

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**Indução da tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de
Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC.**

ANA PAULA RISSATO DE SOUZA

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014

ANA PAULA RISSATO DE SOUZA

**Indução da tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de
Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal da Grande Dourados, na
Faculdade de Ciências Biológicas Ambientais-
FCBA, no curso de Biotecnologia; Orientado
pela Prof^a. Dr^a. Silvana de Paula Quintão
Scalon.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014

ANA PAULA RISSATO DE SOUZA

**Indução da tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de
Alibertia edulis (Rich.) A. Rich. ex DC.)**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

Prof.^a. Dr.^a. Silvana de Paula Quintão Scalon – Orientadora
Universidade Federal da Grande Dourados

Dr.^a. Daiane Mugnol Dresch - (PNPD/CAPES)
Universidade Federal da Grande Dourados

Mestre Larissa Fatarelli Bento
Universidade Federal da Grande Dourados

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, Francisco de Paulo Ferreira de Souza e Maria de Fátima Rissato de Souza meus exemplos que mesmo em momentos difíceis estiveram ao meu lado me dando suporte e acreditando minha capacidade de vencer os obstáculos.

Ao meu irmão Luis Fernando Rissato de Souza pelo companheirismo e amizade.

A prof^a. Dr^a. Silvana de Paula Quintão Scalon pelo modelo de ética, profissionalismo a ser seguido e acima de tudo pela amizade, carinho e ensinamentos.

A todos os professores da FCBA pela dedicação e ensinamentos proporcionados.

As meninas do Laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas em especial a Daiane Mugnol Dresch, pela colaboração constante.

A família Biotec em especial meus amigos de turma Alisson Alves da Silva, Ândrea Renata da Silva Romero, Camila Bonifácio Dantas, Jessica Lie Takahara e Jessica Celeste que me acompanharam nessa etapa de minha vida me incentivando e sempre estiveram presentes.

Aos funcionários da UFGD pela contribuição valiosa nos meus conhecimentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para tornar possível a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | PÁGINA |
|---|--------|
| RESUMO..... | 7 |
| ABSTRACT..... | 8 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 11 |
| 2.1 Cerrado..... | 11 |
| 2.2 Comportamento fisiológico das sementes durante o armazenamento..... | 12 |
| 2.2.1 Ortodoxas..... | 13 |
| 2.2.2 Recalcitrantes..... | 14 |
| 2.2.3 Intermediárias..... | 15 |
| 2.3 Tolerância à dessecação..... | 16 |
| 2.4 Germinação..... | 17 |
| 2.5 Condicionamento osmótico..... | 18 |
| 2.6 Secagem e armazenamento de sementes..... | 19 |
| 3. OBJETIVO..... | 21 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 23 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 30 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 31 |

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

| | | |
|-----------|--|----|
| TABELA 1. | Comprimento da parte aérea (CPA), de raiz (CR), total (CT) e massa fresca total (MFT) de plântulas de <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. submetidas aos tratamentos com polietinoglicol (PEG) associado ou não ao ácido abscísico (ABA). Dourados-MS, UFGD, 2014..... | 28 |
|-----------|--|----|

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

| | | |
|-----------|--|----|
| FIGURA 1. | Teor de água (%) de sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. submetidas ao tratamento com polietilenoglicol (-0,73 e -1,48 MPa) com adição ou não de ácido abscísico (ABA) e controle (água), ao longo do armazenamento. As barras indicam o desvio padrão das médias. Dourados-MS, UFGD, 2014..... | 24 |
| FIGURA 2. | Protrusão da raiz primária (%) (a) e plântulas normais (%) (b) de sementes de <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. submetidas aos tratamentos com polietinoglicol (PEG) associado ou não ao ácido abscísico (ABA) em função do tempo de armazenamento. Dourados-MS, UFGD, 2014..... | 25 |
| FIGURA 3. | Índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. Dourados-MS, UFGD, 2014..... | 27 |
| FIGURA 4. | Comprimento de parte aérea (a) e de raiz de plântulas (b) de <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. em função do condicionamento osmótico e armazenamento. Dourados-MS, UFGD, 2014..... | 27 |
| FIGURA 5. | Comprimento total (a) e massa fresca total de plântulas (b) de <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. em função do condicionamento osmótico e armazenamento. Dourados-MS, UFGD, 2014..... | 28 |
| FIGURA 6. | Massa seca total de plântulas de <i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC. em função do condicionamento e armazenamento. Dourados-MS, UFGD, 2014..... | 29 |

Indução da tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC.

RESUMO

O Cerrado vem sendo degradado pelas ações humanas, tornando-se necessários estudos sobre conservação das sementes e propagação das suas espécies vegetais. O objetivo deste trabalho foi induzir a tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. utilizando condicionamento osmótico com polietilenoglicol (PEG) e ácido abscísico (ABA). As sementes foram submetidas, por 120 horas, ao condicionamento com PEG nos potenciais de -0,73 e -1,48 MPa, associado ou não com ABA (100 μ M). As sementes que não foram submetidas aos tratamentos constituíram o controle e ambas foram desidratadas com auxílio de sílica gel até o teor de água de 10%, posteriormente acondicionadas em embalagens de papel alumínio, mantidas em câmara fria (16°C) por 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. Em cada tempo de armazenamento correspondente as sementes foram pré-umidificadas e posteriormente avaliadas quanto ao potencial fisiológico por meio dos testes de protrusão da raiz primária, porcentagem de plântulas normais, índice de velocidade de germinação; comprimento de plântulas (parte aérea, raiz primária e total) e massa fresca e seca total. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 7 (5 tratamentos x 7 tempos de armazenamento), com quatro repetições de 25 sementes. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância, utilizando o programa SISVAR. As sementes de *Alibertia edulis* são tolerantes ao armazenamento por 180 dias sem a indução da tolerância a dessecação com polietilenoglicol associado ou não com ácido abscísico. A utilização dos tratamentos osmóticos nos potenciais de -0,73 e -1,48 MPa sem associação de ácido abscísico proporciona maior incremento no crescimento de plântulas e acúmulo de biomassa fresca, maior que em condições normais (sem tratamento).

Palavras-chaves: Cerrado, marmelo, viabilidade, potencial osmótico, ácido abscísico.

Induction of tolerance to desiccation and storing seeds of *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC.

ABSTRACT

The Brazilian Savanna has by human actions, becoming necessary studies on conservation of seeds and plant propagating of its plant species. The objective of this work was to induce tolerance to desiccation and storing seeds of *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. by priming with polyethylene glycol (PEG) and abscisic acid (ABA). The seeds were submitted to, by 120 hours, osmotic treatment with PEG in concentrations of -1.48 and -2.04 MPa, associated or not to ABA (100 μ M). The seeds that were not subjected to the treatments were constituted control and both The seeds that were not subjected to the treatments were constituted control and both they were dehydrated by fast and slow drying, with reduction of water content of 10 percentual points, later wrapped in foil packaging, kept in cold storage for 0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days. In each storage time corresponding the seeds were pre-humidified and evaluated about physiological potential by primary radicle protrusion tests, percentage of normal seedlings, germination speed index, length of seedlings (shoot, primary root and total) and total dry mass. The experimental desing used was the completely randomized design in factorial 5 x 7 (5 treatmentas x 7 storage time), with four replicates of 25 seeds. All variables were submitted to analysis of variance, using the SISVAR program. *Alibertia edulis* seeds are tolerant to storage for 180 days without induction off tolerance to desiccation with polyethylene glycol associated or not with abscisic acid. The use of osmotic potential treatments of -0,73 and -1,48 MPa abscisic association without providing greater increase in seedling growth and accumulation off fresh biomass, heher than in normal conditions (whithout treatment).

Key-words: Brazilian Savanna, marmelo, viability, osmotic potential, abscisic acid.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento do interesse industrial pelas frutas do Cerrado tem intensificado o extrativismo predatório e mesmo com as leis de proteção ambiental, grande parte dos agricultores tem utilizado de forma errônea os recursos naturais, levando várias espécies vegetais do ao risco de extinção causando assim a degradação do Cerrado. Assim, estudos relacionados à tolerância à dessecação e armazenamento de sementes são importantes para a conservação *ex situ* do germoplasma de espécies frutíferas nativas do Cerrado, de modo a indicar o teor de água tolerável pela semente durante o armazenamento, sem causar danos à qualidade fisiológica e ao sucesso da propagação futura da espécie.

Para programas de repovoamento de vegetação ou para a manutenção de bancos de germoplasma, a qualidade fisiológica das sementes é de extrema importância e deve ser preservada até sua sementeira, permitindo o uso de espécies vegetais em épocas e locais diferentes aos de sua origem (KOHOMA et al., 2006; YUYUAMA et al., 2011). Assim, estudos relacionados à tolerância à dessecação e armazenamento de sementes são importantes para a conservação *ex situ* do germoplasma de espécies frutíferas nativas do Cerrado, de modo a indicar o teor de água tolerável pela semente durante o armazenamento, sem causar danos à qualidade fisiológica e ao sucesso da propagação futura da espécie.

