Bahia), Região Centro-Oeste (Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal e Mato Grosso do Sul) e Região Sudeste (Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro) (LORENZI, 2000).

A *Tapirira guianensis*, considerada como perenifólia, pioneira e heliófila, atinge em média 30 m de altura (LORENZI, 1998) por 1 m de diâmetro, tronco reto ou tortuoso, com sapopemas medindo de 40 cm a 60 cm de altura (TERRAZAS; WENDT, 1995). Apresenta, normalmente, flores unissexuais em plantas dióicas e, raramente, flores hermafroditas em matrizes femininas (LENZA; OLIVEIRA, 2005). Seus frutos são classificados como drupa ovoide, apresentam coloração verde quando imaturo e coloração roxa quando maduro (PAJEWSKY *et al.*, 2019).

Os estudos voltados à espécie desse gênero são, em grande maioria, voltados aos seus compostos químicos, já os voltados para sua propagação via sementes, ainda são escassos (CORREIA *et al.*, 2008; PEREIRA *et al.*, 2012). Barros *et al.* (1970) citado por Correia, David e David (2003), relatam que na literatura existem dados indicando que extratos das cascas de *T. guianensis* apresentam efeito estimulante uterino e atividade contra câncer humano de próstata, e também que nas suas sementes existem derivados alquilfenólicos com atividade citotóxica (DAVID *et al.*, 1998 citado por CORREIA; DAVID; DAVID, 2003).

De acordo com Santos-Moura *et al.* (2012), as sementes de *Tapirira guianensis* podem ser classificadas como recalcitrantes, já que perdem vigor e viabilidade conforme têm seu conteúdo de água diminuído e a perda total da viabilidade, ou seja, seu ponto crítico ocorre aos 16% de umidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e beneficiamento do material

As sementes das espécies ingá, gabirola, pitanga e tapirira foram coletadas na cidade de Lavras-MG, observando-se o ponto de maturação dos frutos de cada uma das espécies (DAVIDE; FARIA; BOTELHO, 1995). Na sequência, as sementes foram beneficiadas no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras – UFLA, de acordo com as características dos frutos de cada espécie (BOTELHO *et al.*, 2000; DAVIDE; FARIA; BOTELHO, 1995; DUARTE *et al.*, 2016; MELO; MENDONÇA; MENDES, 2004). Para o beneficiamento das sementes de pitanga, tapirira e gabirola, foi realizada a maceração sob água corrente para retirada da polpa carnosa dos frutos. Após a limpeza, as sementes foram colocadas em local ventilado, à sombra, para remoção da água superficial.

No beneficiamento dos frutos de ingá, foi realizada a abertura manual para remoção das sementes, as quais foram em seguida colocadas em saco plástico e mantidas por 24 horas em temperatura ambiente para facilitar a posterior remoção da sarcotesta e do tegumento que revestem as sementes. Os embriões obtidos após o beneficiamento serão denominados como “sementes” ao longo do texto. Como a espécie apresenta viviparidade, as sementes já germinadas foram descartadas antes do início do experimento.

3.2 Determinação do conteúdo de água

Logo após a coleta, realizou-se a caracterização inicial dos lotes por meio de testes de germinação e umidade, em que calculou-se o teor de água inicial das sementes (base fresca) conforme Eq. (1), utilizando quatro repetições de 8 sementes, realizando-se a secagem em estufa a $105 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas conforme recomendação das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

$$CA(\%) = \frac{100(P-p)}{P-t} \quad (1)$$

Onde em:

CA (%): Conteúdo de água (% base úmida)

P = peso inicial (peso do recipiente e sua tampa mais o peso dos embriões úmidos);

p = peso final (peso do recipiente e sua tampa mais o peso dos embriões secos);

t = tara (peso do recipiente e sua tampa).

3.3 Condicionamento fisiológico

Após a avaliação inicial de cada espécie, as sementes foram condicionadas em diferentes soluções por 72 horas, a 10°C no escuro, para evitar danos oxidativos (COSTA *et al.*, 2015). Após serem condicionadas, as sementes foram lavadas em água corrente e mantidas a 20°C, durante 1 hora, para remoção da água superficial. O condicionamento foi feito nas seguintes soluções (TABELA 1):

Tabela 1 - Soluções utilizadas no condicionamento das sementes.

Tratamento	Concentração
Sacarose	0,75M
Glicerol	10%
Ácido Salicílico (AS)	0,1mM e 0,5mM
Polietilenoglicol (PEG)	-1,6MPa e -2,1 MPa
PEG + AS	PEG -1,6MPa + 0,1mM AS PEG -1,6MPa + 0,5mM AS PEG -2,1MPa + 0,1mM AS PEG -2,1MPa + 0,5mM AS

Fonte: Da autora (2022).

O tratamento controle foi feito com as sementes sem passar por qualquer tratamento. As sementes foram mantidas nas mesmas condições de temperatura e luz, acondicionadas em saco plástico.

3.4 Secagem

Após o condicionamento, as sementes foram lavadas em água corrente e permaneceram por uma hora, em sala climatizada a 20°C, para remoção da água superficial. Na sequência, iniciou-se a secagem, até os percentuais preestabelecidos, de acordo com características próprias das sementes de cada espécie (TABELA 2).

A partir do conteúdo de água inicial e do ponto de secagem a ser atingido, calculou-se o peso alvo conforme a Eq. (2) (HONG; ELLIS, 1996). As sementes condicionadas foram secas em sala climatizada a 20°C e 50 ± 10% UR, dispostas em camada única sobre bandejas para que a secagem ocorresse de maneira uniforme. As sementes foram pesadas em intervalos regulares até atingir o peso alvo (Eq. 2); (HONG; ELLIS, 1996) e, quando atingido, o teor de água foi confirmado em estufa como descrito anteriormente (BRASIL, 2009).

Tabela 2 - Percentuais de conteúdo de água alvo para cada espécie de trabalho.

Espécie	Pontos de secagem
<i>Inga vera</i>	45%, 40% e 30%
<i>Campomanesia velutina</i>	25%, 15% e 5%
<i>Eugenia uniflora</i>	40%, 30% e 20%
<i>Tapirira guianensis</i>	10% e 5%

Fonte: Da autora (2022).

$$\text{Peso alvo} = \frac{(100 - \text{Teor de água inicial})}{(100 - \text{Teor alvo de água})} \times \text{Peso inicial} \quad (2)$$

3.5 Testes de germinação

Os testes de germinação foram feitos com sementes recém-colhidas e, posteriormente, após atingirem o conteúdo de água predeterminado para cada espécie após a secagem. Todos os testes foram mantidos por 30 dias. Os testes com a espécie *Inga vera* foram realizados em 4 repetições de 25 sementes para cada tratamento, em rolo de papel *germitest* umedecido, mantido em câmara do tipo B.O.D. a 30±1°C, luz constante (modificado de ANDREÓ; NAKAGAWA; BARBEDO, 2006). Como a espécie apresenta poliembrionia, os embriões provenientes da mesma semente

foram mantidos juntos em todas as contagens. Para se contabilizar a germinação, a semente foi considerada germinada, quando em pelo menos um dos seus embriões, houve protrusão radicular.

Para a pitanga, os testes foram realizados em caixas do tipo gerbox contendo areia, em 4 repetições de 20 sementes, para cada tratamento, mantidas em câmara do tipo B.O.D. $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ (ALVES, 2018) fotoperíodo de 12 horas.

A germinação das sementes de *Tapirira guianensis* foi realizada em caixas do tipo gerbox, utilizando papel germitest como substrato, em 4 repetições de 25 sementes, para cada tratamento, mantidas em câmara do tipo B.O.D. $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas.

A germinação das sementes de *Campomanesia velutina* foi realizada em placas de Petri, utilizando filtro de papel como substrato, em 4 repetições de 15 sementes, para cada tratamento, mantidas em câmara do tipo B.O.D. $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12 horas (adaptado de DIOGO JUNIOR, 2018).

3.6 Eletroforese de proteínas totais e proteínas resistentes ao calor

Para determinar o padrão eletroforético de proteínas totais e resistentes ao calor, as sementes de *Campomanesia velutina* condicionadas em sacarose e glicerol foram selecionadas por terem sido os tratamentos em que se observaram alterações expressivas no padrão germinativo após a secagem. Dessa forma, sementes após os tratamentos foram maceradas para a extração de proteínas totais, seguindo protocolo proposto por Pelissari (2018). Resumidamente, a maceração foi realizada em nitrogênio líquido e, então, 100 mg do macerado foram colocados em microtubos de 2000 μl para a extração. Em seguida, adicionou-se 1 mL do tampão de extração (50mM de Tris HCL pH 7,5 + 0,5M de NaCl + 5mM de MgCl_2 + PMSF). As amostras foram misturadas em vortex e centrifugadas a 12000 rpm por 30 min a 4°C . O sobrenadante foi separado em duas alíquotas, uma para análise de proteínas totais que foi mantida em gelo e outra para proteínas resistentes ao calor, aquecida por 15 min a 90°C . Em seguida, todas as amostras foram colocadas no gelo por 15 minutos e então, centrifugadas a 12000 rpm por 30 min a 4°C .

O sobrenadante foi transferido para novos tubos. A quantificação das proteínas nos extratos foi realizada pelo método de Bradford (1976). A eletroforese foi realizada em gel descontínuo de acrilamida (gel concentrador com acrilamida a 6% e separador a 12,5%). Para a aplicação das amostras no gel, utilizou-se 40 μg de cada amostra de proteína, juntamente com 20 μL do tampão

da amostra (2,5 mL de glicerol, 0,46 g SDS, 20 mg de bromofenol e completado para 20 mL com tampão de extração Tris HCl pH 7,5).

A corrida foi feita em cuba vertical, com tampão SDS, a 200V/60A por, aproximadamente, 6 horas. Após a corrida, os géis foram transferidos para um recipiente em que foi feita a fixação em solução contendo 40% de metanol e 7% de ácido acético por 30 minutos. Na sequência, a solução de fixação foi descartada e os géis lavados em água destilada e, então, corados em solução contendo 0,08% (p/v) de Comassie Blue G250, 1,6% (v/v) de ácido ortofosfórico e 12% (p/v) de sulfato de amônio e mantidos em agitador por 3 dias. Em seguida, foram descoloridos em solução de Tris base 0,1M com pH 6,5, ajustado com ácido fosfórico. Os géis descoloridos foram mantidos imersos em água destilada até o momento da digitalização. As imagens foram digitalizadas e analisadas no programa GelAnalyzer e, posteriormente, o volume bruto de cada banda, dos três tratamentos, foi comparado por meio do software estatístico *R for Windows*.

3.7 Análise de dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico *R for Windows* (R CORE TEAM, 2013) e os gráficos foram gerados utilizando o software *SigmaPlot*. Para se analisar o efeito do condicionamento e secagem na viabilidade das sementes, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema de fatorial duplo 11x3 (onze condicionamentos e 3 pontos de secagem, exceto para tapirira que consistiu em 11x2). Os dados foram analisados, por meio de Modelos Lineares Generalizados (GLM), seguindo-se a família Binomial e, quando observado efeito significativo dos tratamentos pelo teste de Chisq, as médias foram comparadas pelo teste LSD a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As umidades das sementes no momento de coleta e após serem condicionadas se encontram a seguir (TABELA 3).

Tabela 3 – Umidade das sementes antes e após o condicionamento nas diferentes soluções.

	<i>Inga vera</i>	<i>C. velutina</i>	<i>T guianensis</i>	<i>E. uniflora</i>
Conteúdo de água (%)				
Umidade inicial	55,3	51,1	40,0	50,0
Ácido salicílico	52,6	49,3	43,6	54,5
PEG	51,5	43,0	39,4	56,9
PEG+AS	53,1	43,3	39,0	54,5
Glicerol	49,9	41,6	41,4	54,6
Sacarose	50,3	44,4	42,0	54,7

Fonte: Da autora (2022).

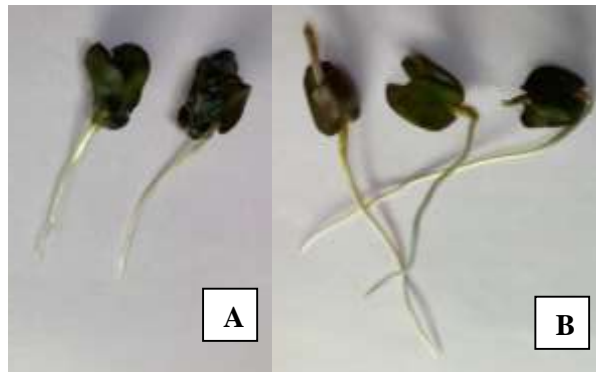
Logo após o beneficiamento, os embriões de *Inga vera* apresentavam 55% de umidade e germinação de 98%. A secagem até 45% de umidade, de maneira geral, não comprometeu a germinação das sementes, mesmo os tratamentos com PEG, que apresentaram as médias mais baixas, se mantiveram com germinação em torno de 88%. Nesse ponto de umidade, é válido ressaltar que, as sementes do tratamento controle, mesmo apresentando valores altos de germinação, não formavam plântulas normais, havendo apenas protrusão do sistema radicular, sem emissão de parte aérea (FIGURA 1).