A qualidade fisiológica da semente é caracterizada e avaliada pela sua capacidade de germinação, vigor e longevidade, compreendendo um conjunto de características que determinam seu valor para a sementeira, de modo que o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado, de maneira consistente, quando é considerada a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e a sanidade que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade (MARCOS FILHO, 2005). As sementes apresentam maior viabilidade e vigor por ocasião da maturidade fisiológica. A partir deste instante, vão ocorrer, inevitavelmente, mudanças fisiológicas e bioquímicas graduais que ocasionam a deterioração e a perda do vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O armazenamento das sementes se inicia no momento em que a maturidade fisiológica é atingida no campo, sendo este o ponto de maior qualidade. Dependendo das condições ambientais e de manejo, pode haver em seguida, redução de sua qualidade fisiológica, pela intensificação do fenômeno da deterioração, processo inexorável e irreversível (HARRINGTON, 1971; BEWLEY e BLACK, 1994).

As condições de armazenamento das sementes influenciam na sua sobrevivência e longevidade e, embora a qualidade da mesma não possa ser melhorada, pode ser mantida,

dependendo das condições. No entanto, nem todas as plantas produzem sementes que toleram o armazenamento (LEMOS FILHO e DUARTE, 2001).

A tolerância à dessecação corresponde à habilidade para sobreviver sob intensa desidratação protoplasmática, em sementes é uma característica desejável principalmente para conservação *ex situ* das espécies vegetais, já que para a realização do armazenamento de sementes é necessário que estas sejam desidratadas (JOSÉ et al., 2007). Além da redução do teor de água, a manutenção da qualidade fisiológica das sementes armazenadas, dependem também da temperatura e umidade do ambiente de armazenagem (HARRINGTON, 1972).

Uma técnica utilizada para aumentar a capacidade de germinação das sementes e sua tolerância a diversos ambientes, reduzindo o tempo entre a semeadura e a emergência das plântulas, é o condicionamento osmótico (BRACCINI et al., 1996).

A utilização do condicionamento osmótico tem gerado diversos benefícios aos produtores, pois está associada a ganhos na germinação das sementes através do aumento do vigor, promovendo um melhor desempenho na germinação em condições adversas como baixas e altas temperaturas, deficiência hídrica e salinidade (MOHAMMADI; AMIRI, 2010; TAVILI et al., 2011). Além disso o condicionamento osmótico permite uma padronização no tempo de germinação das sementes refletindo em lotes mais uniformes e na melhoria da qualidade de sementes de menor vigor (JAHANGIR et al., 2009 e HANEGAVE et al., 2011).

Os efeitos da secagem das sementes pós-condicionamento dependem de cada espécie, a qual responde diferencialmente à desidratação, porém, o sucesso da semente condicionada, usualmente requer secagem até um nível que varia com a espécie, colheita e com as condições de armazenamento (SANTOS et al., 2008).

A espécie *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC, também conhecida como “marmelada de cachorro”, “marmelinho” ou “marmelo do cerrado”; pertencente à família Rubiaceae ocupa o quarto lugar entre as angiospermas em número de espécies e, no Cerrado, é a quinta mais representativa (CHIQUERI et al., 2004).

A árvore pode medir de três a quatro metros de altura, com copa de 2 a 3 m de diâmetro, seus frutos apresentam formato globoso com aproximadamente 2 a 4 cm de comprimento, 2 a 4 cm de diâmetro e coloração preta quando maduros (SILVA et al., 2001) que podem ser consumidos ao natural ou utilizado na forma de geléias e tortas.

Apresenta importância alimentícia e medicinal, sendo muito frequente tanto nos domínios fitogeográficos das regiões amazônicas quanto nas regiões de Cerrado do Brasil (RODRIGUES e CARVALHO, 2001; ZAPPI e BARBOSA, 2014).

Suas folhas são utilizadas no tratamento de afecções de pele sob forma de compressa, banho e cataplasma (ALMEIDA et al., 1998; DI STASI e HIRUMA-LIMA, 2002), além disso apresenta potencial ornamental, podendo ser aproveitada para reflorestamentos visando à recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2002). A germinação das sementes de marmelo ocorre entre 30 e 50 dias após a sementeira (SOUZA et al., 1995).

Nesse sentido, o conhecimento do comportamento das sementes ao longo do armazenamento é fundamental para nortear a escolha da melhor estratégia para a conservação da sua qualidade fisiológica. Contudo, devido à grande diversidade de espécies existentes no Cerrado, há carência de informações relativa aos requerimentos mínimos para o armazenamento seguro das sementes.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CERRADO

O bioma Cerrado principalmente decorrente da atividade pecuária tem apresentado maior pressão antrópica (SANO et al., 2002). No Brasil, a área do bioma Cerrado corresponde a aproximadamente 1,8 milhões de km² (AGUIAR et al., 2004), e 13% são ocupados com pastagens nativas, 23% com pastagens cultivadas, 5% com culturas agrícolas, 18% com outros tipos de uso, e 41% correspondem às áreas não cultivadas (SANO et al., 2001).

O efeito dessas antropização sobre as espécies encontradas em áreas originalmente sob vegetação de cerrado pode ser analisado sob o ponto de vista ecológico, como as perdas da riqueza das espécies nativas (FELFILI e SILVA JÚNIOR, 2001), e o de produção agropecuária, na qual as espécies nativas que se mantiveram na área agricultável podem ser consideradas invasoras e, assim, comprometer a produtividade agrícola (POTT et al., 2006).

O Cerrado conta com uma grande variabilidade de clima e solos, com diversidade de fauna e flora (SILVA et al., 1994; RIBEIRO e WALTER, 1998), representando 30% da biodiversidade brasileira (AGUIAR e CAMARGO, 2004). Segundo Fernandez (2002), estudos sobre a conservação e propagação de espécies nativas contribuem para minimizar a perda da biodiversidade que tem sido causada.

As espécies vegetais do Cerrado destacam-se principalmente por seus valores alimentício, medicinal, madeireiro, forrageiro e ornamental, de grande importância para a região (ALMEIDA, 1998). Sua flora é rica em espécies frutíferas nativas que produzem frutos de sabores marcantes e peculiares, com elevados teores de vitaminas, proteínas, sais minerais

e açúcares, entre outros (ALMEIDA et al., 1987; BARBOSA, 1996; SILVA et al., 2001), que lhes conferem enorme potencial para consumo interno e para exportação. Além de consumidos *in natura*, esses frutos podem ser transformados em sucos, sorvetes, licores, pães, biscoitos, geléias, bolos e outras preparações regionais (SILVA et al., 2001).

Dentre esses frutos, destaca-se a *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC., também conhecida como “marmelada de cachorro”, “marmelinho” ou “marmelo do cerrado”; pertencente à família Rubiaceae, que ocupa o quarto lugar entre as angiospermas em número de espécies e, no cerrado, é a quinta mais representativa (CHICQUERI et al., 2004).

A espécie apresenta importância alimentícia e medicinal, sendo muito frequente tanto nos domínios fitogeográficos das regiões amazônicas quanto nas regiões de Cerrado do Brasil (RODRIGUES e CARVALHO, 2001; ZAPPI e BARBOSA, 2014). A germinação das sementes de marmelo ocorre entre 30 e 50 dias após a sementeira (SOUZA et al., 1995).

A intensa pressão de ocupação agropecuária e as ações de extrativismo no Cerrado têm causado preocupação e colocado em risco muitas espécies de importância ecológica, social e econômica e mesmo com as leis de proteção ambiental, a grande maioria dos agricultores tem utilizado de forma errônea estes recursos, levando várias espécies vegetais ao risco de extinção, sendo necessários estudos relacionados à preservação das suas espécies.

2.2 COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DURANTE O ARMAZENAMENTO

A longevidade das sementes é uma característica geneticamente determinada. Porém alguns fatores podem influenciar o período de conservação da sua qualidade fisiológica; tais como: teor de água das sementes, condições de armazenamento, maturidade fisiológica, entre outros. Dependendo da maior ou menor tolerância a dessecação e ao armazenamento, as sementes podem ser classificadas em ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias.

Para programas com a finalidade seja de repovoamento de vegetação ou para a manutenção de bancos de germoplasma, a qualidade fisiológica das sementes é imprescindível, devendo esta ser preservada até sua sementeira, permitindo o uso de espécies vegetais em épocas e locais diferentes aos de sua origem (KOHOMA et al., 2006; YUYUAMA et al., 2011).

Roberts (1973) foi o primeiro autor a propor uma classificação em relação ao comportamento fisiológico de sementes secas e armazenadas. Para ele sementes ortodoxas são aquelas tolerantes à dessecação e podem ser secas a conteúdos de umidade inferiores aos 10%

(base úmida), podendo ser armazenadas a baixas temperaturas sem perda da viabilidade, em contrapartida, sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação, perdendo a viabilidade quando armazenadas em baixas temperaturas.

Uma terceira categoria de comportamento foi proposta posteriormente por Ellis et al. (1990) que introduziram o termo sementes intermediárias, para aquelas que apresentavam tolerância parcial a secagem (cerca de 10-12% de umidade) e permanecem viáveis por períodos superiores ao das recalcitrantes, mas inferior ao das ortodoxas, perdendo a viabilidade em curto espaço de tempo quando armazenadas em baixas temperaturas.

A seguir, são relacionadas às principais características das sementes em relação ao comportamento, que as sementes podem apresentar durante o armazenamento.

2.2.1 SEMENTES ORTODOXAS

Geralmente sementes ortodoxas são relativamente pequenas, com taxas metabólicas e respiração mais baixas podendo ser armazenadas com baixos teores de água e em baixas temperaturas por longo período de tempo (PINTO et al., 2004). Em geral, apresentam maior longevidade, podendo ser reduzidas em teores de água entre 5% - 7% e armazenadas em ambientes sob baixas temperaturas por longos períodos. A cada 1% de aumento no grau de umidade da semente, a longevidade é reduzida pela metade, considerando-se o intervalo de 5% a 14% (HARRINGTON, 1972). Para a maioria das espécies, que possuem sementes com comportamento ortodoxo, quanto menor o grau de umidade das sementes (entre 3% e 7%), maior será a sua longevidade durante o armazenamento. Com relação à temperatura, para cada 5° C de aumento a longevidade é reduzida pela metade, no intervalo de 0° C a 50° C, em razão de uma maior atividade respiratória (HARRINGTON, 1972).

No caso do teor de água das sementes, existem níveis críticos acima dos quais são detectados processos importantes. Assim sementes armazenadas com teores de água acima de 30% favorecem a germinação, já teores de água entre 18% e 30% desencadeiam processos de deterioração das sementes, ao passo que sementes armazenadas com teores situados entre 18% e 20% tendem a apresentar intensa atividade respiratória, que em contrapartida, gera calor e potencializa o processo de deterioração. Por sua vez, teores abaixo de 8% a 9% de umidade, tem se uma redução na atividade de insetos, e sementes com teores de água abaixo de 4% a 5% são imunes ao ataque de insetos e fungos de armazenamento (BEWLEY; BLACK, 1994). Entretanto, reduções maiores no teor de água das sementes podem desencadear processos de auto-oxidação de lipídios e, conseqüentemente, formação de

radicais livres que, por serem muito reativos, podem inativar enzimas e alterar a integridade das membranas celulares, além de comprometer o material genético celular, causando danos irreparáveis e redução na viabilidade das sementes (HARRINGTON, 1972).

Em sementes ortodoxas, a aquisição da tolerância à dessecação é um evento programado da fase final do desenvolvimento, em que as sementes após o acúmulo de reservas passam por um período de secagem, com redução considerável do teor de água (entre 90 a 95%) e do metabolismo passando a um estado quiescente (BLACK e PRITCHARD, 2002). Isto permite que estas sementes possam ser armazenadas por longos períodos sob condições convencionais, ou seja, no estado seco e em baixas temperaturas (ROBERTS, 1973).

Muitas sementes ortodoxas apresentam tegumento impermeável a água, facilitando assim sua manutenção em baixos teores de água durante o armazenamento, após sua secagem (HARRINGTON, 1972). Esse é o caso de muitas sementes de espécies do Cerrado, como a faveira (*Dimorphandra mollis* Benth.), copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), mutumba (*Guazuma ulmifolia* Lamb.), marmelo (*Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC.), entre outras. Outras características que distinguem sementes ortodoxas das demais é seu tamanho reduzido (HONG et al., 1996) e o baixo conteúdo de água das sementes no momento da dispersão dos frutos (DAVIDE et al., 2001).

2.2.2 SEMENTES RECALCITRANTES

As sementes sensíveis à dessecação (recalcitrantes) não suportam a secagem e, se armazenadas com conteúdo de água elevado, o crescimento do embrião não é interrompido (PRITCHARD, 2004).

Sementes recalcitrantes são frequentemente grandes, com taxas metabólicas e respiração mais elevadas, a longevidade é relativamente curta. Por serem sensíveis à dessecação, sementes recalcitrantes devem ser armazenadas úmidas (GREGGAINS et al., 2000). Entretanto, mesmo sob condições úmidas, sua longevidade é relativamente curta, variando de poucas semanas a alguns meses, dependendo da espécie (ROBERTS e KING, 1980). Estas sementes podem tolerar certo nível de perda de água, mas não há paralisação no seu metabolismo, progredindo para imediata germinação (BERJAK e PAMMENTER, 2001). Assim, devem ser armazenadas com teor de água relativamente alto para manutenção da viabilidade e vigor.

Espécies que apresentam sementes recalcitrantes geralmente são originárias de habitats que permitem o estabelecimento rápido das sementes após sua dispersão da planta-

mãe, como os ambientes aquáticos ou muito úmidos, o que representa uma adaptação evolutiva dessas espécies (BERJAK et al., 1993).

Essas sementes não toleram a secagem pelos métodos tradicionalmente empregados em sementes ortodoxas, apresentando redução da viabilidade em curto período, mesmo quando armazenadas com elevados teores de água (BEWLEY e BLACK, 1994). Os mecanismos fisiológicos e bioquímicos responsáveis pela intolerância à dessecação nessas espécies ainda não estão completamente elucidados, o que dificulta o estabelecimento de métodos adequados ao armazenamento e conservação dessas sementes.

O conhecimento dos teores de água crítico e letais de uma espécie é indispensável para o planejamento e a execução de um protocolo para secagem e o armazenamento, pois o teor de água é um fator determinante do comportamento das sementes recalcitrantes. Nessas sementes, a água subcelular está fortemente associada às superfícies macromoleculares assegurando, em parte, a estabilidade de membranas e macromoléculas. A perda de água estrutural durante o processo de secagem causaria a alteração de sistemas metabólicos e de membranas, resultando no início do processo de deterioração (FARRANT et al., 1988).

2.2.3 SEMENTES INTERMEDIÁRIAS

As sementes desse grupo apresentam comportamento que se situa fisiologicamente entre as duas classes citadas anteriormente, e são chamadas de intermediárias. Essas espécies possuem pequena resistência a baixas temperaturas, porém certa tolerância à dessecação; nesse caso, essas sementes denominadas como intermediárias, são relativamente tolerantes à dessecação (10-12%), mas não suportam a perda de água a níveis tão baixos quanto às sementes ortodoxas e geralmente são sensíveis ao frio (ELLIS et al., 1990). Dessa forma, sementes com estas características podem ser armazenadas em ambientes bem definidos e bem controlados, por um período não muito longo. Os ambientes devem ser definidos para cada espécie e mesmo cada procedência.

Sementes com características intermediárias não podem ser armazenadas usando-se os padrões de protocolos recomendados para armazenamento, embora aparentemente sobrevivam às condições de baixo conteúdo de água, não sobrevivem ao estresse adicional da exposição a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, havendo prejuízos para a sua longevidade o que torna o seu comportamento diferente das sementes tolerantes a desidratação (MEDEIROS e EIRA, 2006).

2.3 TOLERÂNCIA A DESSECAÇÃO

A tolerância à dessecação é referida como a capacidade que um organismo tem de sobreviver a um extremo de desidratação, em que o conteúdo de água do protoplasma seja igual ou inferior a 0,1g por g de massa seca ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e então, retomar suas funções normais após serem reidratadas (VERTUCCI e FARRANT, 1995; BLACK e PRITCHARD, 2002; WALTERS et al., 2005; BERJAK, 2006), sendo responsável pelo estágio final de desenvolvimento da semente, mantendo as estruturas e metabolismo, mesmo com o baixo conteúdo de água, possibilitando assim, que as sementes sejam armazenadas (LEPRINCE e BUITINK, 2010).

O primeiro conjunto de mecanismos responsáveis pela aquisição de tolerância à dessecação envolve alterações das características físicas intracelulares, incluindo a diminuição de vacúolos, proteção à integridade do DNA e o desmantelamento ordenado dos elementos do citoesqueleto; enquanto que o segundo conjunto de mecanismos relaciona-se à desdiferenciação e drástica redução do metabolismo intracelular (BERJAK e PAMMENTER, 2008).

A maioria das sementes adquire a capacidade de tolerância durante a maturação, capacidade essa que varia entre espécies, entre e dentro de lotes de sementes (GROOT et al., 2003). Tal tolerância está relacionada à capacidade do organismo em enfrentar o estresse da quase completa perda de água e da reidratação: o organismo reduz seu metabolismo após a dessecação e nessas condições acumula altos níveis de açúcares (HOEKSTRA et al., 2003). Acredita-se que esses açúcares são capazes de prevenir mudanças nas fases das membranas e mudanças estruturais das proteínas, com essa ação, as membranas não se rompem e assim a atividade enzimática é preservada (MALUF et al., 2003).

O ácido abscísico (ABA) está relacionado direta ou indiretamente, à tolerância à dessecação, sendo que sua síntese está ligada ao estágio de maturação da semente, bem como ao estímulo da síntese de carboidratos e expressão de genes relacionados à tolerância à dessecação (BARBEDO e BILIA, 1998; BARBEDO e MARCOS FILHO, 1998; BARTELS, 2005). De acordo com Bewley e Black, (1985), em concentrações elevadas de ABA fornecidas artificialmente, há a inibição do desenvolvimento do eixo embrionário. A aplicação exógena de ABA em sementes recalcitrantes, além de estimular o acúmulo de proteínas de reserva, resulta em inibição mais evidente da germinação do que a causada pelos níveis internos de ABA das sementes (FONSECA e FREIRE, 2003).