A redução do comprimento das plântulas, se deve principalmente a mudanças na turgescência celular em razão da redução na síntese proteica quando em déficit hídrico (DELL'ÁQUILLA, 1992; MOTERLE *et al.*, 2006). Vale ressaltar ainda, que tanto o processo de alongamento celular, quanto a síntese de parede são muito sensíveis à restrição na disponibilidade de água e, a redução no crescimento nessas situações seria em decorrência de um decréscimo na turgescência dessas células (BEWLEY; BLACK, 1994). Além disso, o maior desenvolvimento do sistema radicular de plântulas em situação de estresse hídrico é uma forma que elas desenvolveram de absorver água em maiores profundidades (ÁVILA *et al.*, 2007). A tolerância à dessecação

acontece em níveis variados entre partes das sementes (MAIA *et al.*, 2011) podendo ser uma justificativa para a formação de plântulas anormais após a secagem. Pelissari *et al.* (2022) obteve o mesmo resultado, trabalhando com condicionamento de *Magnolia ovata*, em que após a secagem em baixos teores de água houve apenas formação do sistema radicular.

Nesse caso, quando observamos as sementes que não passaram por condicionamento e foram secas (FIGURA 1), comparando-as com as sementes condicionadas com ácido salicílico e secas, observamos que a secagem acarretou danos àquelas não tratadas, comprovando o que foi descrito em diversos trabalhos que mostram a ação do ácido salicílico promovendo a tolerância a estresse hídrico nas plantas (ANWAR *et al.*, 2013; HORVÁTH *et al.*, 2007; KHAN *et al.*, 2012; KHAN; KHAN, 2013, 2014; PALMA *et al.*, 2013). Estudos mostram que o AS age induzindo genes que codificam, por exemplo, proteínas de choque térmico (HSPs) e antioxidantes, indicando que a aplicação desse regulador pode melhorar a tolerância a estresses nas plantas (KHAN *et al.*, 2015).

Figura 1 – Germinação de embriões de *Inga vera* 45% de umidade.



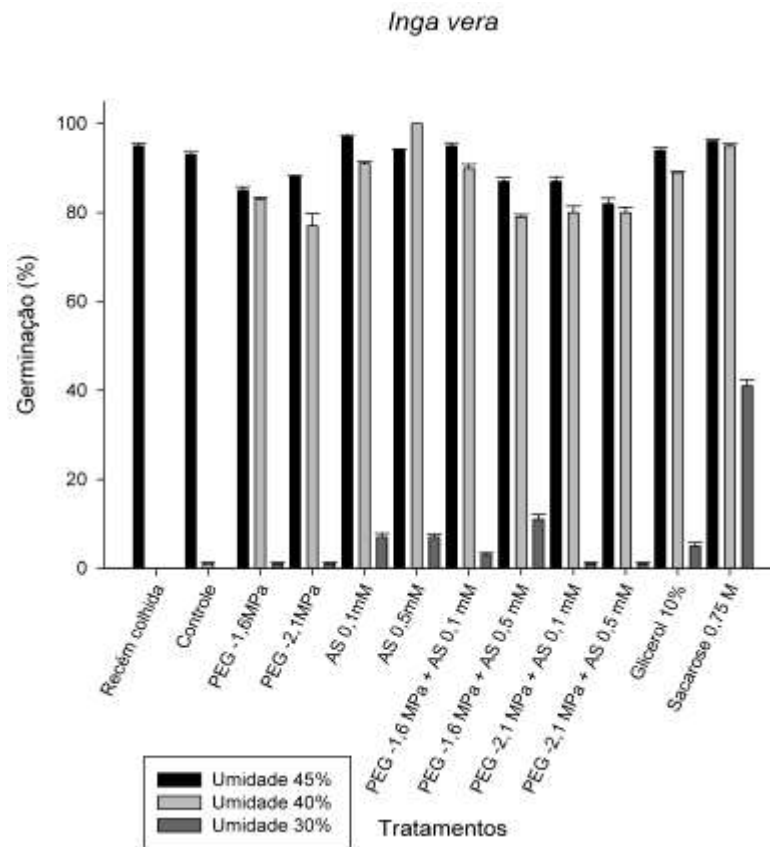
Legenda: **A-** Embriões sem condicionamento (tratamento Controle) - protrusão radicular sem emissão de parte aérea. **B-** Embriões condicionados com ácido salicílico – emissão de plântulas normais.

Fonte: Da autora (2022).

Quando a secagem foi realizada até 40% de umidade, as sementes sem nenhum condicionamento morreram, enquanto aquelas que receberam tratamento com sacarose e ácido salicílico mantiveram a germinação em valores próximos àquelas recém-colhidas (FIGURA 2). O tratamento em que as sementes foram condicionadas em ácido salicílico 0,5mM superou o percentual germinativo das sementes que não passaram por secagem. Após serem secas até 30% de umidade, o melhor tratamento para a manutenção da viabilidade das sementes desta espécie foi o condicionamento com sacarose, em que a germinação se manteve em torno de 34%.

A sacarose atua protegendo as sementes das injúrias causadas pela dessecação (CARVALHO, 2006; SANTOS; SALOMÃO, 2010) e, além disso, atua como fonte de carboidratos (SOARES *et al.*, 2011) e proporciona um aumento na permeabilidade da parede celular, que permite, por exemplo, que as sementes consigam absorver mais água e nutrientes, proporcionando um crescimento embrionário mais rápido (PEREIRA *et al.*, 2021; RODRIGUEZ-ENRIQUEZ *et al.*, 2013).

Figura 2 - Porcentagem de germinação de embriões de *Inga vera* submetidos ao condicionamento em diferentes soluções.



Tratamentos	Conteúdo de água (%)		
	45	40	30
Controle	Aab	Bg	Bd
AS 0,1mM	Aa	Bb	Cc
AS 0,5 mM	Babc	Aa	Cd
Sacarose 0,75M	a	b	b
PEG -1,6 MPa	Aef	Ad	Bd
PEG -2,1 MPa	Acde	Bf	Cd
PEG -1,6MPa+0,1mM	Aabc	Bc	Cd
PEG -1,6MPa+0,5mM	Abcd	Bd	Cc
PEG -2,1MPa+0,1mM	Adef	Be	Cd
PEG -2,1MPa+0,5mM	Af	Ae	Bd
Glicerol 10%	Aabc	Bc	Cd
Recém-colhidas	ab	b	a

Legenda: Porcentagem de germinação para embriões de *Inga vera* após condicionamento e secagem. As mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, indicam ausência de diferenças estatísticas significativas pelo Teste de LSD ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos utilizados e as porcentagens de conteúdo de água.

Fonte: Da autora (2022).

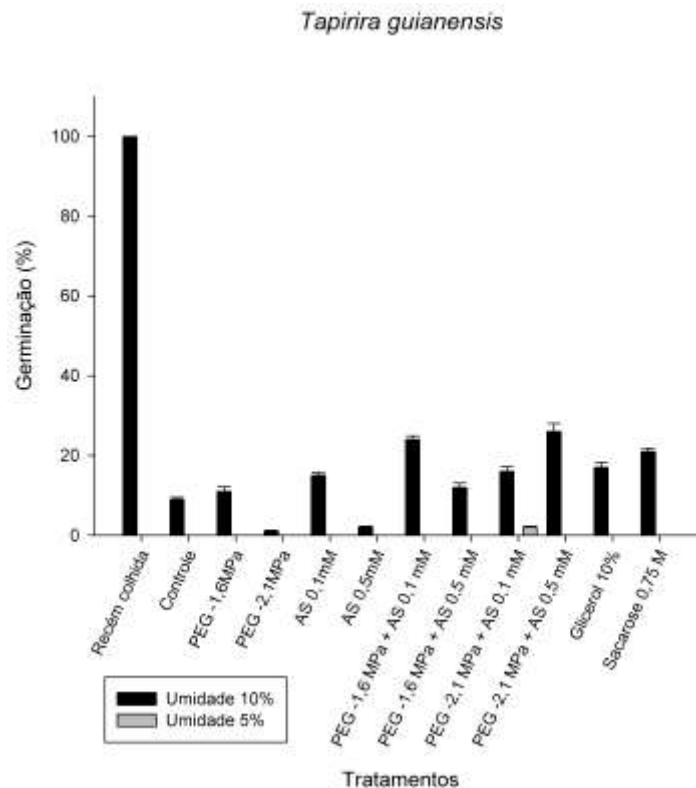
Para as sementes de Tapirira (FIGURA 3), que apresentavam umidade de 40% e germinação de 100% no momento de coleta, quando a secagem foi realizada até 10% de umidade,

verificaram-se melhores resultados na manutenção da viabilidade das sementes para aquelas que foram condicionadas nas soluções de PEG -1,6 MPa + AS 0,1mM, e PEG -2,1 MPa + AS 0,5mM (24% de germinação), seguidas por AS 0,1mM, PEG -2,1MPa+ AS 0,1mM, sacarose e PEG -1,6MPa + AS 0,5mM (18% de germinação). Quando as sementes foram secas até 5% de umidade, nenhuma das soluções testadas para o condicionamento alcançou resultado positivo na manutenção da viabilidade das sementes, todas se encontravam mortas.

Para Lanteri *et al.* (1996), o efeito positivo do condicionamento osmótico é consequência dos mecanismos de reparo de danos ao sistema de membranas e ao aparato respiratório, além de outros eventos bioquímicos que são iniciados durante o condicionamento (JELLER; PEREZ, 2003).

McCue *et al.* (2000) relatam que o tratamento com o ácido salicílico mobiliza auxina endógena, a qual estimula o desenvolvimento da semente. Além disso, sua aplicação exógena estimula a lignificação da parede celular, por meio do direcionamento das vias pentose-fosfato e chiquiata para a produção de lignina, o que aumenta o vigor das sementes (PACHECO *et al.*, 2007). Silveira, Moraes e Lopes (2000a), tratando sementes de arroz com ácido salicílico, observaram que a concentração de 0,1mM proporcionou efeito positivo na condutividade elétrica das sementes, impedindo a lixiviação de solutos, mesmo que nessa concentração não tenham sido observadas diferenças no percentual de emergência, na velocidade de emergência e no crescimento das plântulas. Os autores observaram, ainda, que após o tratamento com AS a quantidade de açúcares solúveis diminuiu (SILVEIRA; MORAES; LOPES, 2000b) e a quantidade de amido e proteínas aumentou ao usar ácido salicílico.

Figura 3 - Porcentagem de germinação de sementes de *Tapirira guianensis* submetidas ao condicionamento em diferentes soluções.



Tratamentos	Conteúdo de água (%)	
	10	5
Controle	Ad	Bb
AS 0,1mM	Ac	Bb
AS 0,5 mM	Af	Ab
Sacarose 0,75M	Ac	Bb
PEG -1,6 MPa	Aef	Bb
PEG -2,1 MPa	Af	Ab
PEG -1,6MPa+0,1mM	Ab	Bb
PEG -1,6MPa+0,5mM	Ac	Bb
PEG -2,1MPa+0,1mM	Ac	Bb
PEG -2,1MPa+0,5mM	Ab	Bb
Glicerol 10%	Ade	Bb
Recém-colhidas	a	a

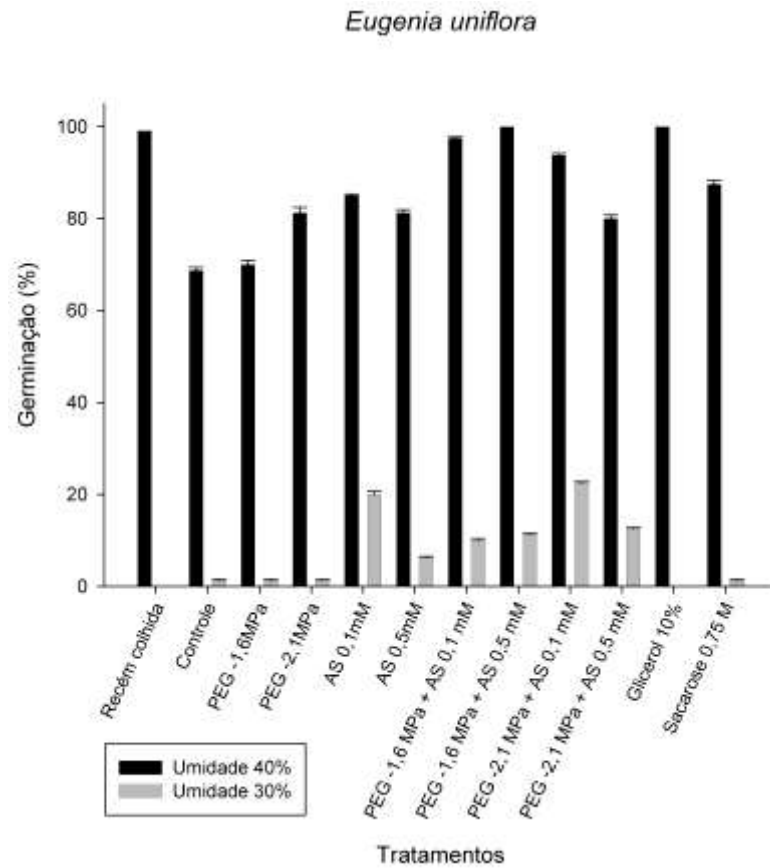
Legenda: Porcentagem de germinação para sementes de *Tapirira guianensis* após condicionamento e secagem. As mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, indicam ausência de diferenças estatísticas significativas pelo Teste de LSD ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos utilizados e as porcentagens de conteúdo de água.