Além disso, o ABA está envolvido na regulação gênica de alguns aspectos da resposta fisiológica vegetal aos estresses ambientais, tais como seca, estresse osmótico, salino, frio e em resposta a ataques por patógenos (LEUNG e GIRAUDAT, 1998; ROCK, 2000; SHINOZAKI e YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2000).

2.4 GERMINAÇÃO

A germinação é definida como sendo a retomada do crescimento e desenvolvimento do eixo embrionário da semente, após um período de quiescência, que se inicia com a absorção de água. O conhecimento das condições adequadas para a germinação de sementes de uma espécie é de fundamental importância, principalmente pelas respostas diferenciadas que podem apresentar aos diversos fatores de condições ambientais como temperatura, água e luz (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). A germinação constitui-se de uma série de processos metabólicos, que ocorrem de forma programada e ordenada de eventos metabólicos e qualquer substância que interfira nesta sucessão de eventos, poderá possivelmente inibir o processo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005), sendo o processo germinativo das sementes afetado por uma série de condições intrínsecas e extrínsecas às sementes, dentre elas, temperatura, substrato, umidade, luz e oxigênio, sendo essenciais para que o processo ocorra normalmente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O processo de germinação pode ser dividido, basicamente, em três etapas principais: embebição, processo bioquímico preparatório (fase de repouso, como preparo para o crescimento) e emergência propriamente dita (crescimento, protrusão da raiz primária) (BEWLEY e BLACK, 1994).

A absorção de água é fundamental para o reinício de atividades metabólicas da semente após a maturidade. A deficiência hídrica normalmente é considerada o fator limitante à germinação de sementes não dormentes, afetando a percentagem, a velocidade e a uniformidade de germinação. A água apresenta várias funções de grande importância como contribui para amolecimento do tegumento, intensifica a velocidade respiratória, auxilia significativamente a digestão, translocação e assimilação das reservas (MARCOS FILHO, 2005). A entrada de água provoca o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, resultando na ruptura do tegumento e facilitando a protrusão da raiz primária.

A fase inicial da germinação tem início com a absorção de água, enquanto a segunda é dependente da mobilização de reservas que desencadeará eventos metabólicos para formação das plântulas, que poderá ser caracterizada como normais ou anormais. As

do primeiro tipo são aquelas que apresentam sistema radicular bem formado e um coleótilo perfeito, com folha bem desenvolvida (plúmula) no interior ou emergindo deste. As plântulas anormais são aquelas com raízes mal formadas necrosadas, coleótilo vazio, com folhas primordiais partidas ou fendidas longitudinalmente, com desenvolvimento anormal ou coleótilo (BRASIL, 2009). A velocidade de absorção de água pela semente varia com a espécie, permeabilidade do tegumento, disponibilidade de água, temperatura, pressão hidrostática, área de contato da semente/água, forças intermoleculares, composição química e condição fisiológica da semente (CARVALHO et al., 2000).

O teste de germinação é o principal parâmetro utilizado para avaliar a qualidade fisiológica das sementes e assim conhecer o potencial de germinação de um lote em condições favoráveis; os resultados do teste são utilizados para determinar a taxa de semeadura, para a comparação do valor de lotes e para a comercialização, pois possibilita a obtenção de resultados comparáveis entre laboratórios (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Estudos com germinação de sementes são geralmente realizados com a finalidade de ampliar os conhecimentos fisiológicos, verificando as respostas de germinação a diferentes fatores ambientais, causas de dormência; acompanhando o desenvolvimento do embrião e da plântula; para verificar o estágio de maturação das sementes e do efeito do processamento e armazenamento sobre a qualidade das mesmas (BASKIN e BASKIN, 1998).

Várias técnicas têm sido propostas com a finalidade de melhorar a percentagem de germinação das sementes, reduzindo o tempo necessário entre a semeadura e a emergência das plântulas, bem como aumentar a tolerância às condições ambientais adversas, como as baixas temperaturas e a deficiência de água no solo no momento da semeadura.

2.5 CONDICIONAMENTO OSMÓTICO

O condicionamento osmótico também conhecido como *priming*, uma técnica que consiste na hidratação controlada de sementes até um determinado nível, de modo a permitir a ocorrência das etapas iniciais do processo de germinação, sem que haja a protrusão da radícula (CARVALHO et al., 2000). Contudo, as sementes submetidas a essa técnica podem apresentar redução na longevidade e, conseqüentemente, menor tempo de armazenamento (POWELL, et al., 2000).

O osmocondicionamento visa obter uma germinação mais rápida e homogênea, mesmo sob estresse. A solução deve apresentar uma concentração suficientemente baixa para

permitir a embebição das sementes, de modo a permitir a ocorrência das etapas iniciais do processo de germinação, mas suficientemente alta para prevenir a fase caracterizada pela protrusão da radícula (CARVALHO et al., 2000).

Agentes osmóticos inorgânicos como o NaCl, KNO₃ e MgSO₄, e orgânicos como polietilenoglicol (PEG), manitol e sacarose, são utilizados para aumentar a concentração da solução de embebição, diminuindo desta forma, o potencial hídrico da mesma. Dentre as substâncias utilizadas no osmocondicionamento, predomina o uso do PEG, um agente osmótico macromolecular (6000, 8000, 20000), atóxico para as sementes por não penetrar no tegumento devido ao elevado peso molecular (VILLELA et al., 1991), absorvendo a água da semente até que a mesma atinja o equilíbrio com o potencial osmótico da solução (SANTOS et al., 2008). Para o condicionamento da maioria das espécies, o potencial osmótico da solução deve variar de -0,5 a -2,0 MPa e a temperatura estar entre 10 e 25°C (BEWLEY e BLACK, 1994; NASCIMENTO, 1998).

De acordo com Bradford (1986), para obtenção de condições favoráveis ao condicionamento osmótico são importantes fatores como a temperatura, a concentração da solução ou potencial osmótico, o período de duração do tratamento, o método e o período de secagem após o tratamento. Outros fatores ainda podem afetar o sucesso do condicionamento osmótico, como: a espécie, a cultivar e, dentro da mesma cultivar, o vigor dos lotes de sementes.

2.6 SECAGEM E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

O armazenamento de sementes constitui-se em um conjunto de procedimentos voltados à preservação de sua qualidade sanitária e fisiológica por períodos prolongados para posterior semeadura e obtenção de plantas sadias após a germinação, atuando como instrumento para a formação de estoques reguladores e à manutenção de recursos genéticos por meio de bancos de germoplasma (AGUIAR et al., 1993).

Durante o armazenamento, a conservação da qualidade das sementes é influenciada, entre outros fatores, pela sua qualidade inicial, teor de água, umidade relativa e temperatura do ar, ação de fungos e insetos, tipo de embalagem, disponibilidade de oxigênio e período de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Nesse sentido, sementes ortodoxas mantêm por mais tempo a qualidade fisiológica quando armazenadas com baixos teores de água e sob baixas temperaturas, uma vez que elevados teores de água nas sementes tendem a acelerar o processo de deterioração das mesmas em razão da intensificação da atividade

respiratória, consumo de reservas, liberação de calor e proliferação de microrganismos (ROBERTS, 1973).

A manutenção da viabilidade de sementes ortodoxas por longos períodos de armazenamento é possível devido sua secagem até teores de água em torno de 5 a 10%, ao passo que sementes recalcitrantes, em geral, perdem a viabilidade quando sofrem redução nos teores de água a níveis inferiores a 30% (ROBERTS, 1973; HONG et al., 1996). Desse modo, faz-se necessário o conhecimento do comportamento fisiológico ao longo do armazenamento para assim auxiliar no estabelecimento de estratégias de conservação de sementes (FAO, 1993), favorecendo tanto sua exploração comercial como sua utilização na produção de mudas em programas de recuperação de áreas degradadas, de modo a contribuir para sustentabilidade e conservação do bioma.

De maneira geral, as condições de cultivo, de colheita, de secagem e de armazenamento definem a qualidade das sementes, assim como o armazenamento. Toda e qualquer semente armazenada sofre deterioração que pode ser mais rápida ou mais lenta, dependendo das características ambientais e das características das próprias sementes. Geralmente a redução da luminosidade, da temperatura e da umidade de ambos, sementes e ambiente, faz com que seu metabolismo seja reduzido e que os microrganismos que as deterioram fiquem fora de ação, aumentando sua longevidade (VIEIRA et al., 2001).

O processo de deterioração é inevitável mais pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente (CARDOSO et al., 2012). Além disso, a longevidade das sementes está relacionada a muitos fatores, alguns ainda desconhecidos, outros já comprovados, tais como:

- Deterioração do DNA embrionário – Com o tempo há degeneração de proteínas dos núcleos das células dos embriões das sementes, causando aberrações cromossômicas e impedindo assim a germinação (FONTES et al., 2001);
- Umidade – O teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração do grão durante o armazenamento. Mantendo-se baixo o teor de água e a temperatura do grão, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados, quanto menor o teor de umidade das sementes, menor será sua atividade fisiológica e a atividade fisiológica dos agentes deterioradores (BERBET et al., 2008);
- Temperatura – Na ausência de fatores limitantes, a germinação ocorre em ampla faixa de temperatura, cujos limites dependem da espécie e do material genético. As variações da temperatura também afetam a velocidade, percentagem e a uniformidade

de germinação. Em geral, quanto menor a temperatura, menor a atividade fisiológica das sementes assim como dos agentes deterioradores. A temperatura e a umidade relativa são determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante o armazenamento e alterações na qualidade do produto e, em contrapartida, dos subprodutos (MARCOS FILHO, 2005; KONG et al., 2008; MALAKER et al., 2008);

- Quantidade de substâncias de reserva da semente – Quanto menor for à semente e a quantidade de substâncias de reserva da mesma, menor seu período de viabilidade (KAGEYAMA e MARQUEZ, 1981);
- Teor de óleo das sementes – Óleos são substâncias de reserva mais instáveis do que os hidratos de carbono e são responsáveis por uma deterioração mais rápida das sementes (HARRINGTON, 1972);
- Luminosidade – A luminosidade favorece a oxidação e a alteração das substâncias presentes nas sementes o que facilita sua deterioração (CABRAL et al., 2003);
- Tempo de estocagem (processo do envelhecimento) – Todos os componentes químicos de um ser vivo são instáveis seja em curto ou longo prazo, vindo a se transformar em outros à medida que o tempo passa, levando as sementes à deterioração gradual e constante em maior ou menor velocidade (CABRAL et al., 2003). Como consequência do tempo de estocagem, pode ocorrer redução da velocidade de crescimento das plântulas, aumento da permeabilidade da membrana citoplasmática, redução da atividade de algumas enzimas, maior susceptibilidade a estresses, mudanças na respiração, alteração nas reservas alimentícias, alteração na cor, alteração na velocidade de síntese dos compostos orgânicos (MARCOS FILHO, 2005).

2. OBJETIVO

Com este trabalho objetivou-se avaliação a indução da tolerância à dessecação e ao armazenamento de sementes de *A. edulis* com polietilenoglicol (PEG) e ácido abscísico (ABA).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de *Alibertia edulis* foram coletados em julho de 2013, na região de Cerrado na Fazenda Santa Madalena (coordenadas 22° 08' S 55° 08' W) na rodovia BR 270, Km 45, que liga os municípios de Dourados e Itahum, em Mato Grosso do Sul. Após a coleta, os frutos foram levados para o Laboratório de Nutrição e Metabolismo de Plantas da

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS, e então processados, tendo suas sementes retiradas manualmente, lavadas em água corrente. Em seguida, as sementes foram lavadas e acondicionadas sobre papel Germitest[®] para retirada do excesso de umidade em ambiente de laboratório (25 ± 1 °C). Posteriormente, foram descartadas sementes mal desenvolvidas e quebradas e selecionadas as integras com padrão visual uniforme.

Após a secagem superficial das sementes por 40 minutos em temperatura ambiente, foi retirada uma amostra para caracterizar o tratamento controle (sem tratamento osmótico e ABA). Posteriormente, as sementes remanescentes foram submetidas, por 120 horas, à embebição com PEG (6000) nos potenciais de -0,73 e -1,48 MPa, associado ou não com ABA na concentração de 100µM e mantidas em germinadores do tipo B.O.D. na temperatura de 25°C. Após a retirada das sementes do condicionamento osmótico, as sementes foram lavadas em água corrente por cinco minutos, para remoção da solução de condicionamento e secagem superficial, em folha de papel toalha. Em seguida, as sementes foram submetidas à secagem rápida em sílica gel ativada (8% UR).

A secagem em sílica-gel foi conduzida pela disposição das sementes no interior de caixas tipo “gerbox” contendo sílica gel ao fundo, sendo feita a troca da sílica-gel assim que a camada superficial perdia a coloração azul indicativa e tornavam-se rosa. Posteriormente a cada hora, as sementes foram pesadas até que atingissem o teor de água para $10 \pm 2\%$, conforme a fórmula de Sacandé et. al. (2004). Após a obtenção do teor de água desejado, as sementes foram acondicionadas em papel alumínio e armazenadas em câmara fria (16 ± 1 °C) por 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias. Em cada tempo de armazenamento correspondente as sementes foram pré-umidificadas em 100% UR e a 25°C sob luz branca constante por 24 horas, para que fossem evitados danos por embebição, e posteriormente, foram determinadas as seguintes características para avaliação do potencial fisiológico em cada tempo de armazenamento:

Teor de água: foi determinado a 105 ± 3 °C por 24 h, pelo método da estufa (BRASIL, 2009), com a utilização de quatro amostras providas de cinco sementes cada e os resultados foram expressos em base úmida.

Protrusão da raiz primária: realizada em rolos de papel Germitest[®] com quatro repetições de 25 sementes cada e mantidas em germinadores do tipo B.O.D. na temperatura de 25 °C (constante), sob luz branca. As avaliações ocorreram diariamente. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Porcentagem de plântulas normais: foi realizada em rolos de papel Germitest[®] com quatro repetições de 25 sementes cada e mantidas em germinadores do tipo B.O.D. na temperatura de 25°C (constante), sob luz branca. As avaliações foram realizadas aos quarenta e cinco dias após a sementeira, computando-se as porcentagens de plântulas normais (%).

Índice de velocidade de germinação (IVG): calculado pelo somatório do número de plântulas emersas cada dia, dividido pelo número de dias corridos entre a sementeira e a germinação, de acordo com a fórmula de Maguire (1962).

$IVG = (E1/N1) + (E2/N2) + (E3/N3) + \dots + (En/Nn)$, em que:

IVG= Índice de velocidade de Germinação.

E1, E2, E3,..., En= número de plantas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem;

N1, N2, N3,..., Nn= número de dias da sementeira à primeira, segunda, terceira e última contagem.

Comprimento de plântulas: obtido por meio das medidas do comprimento da parte aérea, raiz primária e total das plântulas aos quarenta e cinco dias, com auxílio de régua milimetrada. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

Massa fresca total: obtida a partir das pesagens de plântulas fresca em balança analítica de precisão (0,0001g) e os resultados foram expressos em gramas (g).

Massa seca total: obtida a partir das plântulas secas em estufa regulada a 60°C por 48 horas, determinada em balança analítica de precisão (0,0001g) com os resultados expressos em gramas (g).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 7 (5 tratamentos X 7 tempos de armazenamento), com quatro repetições de 25 sementes. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias dos fatores qualitativos foram comparadas pelo teste Tukey (5% de significância) e as dos fatores quantitativos, por análise de regressão, com a utilização do programa SISVAR (FERREIRA, 2011). Os dados dos teores de água ao longo do armazenamento em função dos tratamentos foram apresentados na forma de médias e inseridos os desvios padrão dos dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na curva dos teores de água observa-se que os tratamentos apresentaram pequenas oscilações ao longo do armazenamento, sendo que sementes embebidas nos potenciais de -1,48 MPa sem e com ABA iniciaram o armazenamento com teores de água mais elevados

(13,3 e 14,3% respectivamente), quando comparados ao o controle (9,1%) e os potenciais osmóticos de - 0,73 MPa sem e com ABA com 8,8 a 8,7% (Figura 1). Entretanto, ao final do armazenamento todos os tratamentos apresentaram teores de água próximos a 13% (Figura 1).

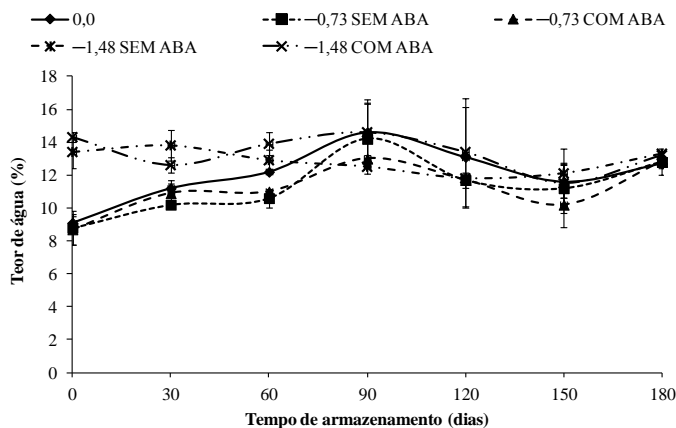


Figura 1. Teor de água (%) de sementes de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. submetidas ao tratamento com polietilenoglicol (-0,73 e -1,48 MPa) com adição ou não de ácido abscísico (ABA) e controle (água), ao longo do armazenamento. As barras indicam o desvio padrão das médias. Dourados-MS, UFGD, 2014.

As interações entre tratamentos e tempo de armazenamento foram significativas para as características porcentagem de protrusão da raiz primária, plântulas normais e índice de velocidade de germinação de *Alibertia edulis*.