Fonte: Da autora (2022).

As sementes de pitanga, dispersas com 50% de umidade apresentavam, no momento de coleta, 99% de germinação (FIGURA 4). Após serem secas até 40% de umidade, as sementes

condicionadas em PEG -1,6 MPa + AS 0,5mM e glicerol, seguidos por PEG -1,6 MPa + AS 0,1 e PEG -2,1 MPa + AS 0,1mM apresentaram os melhores resultados na manutenção da viabilidade. Já para as sementes que passaram por secagem até 30% de umidade, o melhor tratamento foi o condicionamento feito com PEG -2,1 MPa + 0,1mM AS, mantendo a germinação em 23%. Aos 20% de umidade, nenhum condicionamento foi capaz de manter a viabilidade das sementes. Nesse ponto, as sementes de todos os tratamentos estavam mortas.

Figura 4 - Porcentagem de germinação de sementes de *Eugenia uniflora* submetidas ao condicionamento em diferentes soluções.



Tratamentos	Conteúdo de água (%)		
	40	30	20
Controle	Af	Bd	Bb
AS 0,1mM	Acd	Bc	Cb
AS 0,5 mM	Ae	Bd	Cb
Sacarose 0,75M	Ade	Bd	Bb
PEG -1,6 MPa	Af	Bd	Bb
PEG -2,1 MPa	Af	Bd	Bb
PEG -1,6MPa+0,1mM	Aab	Bc	Cb
PEG -1,6MPa+0,5mM	Aa	Bc	Cb
PEG -2,1MPa+0,1mM	Abc	Bb	Cb
PEG -2,1MPa+0,5mM	Ae	Bc	Cb
Glicerol 10%	Aa	Bd	Bb
Recém-Colhida	ab	a	a

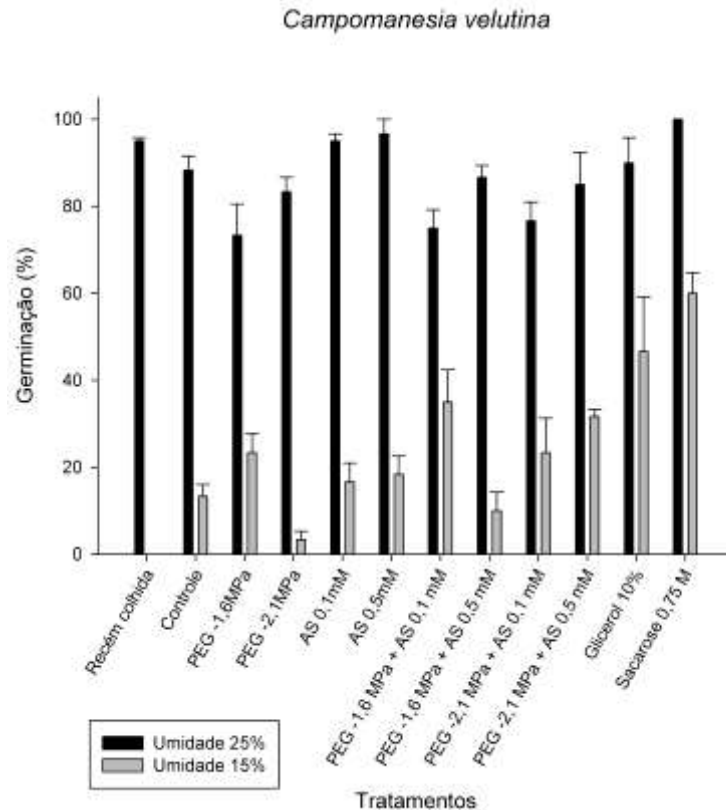
Legenda: Porcentagem de germinação para sementes de *Eugenia uniflora* após condicionamento e secagem. As mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, indicam ausência de diferenças estatísticas significativas pelo Teste de LSD ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos utilizados e as porcentagens de conteúdo de água.

Fonte: Da autora (2022).

As sementes recém-colhidas de gabioba (53% de conteúdo de água) apresentavam germinação de 98% (FIGURA 5). Ao serem secas, até 25% de conteúdo de água, os tratamentos

que apresentaram maiores valores de germinação foram sacarose (100% de germinação), seguido por glicerol, AS 0,1mM, AS 0,5mM, mantendo a germinação das sementes em torno de 86%. Quando as sementes apresentavam 15% de conteúdo de água, os tratamentos que se mostraram superiores foram os condicionamentos em sacarose e glicerol, que permitiram que, respectivamente, 60% e 4,7% das sementes se mantivessem viáveis. Batista *et al.* (2018), em seus trabalhos, também encontraram respostas positivas no condicionamento usando glicose como fonte de glicídio para sementes de *U. brizantha*, proporcionando aumento na fitomassa seca das plântulas. A sacarose promove uma condição de *osmopriming* e promove um aumento energético em relação aos processos bioquímicos nas sementes, atuando na germinação e mobilização das reservas, tendo seu uso recomendado para sementes de diversas espécies como *Pinus nigra* (CARVALHO *et al.*, 2020) e *Caesalpinia pyramilis* (ANTUNES *et al.*, 2020).

Figura 5 - Porcentagem de germinação de sementes de *Campomanesia velutina* submetidas ao condicionamento em diferentes soluções.



Tratamentos	Conteúdo de água (%)		
	25	15	5
Controle	Aabcd	Bcd	Cb
AS 0,1mM	Aabc	Bcd	Bb
AS 0,5 mM	Aabc	Bcd	Cb
Sacarose 0,75M	Aa	Bb	Cb
PEG -1,6 MPa	Aef	Bcd	Cb
PEG -2,1 MPa	Ade	Bd	Bb
PEG -1,6MPa+0,1mM	Af	Bc	Cb
PEG -1,6MPa+0,5mM	Acd	Bcd	Bb
PEG -2,1MPa+0,1mM	Adef	Bcd	Cb
PEG -2,1MPa+0,5mM	Adef	Bc	Cb
Glicerol 10%	Aab	Bb	Cb
Recém-colhidas	a	a	a

Legenda: Porcentagem de germinação para sementes de *Campomanesia velutina* após condicionamento e secagem. As mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, indicam ausência de diferenças estatísticas significativas pelo Teste de LSD ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos utilizados e as porcentagens de conteúdo de água.

Fonte: Da autora (2022).

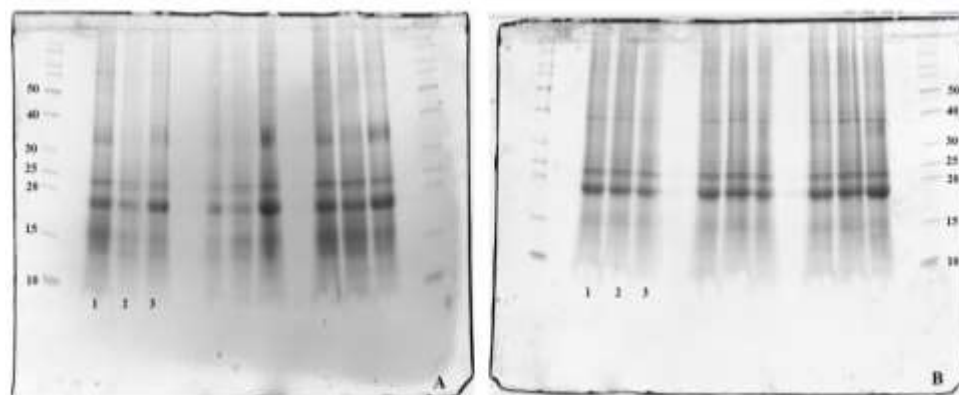
Analisando-se o perfil eletroforético das proteínas totais e resistentes ao calor (FIGURA 6), observa-se que não houve diferença entre os tratamentos sem condicionamento e aqueles condicionados com sacarose e glicerol. O padrão eletroforético foi mantido tanto para proteínas

totais, quanto para resistentes ao calor, nas sementes que receberam condicionamento com sacarose, glicerol e naquelas que não foram tratadas com nenhuma substância para espécie em trabalho, assim como observado por Pelissari *et al.* (2022) trabalhando com *Magnolia ovata*.

Diversos trabalhos têm relatado o condicionamento fisiológico melhorando tanto a capacidade germinativa, uniformidade e a velocidade de emergência, quanto o vigor das plântulas (ESPÍNDOLA; ESPÍNDOLA; MEERT, 2020; LOPES *et al.*, 2019) para diversas espécies (ALVES *et al.*, 2020; BISOGNIN *et al.*, 2016; HASANUZZAMAN; FOTOPOULOS, 2019; MUHEI, 2018; RHAMAN *et al.*, 2021). Rifna *et al.* (2019) afirmam, ainda, que sementes que passam por imersão seguidas por secagem, apresentam maior vigor após o armazenamento do que aquelas não tratadas.

Dessa forma, apesar de os estudos com condicionamento osmótico, na grande maioria das vezes, estarem voltados a melhorias no processo germinativo de sementes ortodoxas (CASTRO; BRADFORD; HILHORST, 2004), e não à manutenção da viabilidade de sementes recalcitrantes, com este trabalho podemos evidenciar que o uso de soluções contendo ácido salicílico, glicerol, sacarose e PEG podem reduzir as injúrias causadas pelo processo de secagem nas sementes que possuem comportamento não ortodoxo, ressaltando que a melhor solução a ser utilizada, suas concentrações e potenciais variam de espécie para espécie.

Figura 6 - Padrão eletroforético das proteínas totais e resistentes ao calor de *Campomanesia velutina* após condicionamento e secagem.



Legenda: **A-** Proteínas totais; **B-** Proteínas resistentes ao calor.

1- Sementes sem condicionamento (Controle); 2- Sementes condicionadas com sacarose 3- Sementes condicionadas com glicerol. Todas as repetições seguem a mesma ordem de tratamentos.

Fonte: Da autora (2022).

5 CONCLUSÕES

Para as sementes de *Inga vera*, aos 30% de umidade, o melhor tratamento foi o condicionamento com sacarose, em que a germinação se manteve em torno de 34%.

Nas sementes de *Tapirira*, secas até 10% de umidade, os melhores resultados na manutenção da viabilidade foram aquelas sementes condicionadas nas soluções de PEG -1,6 MPa + AS 0,1mM, e PEG -2,1 MPa + AS 0,5mM (24% de germinação).

Já para pitanga, as sementes que passaram por secagem até 30% de umidade, o melhor tratamento foi o condicionamento feito com PEG -2,1 MPa+ AS 0,1mM, mantendo a germinação em 22,5%.

Para as sementes de gabioba, com 15% de água, os tratamentos que se mostraram superiores na manutenção da viabilidade das sementes, foram os condicionamentos feitos com sacarose e glicerol.

Não houve diferença no perfil eletroforético de proteínas totais e resistentes ao calor, comparando as sementes secas sem passar por condicionamento, com aquelas tratadas com sacarose e glicerol.

Os resultados positivos obtidos com o condicionamento utilizando PEG, AS, PEG+AS, glicerol e sacarose promovendo um aumento na tolerância à dessecação de sementes recalcitrantes, sendo o melhor tratamento variável entre as espécies de estudo, indicam que estes tratamentos podem ser uma ferramenta eficaz para prolongar a viabilidade durante o armazenamento de sementes recalcitrantes e deve ser investigada em estudos posteriores.

REFERÊNCIAS

- ALI, R. M.; ELFEKY, S. S.; ABBAS, H. Response of salt stressed *Ricinus communis* L. to exogenous application of glycerol and/or aspartic acid. **Journal of Biological Sciences**, [Dubai], v. 8, n. 1, p. 171-175, Jan. 2008. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=jbs.2008.171.175>. Acesso em: 30 maio 2022.
- ALPERT, P. Constraints of tolerance: why are desiccation-tolerant organisms so small or rare? **The Journal of Experimental Biology**, [Cambridge], v. 209, n. 9, p. 1575–1584, May 2006. Disponível em: <https://journals.biologists.com/jeb/article/209/9/1575/16947/Constraints-of-tolerance-why-are-desiccation>. Acesso em: 13 dez. 2021.
- ALVES, M. C. da S. **Dessecação de sementes de pitanga (*Eugenia uniflora* L.)**. 2018. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.
- ALVES, R. M. *et al.* Stored diaspores of *Astronium urundeuva* Fr. (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae) submitted to hydropriming. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 42, p. 1-10, June 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/jWHrKmdqxBWwgGpMwdBqRtc/?lang=en>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- AMARA, I. *et al.* A insights into maize LEA proteins: from proteomics to functional proaches. **Plant and Cell Physiology**, [Oxford], v. 53, n. 2, p. 321–329, Feb. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22199372/>. Acesso em: 14 abr. 2022.
- ANDRÉO, Y.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, C. J. Mobilização de água e conservação da viabilidade de embriões de sementes recalcitrantes de Ingá (*Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) TD Pennington). **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 309-318, jun. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/gsT3rwcTftKX8JYZKHm8Hxd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19 jun. 2022.
- ANGOSHTARI, R. *et al.* Effects of abscisic acid in somatic embryogenesis and induction of desiccation tolerance in *Brassica napus*. **Asian Journal of Plant Science**, [Dubai], v. 8, n. 4, p. 276-284, Apr. 2009. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=ajps.2009.276.284>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- ANTUNES, C. G. C. *et al.* Osmopriming-associated genes in *Poincianella pyramidalis*. **Environmental and Experimental Botany**, [Oxford], v. 10, n. 43, p. 1-10, Mar. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847220303713>. Acesso em: 27 mar. 2022.
- ANWAR, S. *et al.* Efficacy of seed preconditioning with salicylic and ascorbic acid in increasing vigor of rice (*Oryza sativa* L.) seedling. **Pakistan Journal of Botany**, [Karachi], v. 45, n. 1, p. 157-162, Feb. 2013. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133114268>. Acesso em: 17 maio 2022.