Para a protrusão da raiz primária, os tratamentos controle, -0,73 e -1,48 MPa, ambos sem ABA, afetaram negativamente a velocidade de protrusão a partir dos 30 dias de armazenamento (Figura 2a). Entretanto, ressalta-se que o tratamento controle (0 MPa) após 180 dias de armazenamento proporcionou ainda elevada protrusão da raiz primária (76,8%) quando comparada aos demais tratamentos.

Para os tratamentos de PEG -0,73 e -1,48 MPa associados ao ABA foram obtidas médias estatisticamente iguais e porcentagem inferior a 70% independente do período de armazenamento (Figura 2a). A redução na porcentagem da protrusão da raiz primária provavelmente está relacionada ao fato do ABA apresentar efeito inibidor na germinação quando aplicado exogenamente (FERREIRA e BORGHETTI, 2004). Sob condições de estresse, geralmente hídrico, a diminuição de água nas células resulta em alterações no metabolismo e alguns processos da expressão de genes específicos (STACCIARINI-SERAPHIN, 2004).

O ABA exerce efeitos na proteção ao estresse hídrico por meio da indução da expressão de genes que codificam a síntese de proteínas, para, assim, evitar as perdas de água

e restaurar os danos celulares (STACCIARINI-SERAPHIN, 2004). Entretanto, vários genes induzidos por déficit hídrico são indiferentes ao ABA exógeno. Os inibidores da germinação, na maioria dos casos, não são específicos, de tal forma que um dado inibidor pode atuar em mais de uma espécie; entretanto, verifica-se que a sensibilidade à concentração do inibidor é variável (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A aplicação combinada de PEG e ABA tem se tornado uma rotina para estimular a maturação do embrião de algumas coníferas, sendo possível simular o estresse hídrico natural que ocorre nas fases finais do embrião. Além disso, após a completa dessecação, uma grande porcentagem de embriões tratados com PEG é capaz de se converter em plântulas. (STASOLLA et al., 2003).

Contudo houve uma homogeneidade na protrusão de plântulas, provavelmente resultado do osmocondicionamento com PEG associado ao ácido abscísico (Figura 2a), já que alguns estudos têm indicado que o tratamento em soluções com PEG pode aumentar a tolerância a baixas temperaturas, acelerar a germinação e homogeneidade das sementes (PATANE et al., 2006 e ZHUO et al., 2009).

Os tratamentos controle e -0,73 MPa de PEG não associada ao ABA proporcionaram os melhores resultados da protrusão da raiz primária, e conseqüentemente as maiores porcentagem de plântulas normais. O condicionamento osmótico no potencial de -0,73 MPa sem associação com ABA proporcionou a máxima porcentagem de plântulas normais aos 31 dias de armazenamento (80%), seguido do tratamento controle que após 180 dias de armazenamento apresentou valores em torno de 68% (Figura 2b).

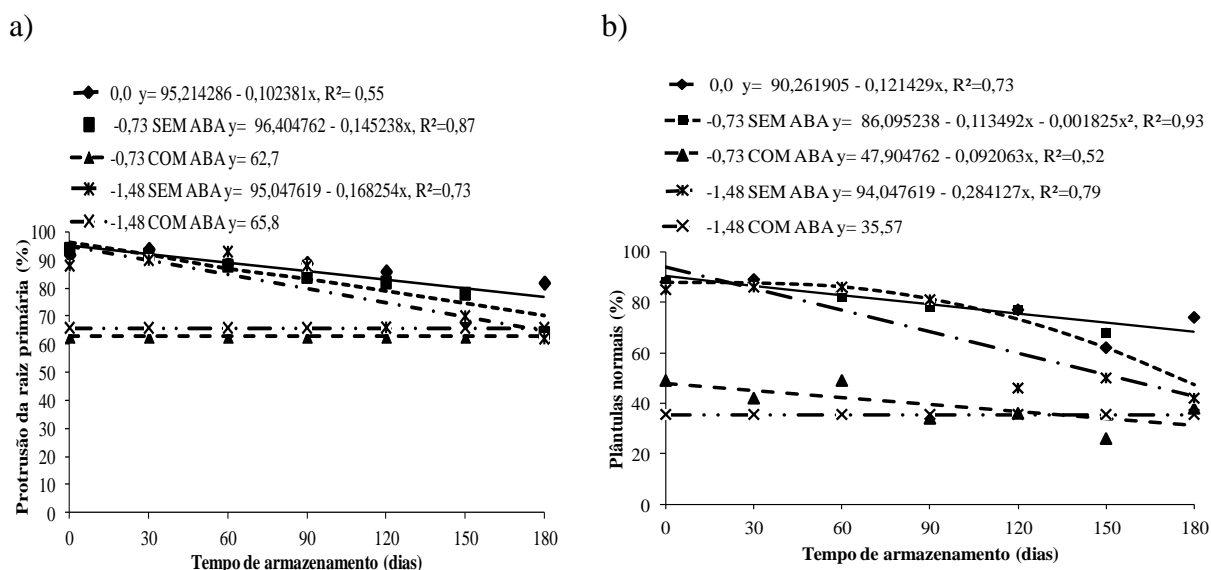


Figura 2. Protrusão da raiz primária (%) (a) e plântulas normais (%) (b) de sementes de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. submetidas aos tratamentos com polietinoglicol

(PEG) associado ou não ao ácido abscísico (ABA) em função do tempo de armazenamento. Dourados-MS, UFGD, 2014.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), o tratamento que obteve os melhores resultados foi proporcionado pelo potencial de -0,73 MPa não associado ao ABA, apresentando ponto máximo de velocidade de germinação aos 46 dias (Figura 3). Para o potencial osmótico de -1,48 MPa sem ABA observa-se um decréscimo ao longo do armazenamento, indicando que a velocidade de germinação das sementes diminuiu à medida que permaneceram armazenadas. Possivelmente, a embebição lenta de polietilenoglicol não associado ao ABA na forma exógena e submetidas a secagem, permitiu a síntese de ácido abscísico durante a germinação e conseqüentemente, desencadeou os mecanismos de proteção à dessecação. Vários estudos têm apontado que o estresse causado pelo déficit hídrico e diminuição do volume celular durante a dessecação induzem o acúmulo de ABA (TAYLOR et al., 2000; JIA et al., 2001).

Em condições de estresse hídrico, as sementes tem água suficiente para iniciar o processo germinativo (Fases I e II) sem, contudo, iniciar o crescimento da raiz primária (Fase III) (BRADFORD, 1990). Uma vez que o alongamento e a síntese da parede celular são processos altamente sensíveis ao déficit hídrico (WENKERT et al., 1978), o decréscimo no crescimento e posteriormente na protrusão da radícula pode ser devido ao baixo turgor das células, causado pela restrição hídrica (BRADFORD, 1995).

A velocidade de germinação foi influenciada negativamente pelos tratamentos osmóticos associados ao ácido abscísico. O decréscimo na germinação de sementes submetidas à restrição hídrica também reside no fato de que, nessas condições, ocorre um prolongamento da fase estacionária do processo de embebição, devido à redução na atividade enzimática, resultando em menor desenvolvimento meristemático e, conseqüentemente, em atraso na protrusão da radícula (FALLERI, 1994).

Em alguns estudos, o ABA tem exercido papel preventivo na germinação precoce de sementes, sendo que, altos níveis de ABA fornecidos artificialmente, inibem o desenvolvimento do eixo embrionário, aumentam a sensibilidade da semente, diminuem o potencial hídrico e conseqüentemente reduzem a capacidade de germinação (BEWLEY e BLACK, 1985; ARTECA, 1996). Resultados semelhantes foram observados em sementes de alfafa, de modo que a aplicação de ABA retardou a germinação das sementes, porém não impediu a ocorrência do processo (CARNEIRO et al., 2001).

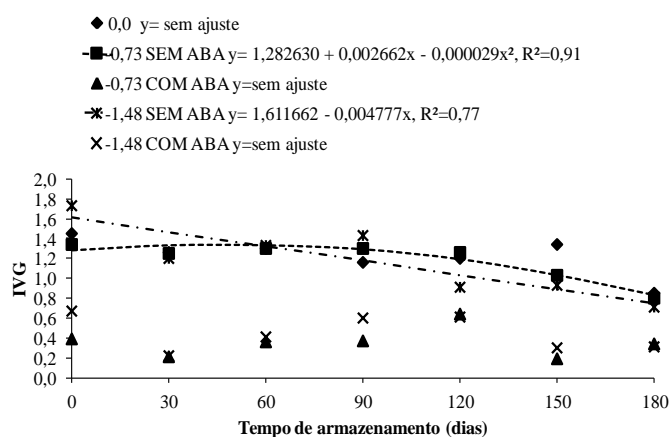
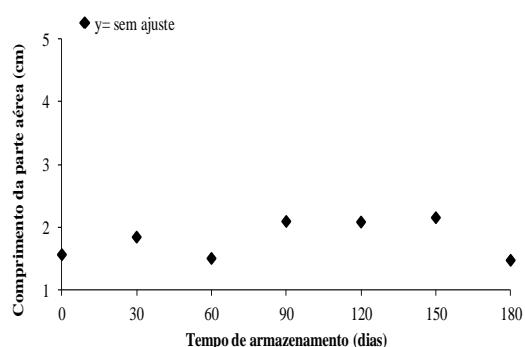


Figura 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de plântulas de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. Dourados-MS, UFGD, 2014.