ARANTES, A. A.; MONTEIRO, R. A família Myrtaceae na estação ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana: International Journal of Biodiversity**, [Belo Horizonte], v. 3, n. 2, p. 111–127, jul. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/lundiana/article/view/21804>. Acesso em: 15 abr. 2022.

ARAÚJO, M. C. de P. M. *et al.* Acute and sub chronic toxicity study of aqueous extract from the leaves and branches of *Campomanesia velutina* (Cambess) O. Berg. **Journal of Ethnopharmacology**, [Clare], v. 201, p. 17-25, Apr. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874116315410>. Acesso em: 13 fev. 2022.

ÁVILA, M. R. *et al.* Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 29, n. 1, p. 98-106, abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/yDhzXXMSRWJYfpT8LbPSGtQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 fev. 2022.

BAGETTI, M. *et al.* Antioxidant capacity and composition of pitanga seeds. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2504-2510, Nov. 2009 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/LvvCVXk6gMkWbbTRG6sw3yD/?lang=en>. Acesso em: 16 jun. 2022.

BAKER, J.; STEELE, C. V.; DURE, L. III. Sequence and characterization of Lea proteins and their genes from cotton. **Plant Molecular Biology**, [Dordrecht], v. 11, n. 3, p. 277-291, May 1988. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24272341/>. Acesso em: 18 maio 2022.

BARBEDO, C. J. A new approach towards the so-called recalcitrant seeds. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 40, n. 3, p. 221-236, July/Sept. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/MXKdFhmd3bZypgNP6d4kQgH/?lang=en>. Acesso em: 23 maio 2022.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C. Evolution of research on recalcitrant seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, p. 121-125, Aug. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/dNtztHSyTfLPfjZ5bWkqv4M/?lang=en>. Acesso em: 18 jun. 2022.

BARBEDO, C. J.; CICERO, S. M. Effects of initial quality, low temperature and ABA on the storage of seeds of *Inga uruguensis*, a tropical species with recalcitrant seeds. **Seed Science and Technology**, [Bassersdorf], v. 28, n. 3, p. 793-808, Jan. 2000. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20013009230>. Acesso em: 27 maio 2022.

BARBEDO, C. J. *et al.* Armazenamento de sementes. *In*: BARBEDO, C. J.; SANTOS JUNIOR, N. A. (orgs.). **Sementes do Brasil: produção e tecnologia para espécies da flora brasileira**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2018. p. 81-108.

BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 145-164, jun. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/tjcKXqvJvM9d6vRzd4zqvFk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 mar. 2022.

BARKOSKY, R. R.; EINHELLIG, F. A. Effects of salicylic acid on plant-water relationship. **Journal of Chemical Ecology**, [Dordrecht], v. 19, n. 2, p. 237-247, Feb. 1993. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24248871/>. Acesso em: 24 fev. 2022.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. Amsterdam: Academic Press, 2014. 1600 p.

BATISTA, T. B. *et al.* Priming and stress under high humidity and temperature on physiological quality of *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 seeds. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 123-127, Mar. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/jJw7Tt3LvwCSSCJprW7N68F/?lang=en>. Acesso em: 16 fev. 2022.

BATISTA, T. B. *et al.* Priming of *Brachiaria* seeds with different sugar sources and concentrations. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 4, p. 843-849, Oct./Dec. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/kRBK6vmMMFQCfNrgTLBV9wL/?lang=en>. Acesso em: 13 mar. 2022.

BAWEJA, P.; SAHOO, D. Regeneration studies in *Grateloupia filicina* (JV Lamouroux) C. Agardh-An important Carrageenophyte and edible seaweed. **Algae**, Korea, v. 24, n. 3, p. 163-168, Sept. 2009. Disponível em: <https://www.e-algae.org/journal/view.php?doi=10.4490/algae.2009.24.3.163>. Acesso em: 24 mar. 2022.

BECWAR, M. R.; STANWOOD, P. C.; ROOS, E. E. Dehydration effects imbibitional leakage from desiccation sensitive seeds. **Plant Physiology**, [Rockville], v. 69, n. 5, p. 1132-1135, May 1982. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC426371/>. Acesso em: 17 mar. 2022.

BERJAK, P. *et al.* Differential effects of temperature on ultrastructural responses to dehydration in seeds of *Zizania palustris*. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 4, n. 2, p. 111-121, June 1994. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/differential-effects-of-temperature-on-ultrastructural-responses-to-dehydration-in-seeds-of-zizania-palustris/70EDBCC099320B05B24A695650D1ABF>. Acesso em: 19 maio 2022.

BERJAK, P. *et al.* Recalcitrant (homoiohydrous) seeds: the enigma of their desiccationsensitivity. **Seed Science and Technology**, [Bassersdorf], v. 18, n. 2, p. 297-310, Jan. 1990. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19920314179>. Acesso em: 23 maio 2022.

- BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. From *Avicennia* to *Zizania*: seed recalcitrance in perspective. **Annals of Botany**, [Oxford], v. 101, p. 213–228, Jan. 2008. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/101/2/213/186304>. Acesso em: 16 maio 2022.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Implications of the lack of desiccation tolerance in recalcitrant seeds. **Frontiers in Plant Science**, [Lausanne], v. 4, n. 478, p. 1-9, Nov. 2013. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2013.00478/full>. Acesso em: 17 fev. 2022.
- BERJAK, P. Unifying perspectives of some mechanisms basic to desiccation tolerance across life forms. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 16, n. 1, p. 1-15, Mar. 2006. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/unifying-perspectives-of-some-mechanisms-basic-to-desiccation-tolerance-across-life-forms/A110789C9AAAB045E906EE27262A1CFB>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985. p. 74-84.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BEZERRA, I. C. *et al.* Chromatographic profiles of extractives from leaves of *Eugenia uniflora*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 92–101, Jan./Feb. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/y76f3NktmbZrvLRh3YG79Hn/?lang=en>. Acesso em: 19 abr. 2022.
- BICAS, J. L. *et al.* Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 44, n. 7, p. 1843-1855, Aug. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399691100024X>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- BINOTTI, F. F. S. *et al.* Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Brachiaria*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 4, p. 614-618, jan. 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/220279>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- BISOGNIN, M. B. *et al.* Desempenho fisiológico de sementes olerícolas em diferentes tempos de hidrocondicionamento. **Revista de Ciências Agrárias**, [Lisboa], v. 39, n. 3, p. 349-359, mar. 2016. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16392>. Acesso em: 06 mar. 2022.
- BLACKMAN, S. A. *et al.* Maturation proteins associated with desiccation tolerance in soybean. **Plant Physiology**, [Rockville], v. 96, n. 3, p. 868-874, July 1991. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1080857/>. Acesso em: 03 maio 2022.
- BLACKMAN, S. A.; OBENDORF, R. L.; LEOPOLD, A. C. Maturation proteins and sugars in desiccation tolerance of developing soybean seeds. **Plant Physiology**, [Rockville], v. 100, n. 1, p. 225-230, Sept. 1992. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1075542/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BOMAL, C.; LE, V. Q.; TREMBLAY, F. M. Induction of tolerance to fast desiccation in black spruce (*Picea mariana*) somatic embryos: relationship between partial water loss, sugars, and dehydrins. **Physiologia Plantarum**, [Malden], v. 115, n. 4, p. 523–530, Aug. 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12121458/>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, C. J. Respiração de embriões recalcitrantes de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) TD Pennington sob diferentes temperaturas, potenciais osmóticos e aplicação de ABA. **Hoehnea**, São Paulo, v. 47, p. 1-16, maio 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hoehnea/a/G9tB4yNk4Gz7bjY3yXdRN4b/>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BONJOVANI, M. R.; BARBEDO, C. J. Sementes recalcitrantes: intolerantes a baixas temperaturas? Embriões recalcitrantes de *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn. toleram temperaturas sub-zero. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 345-356, jun. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/yjrTJn3ZyYSK4Rx9pZyjKMH/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BORGES, A. A. *et al.* Priming crops against biotic and abiotic stresses: MSB as a tool for studying mechanisms. **Frontiers in Plant Science**, [Lausanne], v. 5, p. 642, Nov. 2014. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2014.00642/full>. Acesso em: 05 mar. 2022.

BOTELHO, S. A. *et al.* Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de jatobá-do-Cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne) – Fabaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 22, n. 1, p. 144–152, jun. 2000. Disponível em: <http://www.bibliotekevvirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1006-rbs/v22n01/11135-aspectos-morfologicos-de-sementes-plantulas-e-desenvolvimento-da-muda-de-jatoba-do-cerrado-hymanee-stigonocarpa-mart-ex-hayne-fabaceae.html>. Acesso em: 16 jun. 2022.

BOUBRIAK, I. *et al.* Desiccation and survival in the recalcitrant seeds of *Avicennia marina*: DNA replication, DNA repair and protein synthesis. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 10, n. 3, p. 307–315, Feb. 2000. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/desiccation-and-survival-in-the-recalcitrant-seeds-of-avicennia-marina-dna-replication-dna-repair-and-protein-synthesis/E022D110BB8610E1ED67721B72C12C6C>. Acesso em: 28 jul. 2022.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, [San Diego], v. 72, n. 1-2, p. 248-254, May 1976. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/942051/>. Acesso em: 09 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. 1. ed. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ACS, 2009. 398 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 14 mar. 2022.

BUITINK, J. *et al.* Starvation, osmotic stress and desiccation tolerance lead to expression of different genes of the regulatory β and γ subunits of the SnRK1 complex in germinating seeds of *Medicago truncatula*. **Plant, Cell & Environment**, [United Kingdom], v. 27, n. 1, p. 55-67, Jan. 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.0016-8025.2003.01125.x>. Acesso em: 15 dez. 2021.

CARRARA, M. R. **Espécies de *Campomanesia Ruiz & pavon* (Myrtinae, Myrtaceae) ocorrentes no estado do Rio de Janeiro**. 1997. 223 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

CARVALHO, A. *et al.* Seed osmopriming with PEG solutions in seeds of three infraspecific taxa of *Pinus nigra*: Impacts on germination, mitosis and nuclear DNA. **Forest Ecology and Management**, [Amsterdam], v. 456, Jan. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112719313453>. Acesso em: 03 abr. 2022.

CARVALHO, V. S. **Criopreservação de sementes e pólen de orquídeas**. 2006. 82 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

CASTRO, P. R.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2001. 132 p.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. *In*: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (orgs.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 149-162.

CHAKMA, R. *et al.* Foliar application and seed priming of salicylic acid affect growth, fruit yield, and quality of grape tomato under drought stress. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v. 280, n. 5, Apr. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030442382100011X>. Acesso em: 25 maio 2022.

CHAKRABORTI, S. *et al.* Bio-priming of seeds: Plant stress management and its underlying cellular, biochemical and molecular mechanisms. **Plant Stress**, [Netherlands], v. 3, p. 1-16, Dec. 2021. Disponível em: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/7612696>. Acesso em: 15 abr. 2022.

CHANDA, B. *et al.* Glycerol-3-phosphate is a critical mobile inducer of systemic immunity in plants. **Nature Genetics**, [New York], v. 43, n. 5, p. 421-427, May 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21441932/>. Acesso em: 13 maio 2022.

CHEN, K.; FESSEHAIE, A.; ARORA, R. Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in *Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale: possible role in stress tolerance. **Plant Science**, [Clare], v. 183, p. 27-36, Feb. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22195574/>. Acesso em: 24 abr. 2022.

COLVILLE, L.; PRITCHARD, H. W. Seed life span and food security. **New Phytologist**, [Malden], v. 224, n. 2, p. 557-562, Oct. 2019. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/nph.16006>. Acesso em: 13 jun. 2022.

CORREIA, S. de J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Constituintes das cascas de *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae). **Química Nova**, [São Paulo], v. 26, n. 1, p. 36-38, jan. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/s9vBCvGXJvZR3cP865M3JLh/?lang=pt>. Acesso em: 25 jul. 2022.

CORREIA, S. de J. *et al.* Flavonóides, norisoprenóides e outros terpenos das folhas de *Tapirira guianensis*. **Química Nova**, [São Paulo], v. 31, n. 8, p. 2056-2059, out. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/CSHcm6KDBtYHgHKf4Qt5GGp/?lang=pt>. Acesso em: 18 jul. 2022.

COSTA, M. C. D. *et al.* A gene co-expression network predicts functional genes controlling the re-establishment of desiccation tolerance in germinated *Arabidopsis thaliana* seeds. **Planta**, [Berlin], v. 242, n. 2, p. 435-449, Mar. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4498281/>. Acesso em: 15 maio 2022.

COSTA, M. C. D. *et al.* Desiccation tolerance and longevity of germinated *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. seeds. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 38, n. 1, p. 50-56, Jan./Mar. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/VcyWQfYBztqkzR337CR57Tk/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 25 abr. 2022.

CROWE, J. H.; CROWE, L. M.; CHAPMAN, D. Preservation of membranes in anhydrobiotic organisms: the role of trehalose. **Science**, [Washington], v. 223, n. 4637, p. 701-703, Feb. 1984. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17841031/>. Acesso em: 17 jun. 2022.

CURRY, M. R. Cryopreservation of sêmen from domestic livestock. **Reviews of Reproduction**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 46-52, Jan. 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10711735/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

CUTT, J. R.; KLESSIG, D. F. Salicylic acid in plants. A changing perspective. **Pharmaceutical Technology**, [S.l.], v. 16, n. 5, p. 25-34, 1992. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301754168>. Acesso em: 25 jul. 2022.

DA COSTA, C. C. da *et al.* **Conhecendo espécies de plantas da Amazônia: Tatapiririca (*Tapirira guianensis* Aubl. - Anacardiaceae)**. Brasília: Embrapa, 2014. 6 p. (Comunicado Técnico 253). Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1002821/conhecendo-especies-de-plantas-da-amazonia-tatapiririca-tapirira-guianensis-aubl---anacardiaceae>. Acesso em: 16 jun. 2022.

- DA SILVA, J. B.; ESPÍNDOLA, J. S.; ESPÍNDOLA, T. K. A. Brassinosteróides: caracterização e influência sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas. **Revista Campo Digital**, [Campo Mourão], v. 16, p. 1-16, out. 2021. Disponível em: <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/3224>. Acesso em: 15 maio 2022.
- DAHAL, P.; KIM, N.-S.; BRADFORD, K. J. Respiration and germination rates of tomato seeds at suboptimal temperatures and reduced water potentials. **Journal of Experimental Botany**, [Oxford], v. 47, n. 7, p. 941-947, July 1996. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article/47/7/941/580403>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- DANTAS, N. B. de L. *et al.* **Condicionamento fisiológico e tolerância ao estresse salino em sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.)**. 2019. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.
- DAVIDE, A. C. *et al.* Classificação fisiológica de sementes de espécies florestais pertencentes à família Lauraceae quanto à capacidade de armazenamento. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 29-35, 2003. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/18183>. Acesso em: 09 maio 2022.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG, Lavras: UFLA, 1995.
- DE ARAÚJO, D. S. *et al.* Crioprotetores na criopreservação de sementes de *Passiflora mucronata* Lam. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 74, p. 1-5, jun. 2019. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/543>. Acesso em: 17 maio 2022.
- DE CARVALHO, L. F. *et al.* Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 22, n. 1, p. 185-192, jun. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237762401_Condicionamento_osmotico_em_sementes_de_sorgo. Acesso em: 15 mar. 2022.
- DE MELO, N. F. Introdução aos hormônios e reguladores de crescimento vegetal. *In*: SEMINÁRIO CODA DE NUTRIÇÃO VEGETAL, 1., 2002, Petrolina. **Anais eletrônicos [...]**. Petrolina: CODA, 2002. p. 37-54. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/135451>. Acesso em: 09 abr. 2022.
- DEKKERS, B. J. W. *et al.* Acquisition and loss of desiccation tolerance in seeds: from experimental model to biological relevance. **Planta**, [Berlin], v. 241, n. 3, p. 563-577, Jan. 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-014-2240-x>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- DELAHAIE, J. *et al.* LEA polypeptide profiling of recalcitrant and orthodox legume seeds reveals ABI3-regulated LEA protein abundance linked to desiccation tolerance. **Journal of Experimental Botany**, [Oxford], v. 64, n. 14, p. 4559-4573, Nov. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24043848/>. Acesso em: 17 abr. 2022.

DELL'ÁQUILLA, A. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under osmotic stress of polyethylene glycol. **Annals of Botany**, Camberra, v. 69, n. 2, p. 167-171, Feb. 1992. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article-abstract/69/2/167/161852>. Acesso em: 05 maio 2022.

DIAS, L. L. C. *et al.* Proteômica comparativa aplicada à cultura de tecidos de plantas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Petrolina, v. 13, p. 2002-2008, jun. 2000. Disponível em: <https://rbho.emnuvens.com.br/rbho/article/view/1956>. Acesso em: 13 abr. 2022.

DIOGO JUNIOR, R. **Expressão de genes codificantes para proteínas de choque térmico em sementes de linhagens de milho**. 2018. 63 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

DONADIO, L. C.; MORO, F. V.; SERVIDONE, A. A. Pitanga. *In: Frutas Brasileiras*. Jaboticabal: Novos Talentos, 2002. p. 240-243.

DRESCH, D. M. *et al.* Do desiccation and storage of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (Myrtaceae) seeds affect the formation and survival of seedlings?. **African Journal of Agricultural Research**, [Nigeria], v. 10, n. 33, p. 3216-3224, Aug. 2015. Disponível em: https://academicjournals.org/article/article1440590399_Dresch%20et%20al.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

DRESCH, D. M. *et al.* Storage of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seeds: influence of water content and environmental temperature. **American Journal of Plant Sciences**, [United States], v. 5, n. 17, p. 2555-2565, July 2014. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=48410>. Acesso em: 23 jun. 2022.

DRESCH, D. M.; MASETTO, T. E.; SCALON, S. P. Q. *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg seed desiccation: influence on vigor and nucleic acids. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 87, n. 4, p. 2217-2228, Oct./Dec. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/4Btm3rT8yF8yvRGK7KrYp7c/?lang=en>. Acesso em: 17 maio 2022.

DUARTE, M. M. *et al.* Morphological characterization of fruit, seed and seedling and germination of *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) (“Jatobá”). **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 38, n. 3, p. 204–211, July/Sept. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/dgWyWw9xtcLYBF4PNcnFryr/?lang=en>. Acesso em: 28 mar. 2022.

DUMET, D. *et al.* Importance of sucrose for the acquisition of tolerance to desiccation and cryopreservation of oil palm somatic embryos. **Cryoletters**, [London], v. 14, n. 1, p. 243-250, Jan. 1993. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/284145902_Importance_of_sucrose_for_the_acquisition_of_tolerance_to_desiccation_and_cryopreservation_of_oil_palm_somatic_embryos. Acesso em: 14 jul. 2022.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behaviour?: I. Coffee. **Journal of Experimental Botany**, [Oxford], v. 41, n. 9, p. 1167–1174, Sept. 1990. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article-abstract/41/9/1167/594496>. Acesso em: 23 abr. 2022.

ENGLER, J. de A. *et al.* In situ hybridization to mRNA of Arabidopsis tissue sections. **Methods**, [London], v. 23, n. 4, p. 325-334, Apr. 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11316433/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

ESPÍNDOLA, T. A. de A.; ESPÍNDOLA, J. de S.; MEERT, L. Condicionamento fisiológico de sementes de beterraba para produção de baby leaf's. **Revista Campo Digital**, Campo Mourão, v. 15, n. 1, p. 18-25, jul./dez. 2020. Disponível em: <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/2750>. Acesso em: 17 maio 2022.

EVELAND, A. L.; JACKSON, D. P. Sugars, signalling, and plant development. **Journal of Experimental Botany**, [Oxford], v. 63, n. 9, p. 3367-3377, Dec. 2011. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article/63/9/3367/580792>. Acesso em: 23 abr. 2022.

FAGAN, E. B. *et al.* **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. São Paulo: Andrei, 2015. 300 p.

FARIA, J. M. R.; VAN LAMMEREN, A. A. M.; HILHORST, H. W. M. Desiccation sensitivity and cell cycle aspects in seeds of *Inga vera* subsp. *affinis*. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 14, p. 165–178, June 2004. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/desiccation-sensitivity-and-cell-cycle-aspects-in-seeds-of-inga-vera-subsp-affinis/ADFC29CFF9C8663E15290B31A583306E>. Acesso em: 13 jul. 2022.

FARRANT, J. M. *et al.* Presence of dehydrin-like proteins and levels of abscisic acid in recalcitrant (desiccation sensitive) seeds may be related to habitat. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 6, n. 4, p. 175-182, Sept. 1996. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/presence-of-dehydrinlike-proteins-and-levels-of-abscisic-acid-in-recalcitrant-desiccation-sensitive-seeds-may-be-related-to-habitat/41C82EBFDF32F7A7BF60D0E25FB02F7F>. Acesso em: 25 maio 2022.

FARRANT, J. M. *et al.* Subcellular organization and metabolic activity during the development of seeds that attain different levels of desiccation tolerance. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 7, n. 2, p. 135-144, Sept. 1997. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/subcellular-organization-and-metabolic-activity-during-the-development-of-seeds-that-attain-different-levels-of-desiccation-tolerance/662B4B33AF1F95B6E93ECFA65EA34CD9>. Acesso em: 13 fev. 2022.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance-a current assessment. **Seed Science and Technology**, [Bassersdorf], v. 16, n. 1, p. 155-166, Jan. 1988. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225303590_Recalcitrance_-_A_current_assessment. Acesso em: 18 maio 2022.

FARRANT, J. M.; SHERWIN, H. W. Mechanisms of desiccation tolerance in seeds and resurrection plants. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SEED SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 2., 1998, Geneva. **Proceedings [...]**. Geneva: Agricultural Experimental Station, 1998. p. 109-120.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.

FERREIRA, T. C.; PEREZ-MARIN, A. M. Priming em sementes: uma revisão bibliográfica concisa e atualizada. **BIOFIX Scientific Journal**, Paraná, v. 7, n. 1, p. 27-36, Jan. 2022. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/81337>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FIDELIS, E. M. *et al.* Pitanga (*Eugenia uniflora* L.) as a source of bioactive compounds for health benefits: A review. **Arabian Journal of Chemistry**, [Amsterdam], v. 15, n. 4, p. 103691, Apr. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535222000077>. Acesso em: 13 mar. 2022.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BLAKE, P. S. Indeterminate development in desiccation-sensitive seeds of *Quercus robur* L. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 4, n. 2, p. 127-133, Sept. 1994. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/indeterminate-development-in-desiccationsensitive-seeds-of-quercus-robur-l/52585616A9350A3B13AF4D3A1FAC8F1F>. Acesso em: 24 abr. 2022.

FINCH-SAVAGE, W. E. *et al.* Seed development in the recalcitrant species *Quercus robur* L.: water status and endogenous abscisic acid levels. **Journal of Experimental Botany**, [Oxford], v. 43, n. 5, p. 671-679, May 1992. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article-abstract/43/5/671/586647?redirectedFrom=PDF>. Acesso em: 13 fev. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture**. Rome: FAO, 2013. 109 p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/mf804e/mf804e.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2022.

FRANZON, R. C. *et al.* Pitanga—*Eugenia uniflora* L. *In: Frutos exóticos*. São Paulo: Imprensa Acadêmica, 2018. p. 333-338.

GALAU, G. A.; JAKOBSEN, K. S.; HUGHES, D. W. The controls of late dicot embryogenesis and early germination. **Physiologia Plantarum**, [Malden], v. 81, n. 2, p. 280-288, Feb. 1991. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1991.tb02142.x>. Acesso em: 05 mar. 2022.