A interação entre tratamentos e tempo de armazenamento não foi significativa para o comprimento da parte aérea, raiz primária, total e massa fresca total, sendo apresentados os fatores de forma isolada (Figura 4).

a)



b)

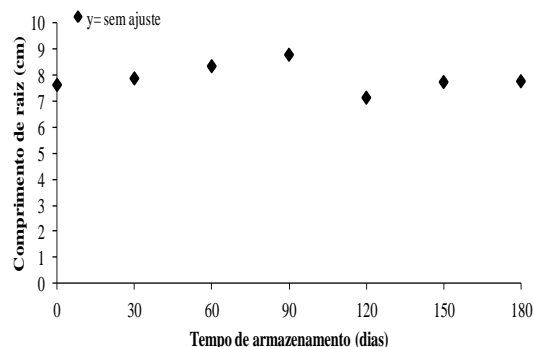


Figura 4. Comprimento de parte aérea (a) e de raiz de plântulas (b) de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. em função do condicionamento osmótico e armazenamento. Dourados-MS, UFGD, 2014.

O fator tempo de armazenamento não proporcionou ajuste nas equações de regressão para as variáveis de comprimento e massa fresca total (Figura 5). Possivelmente esses resultados estejam relacionados à oscilação dos dados ao longo do armazenamento, que não permitiu estabelecer uma resposta significativa em função do fator armazenamento.

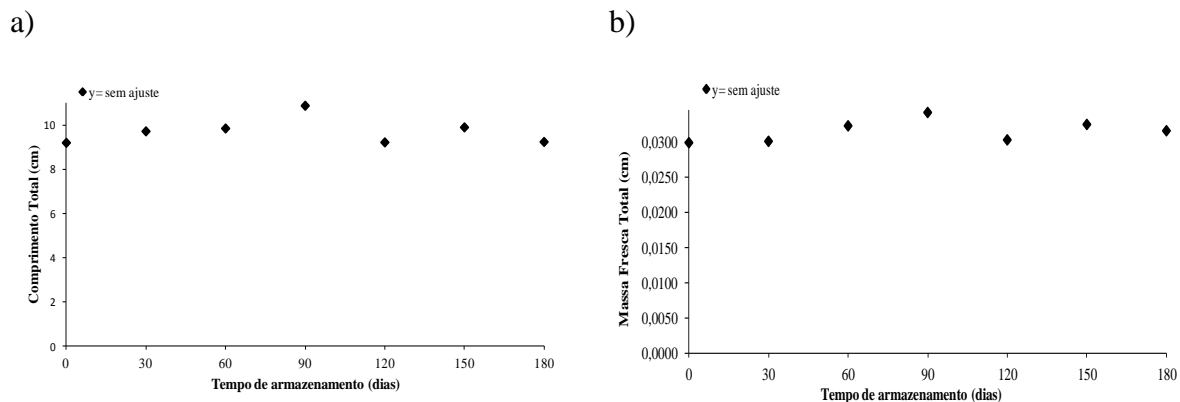


Figura 5. Comprimento total (a) e massa fresca de plântulas (b) de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. em função do condicionamento osmótico e armazenamento. Dourados-MS, UFGD, 2014.

As sementes submetidas ao condicionamento osmótico nos potenciais de -0,73 e - 1,48 MPa sem associação ao ABA apresentaram um incremento no crescimento das plântulas (comprimento da parte aérea, raízes primárias e total) e acúmulo de biomassa fresca total quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 1). A capacidade de reativação dos mecanismos promotores da tolerância à dessecação pode ser avaliada pela sobrevivência e retomada do crescimento da raiz primária após a dessecação (FARIA et al., 2005).

Tabela 1. Comprimento da parte aérea (CPA), de raiz (CR), total (CT) e massa fresca total (MFT) de plântula de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. submetidas aos tratamentos com polietinoglicol (PEG) associado ou não ao ácido abscísico (ABA). Dourados-MS, UFGD, 2014.

| PEG (MPa) | ABA | CPA (cm) | CR (cm) | CT (cm) | MFT (g) |
|-----------|-----|----------|---------|---------|----------|
| 0,00 | SEM | 1,67 b* | 8,03 b | 9,70 b | 0,0304 b |
| -0,73 | SEM | 1,87 a | 9,29 a | 11,17 a | 0,0344 a |
| -0,73 | COM | 1,79 b | 6,41 c | 8,21 c | 0,0301 b |
| -1,48 | SEM | 2,02 a | 9,16 a | 11,18 a | 0,0335 a |
| -1,48 | COM | 1,70 b | 6,55 c | 8,25 c | 0,0294 b |

(*) Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Com relação à massa seca total, os maiores acúmulos de massa seca foram observados aos 180 dias de armazenamento nas sementes provenientes do osmocondicionamento em polietilenoglicol no potencial de -0,73 MPa sem ABA (0,0054 g), -0,73 MPa com ABA (0,0054 g) e sem tratamento osmótico/controle (0,0050 g) (Figura 6).

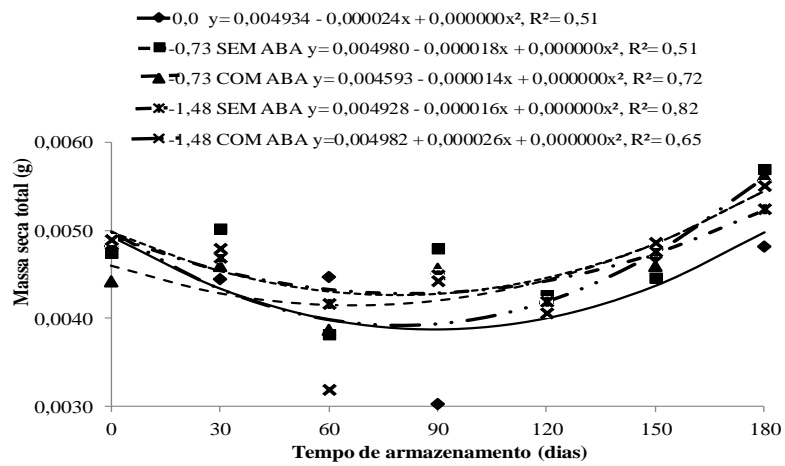


Figura 6. Massa seca total de plântulas de *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. em função do condicionamento e armazenamento. Dourados-MS, UFGD, 2014.

CONCLUSÕES

As sementes de *Alibertia edulis* dessecadas no teor de água de 10% toleram ao armazenamento por 180 dias, em condições de câmara fria ($16 \pm 1^\circ\text{C}$), sem induzir à tolerância a dessecação com polietilenoglicol associado ou não com ácido abscísico.

A utilização dos tratamentos osmóticos nos potenciais de -0,73 e -1,48 MPa sem associação de ácido abscísico proporcionaram maior índice de velocidade de germinação, incremento no crescimento de plântulas e acúmulo de biomassa fresca.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, I. B.; PINA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p. 350, 1993.
- AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 249, 2004.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. F. **Aproveitamento Alimentar de espécies nativas dos cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá**. Planaltina: Embrapa - CPAC, p. 1888, 1987.
- ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: Embrapa-CPAC, p. 188, 1998.
- ARTECA, R. D. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman e Hall, p. 332, 1996.
- BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C. Evolution of research on recalcitrant seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, p. 121-125, 1998.
- BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 145-164, 1998.
- BARBOSA, A. S. **Sistema biogeográfico do cerrado: alguns elementos para a sua caracterização**. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, p. 44, 1996.
- BARTELS, D. Desiccation tolerance studied in resurrection plant *Caterostigma plantagineum*. **Integrative and Comparative Biology**, McLean, v. 45, p. 696-701, 2005.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. **Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. New York, Academic Press, p.666, 1998.
- BERBERT, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO, A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J. S. (Ed) **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, p. 63-107, 2008.
- BERJAK, P.; FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; VERTUCCI, C. W.; WESLEY-SMITH, J. Current understanding of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds: Development, states of water and responses to dehydration and freezing. In: CÔME D, CORBINEAU F, Editors. **Proceedings of the Fourth International Workshop on Seeds: Basic and applied aspects of seed biology**. Paris: ASFIS; p. 715–722, 1993.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. (Invited minireview) Seed recalcitrance - current perspectives. **South African Journal of Botany**, v. 67, p. 79-89, 2001.