GALDIANO JÚNIOR, R. F. **Criopreservação, indução de poliploidia e avaliação da estabilidade genética de orquídeas**. 2013. 125 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

- GALLARDO, K. *et al.* Proteomic analysis of *Arabidopsis* seed germination and priming. **Plant Physiology**, [Rockville], v. 126, n. 2, p. 835-848, June 2001. Disponível em: <https://academic.oup.com/plphys/article/126/2/835/6102731>. Acesso em: 13 jul. 2022.
- GAUTHERET, R. J. The nutrition of plant tissue cultures. **Annual Review of Plant Physiology**, [Palo Alto], v. 6, n. 1, p. 433-484, June 1955. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.pp.06.060155.002245>. Acesso em: 27 jun. 2022.
- GOMES, D. *et al.* Aquaporins are multifunctional water and solute transporters highly divergent in living organisms. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Biomembranes**, [Amsterdam], v. 1788, n. 6, p. 1213-1228, June 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19327343/>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- GUO, M. *et al.* The plant heat stress transcription factors (HSFS): Structure, regulation, and function in response to abiotic stresses. **Frontiers in Plant Science**, [Lausanne], v. 7, n. 114, Feb. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26904076/>. Acesso em: 24 maio 2022.
- HASANUZZAMAN, M.; FOTOPOULOS, V. **Priming and pretreatment of seeds and seedlings**. Singapore: Springer, 2019.
- HATICE, S. A. R. I. *et al.* Effect of seed priming on germination of relict beautiful vavilov, *Vavilovia formosa* (Stev.) Al. Fed. **Mediterranean Agricultural Sciences**, [Évora], v. 34, n. 1, p. 101-108, Apr. 2021. Disponível em: <https://dergipark.org.tr/en/pub/mediterranean/issue/61102/785458>. Acesso em: 27 maio 2022.
- HENDRY, G. A. F. Oxygen, free radical processes and seed longevity. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 3, n. 3, p. 141-153, Sept. 1993. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/oxygen-free-radical-processes-and-seed-longevity/09475DC1AD3DD9FCF273DF1BBC56A4A7>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- HOEKSTRA, F. A.; GOLOVINA, E. A.; BUITINK, J. Mechanisms of plant desiccation tolerance. **Trends in Plant Science**, [London], v. 6, n. 9, p. 431-438, Sept. 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11544133/>. Acesso em: 13 maio 2022.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: Bioversity International, 1996. 62 p. Disponível em: https://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/images/file/learning_space/technicalbulletin1.pdf. Acesso em: 25 jun. 2022.
- HORVÁTH, E. *et al.* Exogenous 4-hydroxybenzoic acid and salicylic acid modulate the effect of short-term drought and freezing stress on wheat plants. **Biologia Plantarum**, [Dordrecht], v. 51, n. 3, p. 480-487, Sept. 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10535-007-0101-1>. Acesso em: 23 maio 2023.

- HORVÁTH, E. *et al.* Exogenous salicylic acid-triggered changes in the glutathione transferases and peroxidases are key factors in the successful salt stress acclimation of *Arabidopsis thaliana*. **Functional Plant Biology**, [Australia], v. 42, n. 12, p. 1129-1140, Dec. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32480751/>. Acesso em: 09 jul. 2022.
- HUSSEIN, J. H. Effect of seed priming treatment with salicylic acid on viability of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seeds. **Euphrates Journal of Agriculture Science**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 1-9, Jan. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/290605853_Effect_of_Seed_Priming_treatment_with_Salicylic_Acid_on_Viability_of_Okra_Abelmoschus_esculentus_L_Seeds. Acesso em: 15 mar. 2022.
- JAYAKANNAN, M. *et al.* Salicylic acid in plant salinity stress signalling and tolerance. **Plant Growth Regulation**, [Dordrecht], v. 76, n. 1, p. 25-40, Jan. 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10725-015-0028-z>. Acesso em: 23 maio 2022.
- JELLER, H.; PEREZ, S. C. J. G. de A. Condicionamento osmótico na germinação de sementes de cássia-do-nordeste sob estresse hídrico, térmico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1025-1034, set. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/zr4Xgbkm3XQBjC6gZwjgXGv/?lang=pt>. Acesso em: 14 mar. 2022.
- KACZYNA, F.; MEGNET, R. The effects of glycerol and plant growth regulators on *Gracilaria verrucosa* (Gigartinales, Rhodophyceae). **Hydrobiologia**, v. 268, n. 1, p. 57-64, Sept. 1993. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00005741>. Acesso em: 13 maio 2022.
- KALEMBA, E. M.; PUKACKA, S. Association of protective proteins with dehydration and desiccation of *Orthodox* and *Recalcitrant* category seeds of three *Acer* genus species. **Journal Plant Growth Regulation**, [Dordrecht], v. 31, n. 3, p. 351-362, Sept. 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-011-9246-4>. Acesso em: 24 ago. 2022.
- KERMODE, A. R.; FINCH-SAVAGE, W. E. Desiccation sensitivity in orthodox and recalcitrant seeds in relation to development. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H. W. (eds.). **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 149-184.
- KHAN, M. I. R. *et al.* An insight into the role of salicylic acid and jasmonic acid in salt stress tolerance. In: **Phytohormones and abiotic stress tolerance in plants**. Heidelberg: Springer, 2012. p. 277-300.
- KHAN, M. I. R. *et al.* Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. **Frontiers in Plant Science**, [Lausanne], v. 6, n. 462, p. 1-17, June 2015. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00462/full>. Acesso em: 13 mar. 2022.
- KHAN, M. I. R.; KHAN, N. A. Ethylene reverses photosynthetic inhibition by nickel and zinc in mustard through changes in PS II activity, photosynthetic nitrogen use efficiency, and antioxidant metabolism. **Protoplasma**, [Wien], v. 251, n. 5, p. 1007-1019, Sept. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24477804/>. Acesso em: 27 abr. 2022.

KHAN, M. I. R.; KHAN, N. A. Salicylic acid and jasmonates: approaches in abiotic stress tolerance. **Journal of Plant Biochemistry & Physiology**, [Brussels], v. 1, n. 4, p. 1-2, Jan. 2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/258161355_Salicylic_Acid_and_Jasmonates_Approaches_in_Abiotic_Stress_Tolerance. Acesso em: 12 fev. 2022.

KHAN, M. M. *et al.* Effect of accelerated aging on viability, vigour and chromosomal damage in pea (*Pisum sativum* L.) seeds. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, [Faisalabad], v. 40, n. 1-2, p. 50-54, June 2003. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/235924225_EFFECT_OF_AGEING_ON_VIABILITY_VIGOUR_AND_CHROMOSOMAL_DAMAGE_IN_PEA_Pisum_sativum_L_SEEDS. Acesso em: 13 abr. 2022.

KIM, S. W.; OH, M. J. Establishment of plant regeneration and cryopreservation system from zygotic embryo-derived embryogenic cell suspension cultures of *Ranunculus katusensis*. In: JAIN, S. M.; SAXENA, P. K. (eds.). **Protocols for in vitro cultures and secondary metabolite analysis of aromatic and medicinal plants**. Totowa: Humana Press, 2009. p. 107-115.

KIOKO, J. I.; BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. Viability and ultrastructural responses of seeds and embryonic axes of *Trichilia emetica* to diferente dehydration and storage conditions. **South African Journal of Botany**, [Pietermaritzburg], v. 72, n. 1, p. 167-176, Feb. 2006.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629905000207>. Acesso em: 23 maio 2022.

KISSMANN, C. *et al.* Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 32, n. 2, p. 26-35, jun. 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbs/a/XSYHfBzTyFH5RBcWPDPgFWk/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 26 maio 2022.

KÖHLER, M. **Diagnóstico preliminar da cadeia das frutas nativas no estado do Rio Grande do Sul**. 2014. 80 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

KOLEVA, D. P. *et al.* Effect of cryoprotectants sucrose and ABA on chloroplasts structure in regenerated after cryopreservation *Orthosiphon stamineus* Benth. plants. **Journal of Pharmacy Research**, [India], v. 5, n. 8, p. 4172-4174, Jan. 2012. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Miroslava-Stefanova/publication/276272250_Koleva_D_Ganeva_T_Stefanova_M_2012_Effect_of_cryoprotectants_sucrose_and_ABA_on_chloroplasts_structure_in_regenerated_after_cryopreservation_Orthosiphon_stamineus_Benth_plants/links/55545e5f08ae980ca60878d6/Koleva-D-Ganeva-T-Stefanova-M-2012-Effect-of-cryoprotectants-sucrose-and-ABA-on-chloroplasts-structure-in-regenerated-after-cryopreservation-Orthosiphon-stamineus-Benth-plants.pdf. Acesso em: 14 jul. 2022.

KOLLER, D.; HADAS, A. Water relations in the germination of seeds. In: **Physiological Plant Ecology II**. Heidelberg: Springer, 1982. p. 401-431.

KOSOVÁ, K. *et al.* Plant proteome changes under abiotic stress contribution of proteomics studies to understanding plant stress response. **Journal of Proteomics**, [Amsterdam], v. 74, n. 8, p. 1301-1322, Aug. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21329772/>. Acesso em: 26 maio 2022.

KOVACH, D. A.; BRADFORD, K. J. Imbibitional damage and desiccation tolerance of wild rice (*Zizania palustris*) seeds. **Journal of Experimental Botany**, [Oxford], v. 43, n. 6, p. 747-757, June 1992. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article-abstract/43/6/747/424368?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 25 maio 2022.

KRANNER, I. *et al.* Inter-nucleosomal DNA fragmentation and loss of RNA integrity during seed ageing. **Journal Plant Growth Regulation**, [Dordrecht], v. 63, n. 1, p. 63-72, Jan. 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10725-010-9512-7>. Acesso em: 13 jul. 2022.

KRANTEV, A. *et al.* Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. **Journal of Plant Physiology**, [Jena], v. 165, n. 9, p. 920-931, June 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17913285/>. Acesso em: 25 jul. 2022.

LAMARCA, E. V. *et al.* Germinação em temperatura sub-ótima de embriões de *Inga vera* subsp. affinis obtidos sob diferentes condições ambientais. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 4, p. 877-885, dez. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/SP3KM8c3HPbxvFhvYcZ44zh/?lang=pt>. Acesso em: 23 abr. 2022.

LANDRUM, L. R. **Campomanesia, Pimenta, Blepharocalyx, Legrandia, Acca, Myrrhinium, and Luma (Myrtaceae)**. New York: Flora Neotropica, 1986. 45 v. 178 p.

LANG, S. *et al.* Identification of desiccation tolerance transcripts potentially involved in rape (*Brassica napus* L.) seeds development and germination. **Plant Physiology and Biochemistry**, [Paris], v. 83, p. 316–326, Oct. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25221920/>. Acesso em: 25 fev. 2022.

LANGRIDGE, P.; PALTRIDGE, N.; FINCHER, G. Functional genomics of abiotic stress tolerance in cereals. **Briefings in Functional Genomics and Proteomics**, [Oxford], v. 4, n. 4, p. 343–354, Feb. 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17202125/>. Acesso em: 14 maio 2022.

LANTERI, S. *et al.* Effects of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seeds of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Annals of Botany**, [Oxford], v. 77, n. 66, p. 591-597, June 1996. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/77/6/591/2389819>. Acesso em: 17 dez. 2021.

LARA, T. S. *et al.* Potassium nitrate priming affects the activity of nitrate reductase and antioxidant enzymes in tomato germination. **Journal of Agricultural Science**, [Toronto], v. 6, n. 2, p. 72-80, Jan. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262899856_Potassium_Nitrate_Priming_Affects_the_Activity_of_Nitrate_Reductase_and_Antioxidant_Enzymes_in_Tomato_Germination. Acesso em: 23 jul. 2022.

LARQUÉ-SAAVEDRA, A. Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatment. **Zeitschrift für Pflanzenphysiologie**, [S.l.], v. 93, n. 4, p. 371–375, July 1979. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044328X79802718>. Acesso em: 13 mar. 2022.

LENZA, E.; OLIVEIRA, P. E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anarcadinaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 179-190, jan./mar. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/VQqHv8pp3w4hgFhSysZ65cq/?lang=pt>. Acesso em: 17 maio 2022.

LEPRINCE, O.; BUITINK, J. Desiccation tolerance: From genomics to the field. **Plant Science**, [Clare], v. 179, n. 6, p. 554–564, Dec. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168945210000415>. Acesso em: 24 fev. 2022.

LEPRINCE, O. *et al.* The role of free radicals and radical precessing systems in loss of desiccation tolerance in germinating maize (*Zea Mays* L.). **New Phytologist**, [Malden], v. 116, n. 4, p. 573-580, Dec. 1990. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-8137.1990.tb00541.x>. Acesso em: 05 mar. 2022.

LEPRINCE, O.; HOEKSTRA, F. A. The responses of cytochrome redox state and energy metabolism to dehydration support a role for cytoplasmic viscosity in desiccation tolerance. **Plant Physiology**, [Rockville], v. 118, n. 4, p. 1253-1264, Dec. 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9847099/>. Acesso em: 26 abr. 2022.

LIEBERG, S. A. **Tolerância à inundação e aspectos demográficos de *Inga affinis* DC.** 1990. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

LIMA, L. B. de; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e germinação sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 32 n. 1, p. 138-147, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/gP3hpMLzBqrpB38Hys7nD3Q/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 03 jul. 2022.

LOPES, C. A. *et al.* Sodium hypochlorite in the priming of tobacco seeds. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 41, n. 1, p. 108-111, Jan./Mar. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/bxc3pYMZ3CGrBLfr3vM49DQ/?lang=en>. Acesso em: 05 jun. 2022.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 1 v. 373 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998. 1 v. 368 p.

LORENZI, H. *et al.* **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2006.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2000. 608 p.

MAIA, J. *et al.* The re-establishment of desiccation tolerance in germinated *Arabidopsis thaliana* seeds and its associated transcriptome. **PloS One**, [San Francisco], v. 6, n. 12, p. e29123, Dec. 2011. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0029123>. Acesso em: 14 abr. 2022.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2015. 660 p.

MARIÁN, F. D.; GARCÍA-JIMÉNEZ, P.; ROBAINA, R. R. Polyamines in marine macroalgae: levels of putrescine, spermidine and spermine in the thalli and changes in their concentration during glycerol-induced cell growth in vitro. **Physiologia Plantarum**, [Malden], v. 110, n. 4, p. 530-534, 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.2000.1100416.x>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; FRAIZ, A. C. R. Loss and re-establishment of desiccation tolerance in the germinated seeds of *Sesbania virgata* (Cav.) (Pers.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 3, p. 313-320, Sept. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/rDdQPMQzqF6jCKttqvpjRr/?lang=en>. Acesso em: 13 maio 2022.

MATIAS, R. *et al.* Potencial alelopático de extratos etanólicos e pó de folhas de *Tapirira obtusa* na germinação e formação de plântulas de diferentes espécies-alvo. **Research, Society and Development**, [Vargem Grande Paulista], v. 10, n. 4, p. e25210413841-e25210413841, abr. 2021. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo3164217-potencial-alelop%C3%A1tico-de-extratos-etan%C3%B3licos-e-p%C3%B3-de-folhas-de-tapirira-obtusa-na-germina%C3%A7%C3%A3o-e-forma%C3%A7%C3%A3o-de-pl%C3%A2ntulas-de-diferentes-esp%C3%A9cies-alvo. Acesso em: 17 mar. 2022.

MAXIMIANO, C. V. *et al.* Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de milho pré-condicionadas em água ozonizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 5, p. 360-365, maio 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gmgDgGdTmtSyZBQvz6SrLLK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 jul. 2022.

McCUE, P. *et al.* A model for enhanced pea seedling vigour following low pH and salicylic acid treatments. **Process Biochemistry**, [Oxford], v. 35, n. 6, p. 603-613, Jan. 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0032959299001119>. Acesso em: 25 abr. 2022.

MELLO, M. O. *et al.* Growth of *Bauhinia forficata* Link, *Curcuma zedoaria* Roscoe and *Phaseolus vulgaris* L. cell suspension cultures with carbon sources. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 481-485, July/Sept. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/hz6yCWFJrdzrfTh55m5MrMD/?lang=en>. Acesso em: 17 maio 2022.

MELO, M. da G. G. de; MENDONÇA, M. S. de; MENDES, Â. M. da S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/hgJsvWpYmHrkv6D733dDVRc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 maio 2022.

MIAO, N.-H.; KANEKO, Y.; SUGAWARA, Y. Ultrastructural implications of pretreatment for successful cryopreservation of *Oncidium protocorm* like body. **Cryoletters**, [London], v. 26, n. 5, p. 333-340, Sept./Oct. 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19827249/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

MOLINA, T. F. *et al.* Crioconservação em sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 28, n. 3, p. 72-81, dez. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/TPXYGtJyGB3K7TFVKfg78vr/?lang=pt>. Acesso em: 06 jul. 2022.

MOTERLE, L. M. *et al.* Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 28, n. 3, p. 169-176, dez. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/CdTTGbvNKP9RmYdtjJnsN9C/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2022.

MUHEI, S. H. Seed priming with phytohormones to improve germination under dormant and abiotic stress conditions. **Advances in Crop Science and Technology**, [Canada], v. 6, n. 6, p. 1-4, Nov. 2018. Disponível em: <https://www.omicsonline.org/open-access/seed-priming-with-phytohormones-to-improve-germination-under-dormant-and-abiotic-stress-conditions-2329-8863-1000403-106908.html>. Acesso em: 13 maio 2022.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 106-109, nov. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/7zB5sqtdYkcN3wz3THPC8XR/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 dez. 2021.

NAZAR, R. *et al.* Salicylic acid alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing nitrogen and sulfur assimilation and antioxidant metabolism differentially in two mungbean cultivars. **Journal of Plant Physiology**, [Jena], v. 168, n. 8, p. 807-815, May 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21112120/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

NÉMETH, M. *et al.* Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. **Plant Science**, [Clare], v. 162, n. 4, p. 569-574, Apr. 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168945201005933>. Acesso em: 14 maio 2022.

NKANG, A.; OMOKARO, D.; EGBE, A. Effects of desiccation on the lipid peroxidation and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in seeds of *Telfairia occidentalis*. **Seed Science and Technology**, [Bassersdorf], v. 28, n. 1, p. 1-9, Jan. 2000. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20000310568>. Acesso em: 15 jul. 2022.

OLIVEIRA, D. M. T. **Morfologia e desenvolvimento de frutos, sementes e plântulas de *Inga fagifolia* Will. e *Inga uruguensis* Hook. et Arn. (Fabaceae - Mimosoideae)**. 1991. 181 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1991.

OLIVER, M. J. *et al.* Desiccation tolerance: avoiding cellular damage during drying and rehydration. **Annual Review of Plant Biology**, [Palo Alto], v. 71, p. 435-460, Apr. 2020. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-arplant-071219-105542>. Acesso em: 13 fev. 2022.

OLIVER, M. J.; TUBA, Z.; MISHLER, B. D. The evolution of vegetative desiccation tolerance in land plants. **Plant Ecology**, [Dordrecht], v. 151, p. 85-100, Nov. 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1026550808557>. Acesso em: 05 mar. 2022.

OOMS, J. J. J. *et al.* Acquisition of desiccation tolerance and longevity in seeds of *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology**, [Rockville], v. 102, n. 4, p. 1185-1191, Aug. 1993. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12231895/>. Acesso em: 12 mar. 2022.

OSBORNE, D. J.; BOUBRIAK, I. I. DNA and desiccation tolerance. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 4, n. 2, p. 175-185, Jan. 1994. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/dna-and-desiccation-tolerance/F61A8C2C11F32F2DD07C51D31CDA6366>. Acesso em: 07 jul. 2022.

PACHECO, A. C. *et al.* Germinação de sementes de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] e calêndula (*Calendula officinalis* L.) tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 61-67, mar. 2007. Disponível em: https://www1.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Botanica/RBPM-RevistaBrasileiradePlantasMediciniais/artigo9_v9_n1.pdf. Acesso em: 27 jun. 2022.

PAJEWSKI, F. F. *et al.* Fenologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* na Reserva Natural Salto Morato–Guaraqueçaba, PR. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 6, n. 4, p. 811-818, dez. 2019. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/8665>. Acesso em: 14 maio 2022.

PALMA, F. *et al.* Salicylic acid improves the salinity tolerance of *Medicago sativa* in symbiosis with *Sinorhizobium meliloti* by preventing nitrogen fixation inhibition. **Plant science**, [Clare], v. 208, p. 75-82, July 2013. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016894521300071X>. Acesso em: 17 jun 2022.

PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 9, n. 1, p. 13-37, Feb. 1999. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/review-of-recalcitrant-seed-physiology-in-relation-to-desiccationtolerance-mechanisms/47ED66EF89A73774F3D3AD35ACE36FC8>. Acesso em: 23 maio 2022.

PAMMENTER, N. W. *et al.* Experimental aspects of drying and recovery. *In*: BLACK, M.; PRICHARD, H. R. (eds.). **Desiccation and survival in plants: Drying without dying**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p. 93-110.

PANIS, B.; LAMBARDI, M. Status of cryopreservation technologies in plants (crops and forest trees). *In*: RUANE, J.; SONNINO, A. (eds.). **The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources**. Rome: FAO, 2006. p. 61-78.

PARISI, J. J. D. *et al.* Respiratory rates of *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) TD Penn. seeds. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 26, n. 4, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/z3PYjMx8fkhBJWQWqt6YxDf/?lang=en>. Acesso em: 14 fev. 2022.

PASTOR, V. *et al.* Primed plants do not forget. **Environmental and xperimental botany**. [Oxford], v. 94, p. 46-56, Oct. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847212000627>. Acesso em: 13 maio 2022.

PELISSARI, F. *et al.* Effect of PEG and ABA on desiccation tolerance and storage of *Magnolia ovata* (A. St.-Hil.) Spreng. Seeds. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 44, p. 1-11, Jan. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/Pz5Xy5JG3MhKHtWSKWYLyQL/>. Acesso em: 07 fev. 2022.

PELISSARI, F. **Redução da sensibilidade à dessecação e ao armazenamento de sementes de espécies florestais**. 2018. 110 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

PENCE, V. C. Evaluating costs for the in vitro propagation and preservation of endangered plants. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, [New York], v. 47, p. 176–187, Feb. 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11627-010-9323-6>. Acesso em: 05 maio 2022.

- PENCE, V. C. Germination, desiccation and cryopreservation of seeds of *Populus deltoides* Bartr. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, [Cambridge], v. 24, n. 1, p. 151-157, 1996. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CH9600409>. Acesso em: 13 abr. 2022.
- PENNINGTON, T. D. **The Genus Inga**: botany. United Kingdom: Royal Botanical Garden, 1997. p. 844.
- PEREIRA, E. J. *et al.* Reguladores vegetais e sacarose na germinação In Vitro de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc). **Brazilian Journal of Development**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 18812-18825, fev. 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/25175>. Acesso em: 25 mar. 2022.
- PEREIRA, L. C. V. *et al.* Storage of short-lived seeds of *Inga vera* subsp. *affinis* in osmotic medium. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 30, n. 2, p. 156-160, July 2020. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/storage-of-shortlived-seeds-of-inga-vera-subsp-affinis-in-osmotic-medium/280F58459A4226A536ECFBB1A9FB57CE>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- PEREIRA, W. V. S. *et al.* Tolerância à dessecação em sementes de *Tapirira obtusa* procedentes de diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 34, n. 3, p. 388-396, abr. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/MVDCcvBJvNYnDTMqVtPjBkb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 maio 2022.
- PEREZ-GARCIA, F. *et al.* Effects of light, temperature and seed priming on germination of celery seeds (*Apium graveolens* L.). **Seed Science & Technology**, [Bassersdorf], v. 23, n. 2, p. 377-383, 1995. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CH9600100>. Acesso em: 06 jun. 2022.
- POÓR, P. *et al.* Salicylic acid treatment via the rooting medium interferes with stomatal response, CO₂ fixation rate and carbohydrate metabolism in tomato, and decreases harmful effects of subsequent salt stress. **Plant Biology**, [Stuttgart], v. 13, n. 1, p. 105-114, Jan. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21143731/>. Acesso em: 15 jun. 2022.
- POWELL, A. A. Seed improvement by selection and invigoration. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, p. 126-133, Aug. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/XjDyCkD4sk4dBHKDv7bKpLD/?lang=en>. Acesso em: 19 jun. 2022.
- PROBERT, R. J.; BRIERLEY, E. R. Desiccation intolerance in seeds of *Zizania palustris* is not related to developmental age or the duration of post-harvest storage. **Annals of Botany**, [Oxford], v. 64, n. 6, p. 669-674, Dec. 1989. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article-abstract/64/6/669/196825?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 09 jul. 2022.

QUEITSCH, C. *et al.* Heat shock protein 101 plays a crucial role in thermotolerance in *Arabidopsis*. **Plant Cell**, [Rockville], v. 12, n. 4, p. 479-492, Apr. 2000. Disponível em: <https://academic.oup.com/plcell/article/12/4/479/6008798>. Acesso em: 17 mar. 2022.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

RAGUSA-NETTO, J.; FECCHIO, A. Plant food resources in diet of a parrot community in a gallery forest of the Southern Pantanal (Brasil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 4, p. 1021-1032, Nov. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjb/a/m8QjcDcVjhVyYLQdCNrBBxx/abstract/?lang=en>. Acesso em: 13 jan. 2022.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856 p.

REIS, A. M. M.; CUNHA, R. da. Efeito do congelamento sobre a viabilidade de sementes de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speng. com diferentes conteúdos de umidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 10, p. 1071-1079, out. 1997. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4753>. Acesso em: 28 jan. 2022.

REYNEL, C.; PENNINGTON, T. D. **El género Inga en el Peru**. Morfología, distribución y usos. KEW, 1997. p. 244.

RHAMAN, M. S. *et al.* Seed priming and exogenous application of salicylic acid enhance growth and productivity of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) by regulating photosynthetic attributes. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences**, [India], v. 9, n. 6, p. 759-769, Dec. 2021. Disponível em: <https://jebas.org/ojs/index.php/jebas/article/view/137>. Acesso em: 28 jun. 2022.

RIFNA, E. J. *et al.* Emerging technology applications for improving seed germination. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 86, p. 95-108, Apr. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224417307975>. Acesso em: 13 jul. 2022.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, [Bassersdorf], v. 1, n. 1, p. 499-514, 1973. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201303117261>. Acesso em: 14 jul. 2022.

RODRIGUES, J. B. **A Botânica, nomenclatura indígena e seringueiras**. Edição comemorativa do sesquicentenário de João Barbosa Rodrigues. Edição Fac – simulada das obras "*MBAÉ KAÁ - TAPIYETÁ ENOYNDAVA E AS HEVEAS*" pertencentes à biblioteca do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1905.

RODRIGUEZ-ENRIQUEZ, M. J. *et al.* A novel method for efficient *in vitro* germination and tube growth of *Arabidopsis thaliana* pollen. **New Phytologist**, [Malden], v. 197, n. 2, p. 668–679, Jan. 2013. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.12037>. Acesso em: 18 maio 2022.

ROMAGNOLO, M. B.; SOUZA, M. C.de. O gênero *Eugenia* L.(Myrtaceae) na planície de alagável do Alto Rio Paraná, estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 529-548, set. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/QDrZDL4vhyrLKq5sT3m5Pqn/?lang=pt>. Acesso em: 28 mar. 2022.

SACANDÉ, M. *et al.* Cell cycle events in developing neem (*Azadirachta indica*) seeds: are they related to intermediate storage behaviour?. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 7, n. 2, p. 161-168, Sept. 1997. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/cell-cycle-events-in-developing-neem-azadirachta-indica-seeds-are-they-related-to-intermediate-storage-behaviour/ED9617BA2BF7D3905DA8C DFA40DA0F30>. Acesso em: 16 jun. 2022.

SAKHABUTDINOVA, A. R. D. *et al.* Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, Bulgaria, v. 21, p. 314-319, Jan. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228794637_Salicylic_acid_prevents_the_damaging_action_of_stress_factors_on_wheat_plants. Acesso em: 28 jul. 2022.

SALGUEIRO, F. *et al.* Even population differentiation for maternal and biparental gene markers in *Eugenia uniflora*, a widely distributed species from the Brazilian coastal Atlantic rain forest. **Diversity and Distributions**, [Malden], v. 10, n. 3, p. 201-210, May 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1366-9516.2004.00078.x>. Acesso em: 16 mar. 2022.

SALISBURY F. B.; ROSS, C. **Plant physiology**. 4th ed. California: Wadsworth, 1992. 682 p.

SANCHOTENE, M. do C. C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre: FEPLAM, 1989.

SANTOS, A. R. F. dos; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. Restrição hídrica em sementes de jenipapo (*Genipa americana* L). **Revista Árvore**, Viçosa v. 35, n. 2, p. 213-220, dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/PWdNHyzDhbd4LSc7y4zvf7C/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 maio 2022.

SANTOS, I. R. I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, n. 70-84, jan. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Izulme-Santos/publication/281718831_Cryopreservation_Potential_and_perspectives_for_plant_germplasm_conservation/links/5d3f01fca6fdcc370a6a3698/Cryopreservation-Potential-and-perspectives-for-plant-germplasm-conservation.pdf. Acesso em: 14 fev. 2022.

SANTOS, I. R. I.; SALOMÃO, I. N. **Manual de curadores de germoplasma – vegetal: Criopreservação**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010.

SANTOS-MOURA, S. da S. *et al.* Influence of different periods of drying on physiological quality of *Tapirira guianensis* Aublet seeds. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 382-390, June 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262651382_Influence_of_different_periods_of_drying_on_physiological_quality_of_Tapirira_guianensis_Aublet_seeds. Acesso em: 25 mar. 2022.

SENARATNA, T.; McKERSIE, B. D.; BOROCHOV, A. Desiccation and free radical mediated changes in plant membranes. **Journal of Experimental Botany**, [Oxford], v. 38, n. 12, p. 2005-2014, Dec. 1987. Disponível em: <https://academic.oup.com/jxb/article-abstract/38/12/2005/529855?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 25 abr. 2022.

SHARAFIZAD, M. *et al.* Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress. **Journal of Agricultural Science**, [Toronto], v. 5, n. 3, p. 179-199, Feb. 2013. Disponível em: <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/24874>. Acesso em: 26 maio 2022.

SILAYOI, B. Cryopreservation of Kluai Namwa (*Musa x paradisiaca* ‘Kluai Namwa’). **Agriculture and Natural Resources**, [California], v. 35, n. 3, p. 225-230, Mar. 2001. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=TH2005000396>. Acesso em: 19 fev. 2022.

SILVA, E. P. da *et al.* Chemical composition of biological active extracts of *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae). **Química Nova**, [São Paulo], v. 43, n. 9, p. 1216-1219, Sept. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/fRcDg5JJfbKcYQG9LMYgRvq/?lang=en>. Acesso em: 26 mar. 2022.

SILVA, K. B. *et al.* Tolerância à dessecação de sementes de *Cinnamomum zeylanicum* Ness. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 587-594, maio 2012. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/33-\(2012\)-2/tolerancia-a-dessecacao-de-sementes-de-cinnamomum-zeylanicum-ness/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/33-(2012)-2/tolerancia-a-dessecacao-de-sementes-de-cinnamomum-zeylanicum-ness/). Acesso em: 17 abr. 2022.

SILVA, S. de M. Pitanga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 1-159, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/L7mCLG8NnhqdrxBv485TkGq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 maio 2022.

SILVA, T. C. F. S. *et al.* Germinação de sementes de melancia sob diferentes métodos de tratamento com reguladores vegetais. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 10, n. 3, p. 1-15, mar. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/985031/germinacao-de-sementes-de-melancia-sob-diferentes-metodos-de-tratamento-com-reguladores-vegetais>. Acesso em: 24 maio 2022.

SILVEIRA, M. A. M.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F. Germinação e alterações bioquímicas em sementes de arroz tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 22, n. 2, p. 200-205, dez. 2000b. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/287943334_Germinacao_e_alteracoes_bioquimicas_em_sementes_de_arroz_tratadas_com_acido_salicilico. Acesso em: 16 mar. 2022.

SILVEIRA, M. A. M.; MORAES, D. M.; LOPES, N. F. Germinação e vigor de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) tratadas com ácido salicílico. **Revista Brasileira de Sementes**, [Londrina], v. 22, n. 2, p. 145-152, nov. 2000a. Disponível em:

<http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/2013-02-07-03-03-11/1007-rbs/v22n02/11175-germinacao-e-vigor-de-sementes-de-arroz-oryza-sativa-l-tratadas-com-acido-salicilico.html>. Acesso em: 15 abr. 2022.

SILVEIRA, V. *et al.* Endogenous abscisic acid and protein contents during seed development of *Araucaria angustifolia*. **Biologia Plantarum**, [Dordrecht], v. 52, n. 1, p. 101-104, Mar. 2008.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10535-008-0018-3>. Acesso em: 18 maio 2022.

SOARES JÚNIOR, F. A. **Eficácia da Glicose e Sacarose sobre a viabilidade de *Malassezia pachydermatis*, *Microsporium canis* e *Trichophyton mentagrophytes* var. *menatgrophytes*, in vitro**. 2005. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2005.

SOARES, T. L. *et al.* Influência da sacarose na germinação de pólen in vitro de passifloras silvestres. Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. *In*:

CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Anais [...]**. Búzios: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2011. 1 CD-ROM.

SOEDA, Y. *et al.* Gene expression programs during *Brassica oleracea* seed maturation, osmopriming and germination are indicators of progression of the germination process and the stress tolerance level. **Plant Physiology**, [Rockville], v. 137, n. 1, p. 354-368, Jan. 2005.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15618428/>. Acesso em: 17 jul. 2022.

SONG-QUAN, S. *et al.* Seed recalcitrance: a current assessment. **Journal of Integrative Plant Biology**, [Malden], v. 45, n. 6, p. 638-643, June 2003. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/235976101_Seed_recalcitrance_A_current_assessment. Acesso em: 25 abr. 2022.

SOURI, M. K.; TOHIDLOO, G. Effectiveness of different methods of salicylic acid application on growth characteristics of tomato seedlings under salinity. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, [New York], v. 6, n. 26, p. 1-7, Nov. 2019. Disponível em:

<https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-019-0169-9>. Acesso em: 13 maio 2022.

STEIN, V. C. *et al.* Germination in vitro and ex vitro of *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (DC.) TD Penn. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1702-1708, Dec. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/KN7sq6YvRb8rwKsnWhJ7bxL/?lang=pt>. Acesso em: 26 jul. 2022.

STEUTER, A. A.; MOZAFAR, A.; GOODIN, J. R. Water potential of aqueous polyethylene glycol. **Plant Physiology**, [Rockville], v. 67, n. 1, p. 64-67, Jan. 1981. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC425622/>. Acesso em: 17 jun. 2022.

STILL, D. W.; KOVACH, D. A.; BRADFORD, K. J. Development of desiccation tolerance during embryogenesis in rice (*Oryza sativa*) and wild rice (*Zizania palustris*)(dehydrin expression, abscisic acid content, and sucrose accumulation). **Plant Physiology**, [Rockville], v. 104, n. 2, p. 431-438, Feb. 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12232094/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TERRAZAS, T.; WENDT, T. Systematic wood anatomy of the genus *Tapirira* Aublet (Anacardiaceae) – a numerical approach. **Brittonia**, [New York], v. 47, n. 2, p. 109-129, Apr. 1995. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2307/2806951>. Acesso em: 15 jun. 2022.

TIRYAKI, I.; BUYUKCINGIL, Y. Seed priming combined with plant hormones: influence on germination and seedling emergence of sorghum at low temperature. **Seed Science and Technology**, [Bassersdorf], v. 37, n. 2, p. 303-315, July 2009. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/contentone/ista/sst/2009/00000037/00000002/art00005>. Acesso em: 19 maio 2022.

TISSERAT, B.; STUFF, A. Stimulation of short-term plant growth by glycerol applied as foliar sprays and drenches under greenhouse conditions. **HortScience**, [Alexandria], v. 46, n. 12, p. 1650-1654, Dec. 2011. Disponível em: <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/46/12/article-p1650.xml>. Acesso em: 06 jul. 2022.

TWEDDLE, J. C. *et al.* Ecological aspects of seed desiccation sensitivity. **Journal of Ecology**, [Malden], v. 91, n. 2, p. 294–304, Apr. 2003. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2745.2003.00760.x>. Acesso em: 07 maio 2022.

VAZQUEZ, G. H.; HAGA, G. A. Potencial fisiológico de sementes de pitanga armazenadas em diferentes embalagens. *In*: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2018, Maceió. **Anais eletrônicos [...]**. Maceió: CONTECC, 2018. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/182_pfdsdpaede.pdf. Acesso em: 19 maio 2022.

VERTUCCI, C. W.; FARRANT, J. M. Acquisition and loss of desiccation tolerance. *In*: KIGEL, J.; GALILI, G. (eds.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 237-271.

VIEIRA, C. V. *et al.* Germinação e armazenamento de sementes de camboatã (*Cupania vernalis* Cambess.) – SAPINDACEAE. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 444-449, mar./abr. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/FTGQVMkdr7jVWPPd435qJ7g/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 jul. 2022.

VILLELA, F. A.; PERES, W. B. Coleta, secagem e beneficiamento de sementes. *In*: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, R. (eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 265-281.

WALTERS, C. Levels of recalcitrance in seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 12, p. 7-21, Jan. 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/287636923_Levels_of_recalcitrance_in_seeds. Acesso em: 13 abr. 2022.

WALTERS, C.; RIED, J. L.; WALKER-SIMMONS, M. K. Heat-soluble proteins extracted from wheat embryos have tightly bound sugars and unusual hydration properties. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 7, n. 2, p. 125-134, Sept. 1997. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/heatsoluble-proteins-extracted-from-wheat-embryos-have-tightly-bound-sugars-and-unusual-hydration-properties/5A727E7895597FC6D7C5969CEE97BED1>. Acesso em: 15 abr. 2022.

WALTERS, C.; WHEELER, L. M.; GROTENHUIS, J. M. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. **Seed Science Research**, [Cambridge], v. 15, n. 1, p. 1-20, Feb. 2005. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/seed-science-research/article/abs/longevity-of-seeds-stored-in-a-genebank-species-characteristics/5BADB40E9CE6B4E5AABBF606E5D59491>. Acesso em: 13 jul. 2022.

WALTERS-VERTUCCI, C.; CRANE, J.; VANCE, N. C. Physiological aspects of *Taxus brevifolia* seeds in relation to seed storage characteristics. **Physiologia Plantarum**, [Malden], v. 98, n. 1, p. 1-12, Sept. 1996. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1399-3054.1996.tb00669.x>. Acesso em: 25 jul. 2022.

WANG, W.-Q. *et al.* Proteomics of seed development, desiccation tolerance, germination and vigor. **Plant Physiology and Biochemistry**, [Paris], v. 86, p. 1–15, Jan. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942814003362>. Acesso em: 13 maio 2022.

WANG, W.-Q.; MØLLER, I. M.; SONG, S.-Q. Proteomic analysis of embryonic axis of *Pisum sativum* seeds during germination and identification of proteins associated with loss of desiccation tolerance. **Journal of Proteomics**, [Amsterdam], v. 77, p. 68–86, Dec. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22796356/>. Acesso em: 24 abr. 2022.

WAQAS, M. *et al.* Advances in the concept and methods of seed priming. *In*: HASANUZZAMAN, M.; FOTOPOULOS, V. (eds.). **Priming and pretreatment of seeds and seedlings**. Singapore: Springer, 2019. p. 11-43.

WATSON, P. F. Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post thawing function. **Reproduction, Fertility and Development**, [Australia], v. 7, n. 4, p. 871-891, 1995. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8711221/>. Acesso em: 15 dez. 2021.

WEN, B. *et al.* Cytological and physiological changes in recalcitrante chinese fan palm (*Livistona chinensis*) embryos during cryopreservation. **Protoplasma**, [Wein], v. 249, n. 2, p. 323-335, Apr. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21559773/>. Acesso em: 24 maio 2022.