- BERJAK, P. Unifying perspectives of some mechanisms basic to desiccation tolerance across life forms. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 16, n. 01, p. 1-15, 2006.
- BERJAK, P.; PAMMENTER, N. W. From avicennia to zizania: seed recalcitrance in perspective. **Annals of Botany**, London, v. 101, n. 2, p. 213-228, 2008.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 1985.
- BEWLEY, J. D, BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press, 455p. 1994.
- BLACK, M; PRITCHARD, H. W. **Desiccation and survival in plants: drying without dying**. London: CABI, p. 422, 2002.
- BRACCINI, A. L.; DIAS, D. C. F. S.; REIS, M. S. Tratamentos pré-germinativos e sua importância nos estudos de tecnologia de sementes. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 6, n. 2/3, p. 51-56, 1996.
- BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **HortScience**, Alexandria, v.21, n. 3, p. 1105-1112, 1986.
- BRADFORD, K.J. A water relation analysis of seed germination rates. **Plant Physiology**, v.94, n.2, p.840-849, 1990.
- BRADFORD, K. J. Water relations on seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, p. 351-396, 1995.
- BRASIL. RAS - **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, p. 399, 2009.
- CABRAL, E. L.; DILOSA C. A.; SIMABUKURO, E. A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta Botânica**, Brasília, p. 609-617. 2003.
- CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crame em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v.42, p.272-278, 2012.
- CARNEIRO, L. M. T. A., RODRIGUES, T. J. D., FERRAUDO, A. S; PERECIN, D. Ácido abscísico e giberélico na germinação de sementes de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p.177-185, 2001.
- CARVALHO, L. F.; MEDEIROS-FILHO, S.; ROSSETTI, A. G.; TEÓFILO, E. M. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 185-192, 2000.

- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 326, 2000.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 590, 2012.
- CHIQUERI, A.; DI MAIO, F. R.; PEIXOTO, A. L. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasileira de Martius. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 84, p. 47-57, 2004.
- DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R.. TONETTI, O. A. O. Levantamento do grau de umidade de sementes de espécies florestais após o beneficiamento. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 11, p. 285-287, 2001.
- DI STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. São Paulo: Editora UNESP, p. 323-330, 2002.
- ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. An intermediate category of seed storage behavior. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 41, n; 230, p. 1167-1174, 1990.
- FALLERI, F. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.22, p.591-599, 1994.
- FAO. **Ex situ storage of seeds, pollen and in vitro cultures of perennial Woody plant species**. Rome: FAO, p. 83, 1993.
- FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance – a current assessment. **Seed Science and Technology**, v.16, n.1, p.155-166, 1988.
- FARIA, J. M. R.; BUITINK, J.; LAMMEREN, A. A. M. VAN; HILHORST, H. W. M. Changes in DNA and microtubules during loss and reestablishment of desiccation tolerance in germinating *Medicago truncatula* seeds. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, n. 418, p. 2119-2130, 2005.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. **Biogeografia do bioma Cerrado: estudo fitofisionômico da Chapada do Espigão Mestre do São Francisco**. Brasília: UNB, p. 152, 2001.
- FERNANDEZ, J.R.C. **Efeito de substrato, recipiente e adubação na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, p. 65, 2002.
- FERREIRA, A. G.; BORGUETTI. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p. 323, 2004.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

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

FONTES, B. P. D.; DAVIDE, L. C. ; DAVIDE, A. C. Fisiologia e citogenética de sementes envelhecidas de *Araucaria angustifolia*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.2, p.346-355, 2001.

GREGGAINS, V.; FINCH-SAVAGE, W. E.; QUICKI, W. P.; ATHERTON, N. M. Metabolism-induced free radical activity does not contribute significantly to loss of viability in moist-stored recalcitrant seeds of contrasting species. **New Phytologist**, New York, v. 148, n. 2, p. 267-276, 2000.

GROOT, S. P. C.; SOEDA, Y.; STOOPEN, G.; KONINGS, M. C. J. M.; GEEST, A. H. M. Gene expression during loss and regaining of stress tolerance at seed priming and drying. In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K. J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H. D. (Ed.). **The biology of seeds: recent research advances**, p. 279-287, 2003.

HANEGAVE, A. S.; HUNJE, R., NADAF, H. L., BIRADARPATIL, N. K.; UPPAR, D. S. Effect of seed priming on seed quality of maize (*Zea mays* L.). **Karataka Journal of Agricultural Sciences**, Copenhagen, v. 2, n. 24, p. 237-238, 2011.

HARRIGTON, J. Drying, storage and packaging: present status and future needs. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, **Proceedings...**, Mississippi, p. 133-139, 1971.

HARRIGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T. T. **Seed biology: insects, and seed collection, storage, testing, and certification**. v. 3. New York and London: Academic Press, p. 145-245, 1972.

HOEKSTRA, F. A.; GOLOVINA, E. A.; NIJSEE, J. What do we know about desiccation tolerance mechanism. In: NICOLÁS, G.; BRADFORD, K. J.; CÔME, D.; PRITCHARD, H. D. (Ed.). **The biology of seeds: recent research advances**, p. 259-270, 2003.

HONG, T. D.; LININGTON, S.; ELLIS, R. H. **Seed storage behaviour: a compendium**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, p. 104, 1996.

JAHANGIR, M. M.; AMJAD, M; AFZAL, I; IQBAL, Q.; NAWAZ, A. Lettuce achene invigoration through osmopriming at supra optimal temperature. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, v. 1, n 46, p.1-6, 2009.

JIA, W.; LIANG, J.; ZHANG, J. Initiation and regulation of water deficit-induced abscisic acid accumulation in maize leaves and roots: cellular volume and water relations. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 52, n. 355, p. 295-300, 2001.

JOSÉ, A. C.; SILVA, E. A. D.; DAVIDE, A. C. Classificação fisiológica de sementes de cinco espécies arbóreas de mata ciliar quanto a tolerância a dessecação e ao armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 171-178, 2007.

KAGEYAMA, P. Y.; MARQUEZ, F. C. M. **Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial: gênero Tabebuia**. San Felipe-Bacalar, México: INIF, Relatório, v.1, p. 347-352, 1981.

KOHOMA, S.; MALUF, A. M.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Secagem e Armazenamento de sementes de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixameira). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, 2006.

KONG, F.; CHANG, S. K. C.; LIU, Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v.73, p.134-144, 2008.

LEMOS FILHO, J. P.; DUARTE, R. J. Germinação e longevidade das sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King – Meliaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 125-130, 2001.

LEPRINCE, O.; BUITINK, J. Desiccation tolerance: from genomics to the field. **Plant Science**, Limerick, v. 179, p. 554–564, 2010.

LEUNG, J. U.; GIRAUDAT. Abscisic acid signal transduction. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 49, p. 199-222, 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, p.384, 2002.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MALAKER, P. K.; MIAN, I. H.; BHUIYAN, K. A.; AKANDA, A. M.; REZA, M. M. A. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v.33, p.469-477, 2008.

MALUF, A. M.; BILIA, D. A. C.; BARBEDO, C. J. Drying and storage of *Eugenia involucrata* DC. seeds. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, p. 471-475, 2003.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, p. 496, 2005.

- MEDEIROS, A. C. S.; EIRA, M. T. S. **Comportamento Fisiológico, Secagem e Armazenamento de Sementes florestais Nativas**. Embrapa Florestas. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 127), p. 01-05, 2006.
- MOHAMMADI, G. R.; AMIRI, F. The effect of priming on seed performance of canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. **American- Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, Kermanshah, v. 2, n.9, p. 202-207, 2010.
- NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, p.106-109. 1998.
- PATANE, C.; CARVALLARO, V.; AVOLA, G.; D' AGOSTA, G. Seed respiration of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) during germination as affected by temperatura and osmoconditioning. **Seed Science Research**, v. 16, p. 251-260, 2006.
- PINTO, C. L. O.; CARDOSO, R. R.; VANETTI, M. C. D. Bactérias Psicrotóxicas Proteolíticas e Potencial Determinador a Temperaturas de Refrigeração. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 110-117, 2004.
- POTT, A.; POTT, V. J.; SOUZA, T. W. **Plantas daninhas de pastagem na região dos Cerrados**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p. 336, 2006.
- POWELL, A. A.; YULE, L. J.; JING, H.; GROOT, S. P. C.; BINO, R. J.; PRITCHARD, H. W. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 51, p. 2031-2043, 2000.
- PRITCHARD, H. W.; DAWS, M. I.; FLETCHER, B. J.; GAMÉNÉ, C. S.; MSANGA, H. P.; OMONDI, W. Ecological correlates of seed desiccation tolerance in tropical african dryland trees. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 91, n. 6, p. 863-870, 2004.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Cerrado Ambiente e Flora**. Planaltina: Embrapa/CPAC, p. 556, 1998.
- ROBERTS, E. H. Predicting the storage life os seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.
- ROBERTS, E. H.; KING, M. W. The characteristics of recalcitrant seeds. In: CHIN, H. F.; ROBERTS, E. H. (Ed). **Recalcitrant Crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, p. 01-05, 1980.
- ROCK, C. D. Patways to abscisic acid regulated gene expression. **New Phytologist**, v.148, p. 357-396, 2000.

- RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do Alto Rio Grande – Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.102- 123, 2001.
- SACANDÉ, M.; JOKER, D.; DULLOO, M.; THOMSEN, K. A. (Ed.) Comparative **storage biology of tropical tree seeds**. Roma: International Plant Genetic Resources Institute, 363p, 2004.
- SANTOS, M. C. A.; AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, M. S.; SILVA, R. F.; SOUSA, P. A. Condicionamento osmótico de sementes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 1-6, 2008.
- SANO, E. E.; JESUS, E. T.; BEZERRA, H. S. **Uso de um sistema de informações geográficas para quantificação de áreas remanescentes do Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, (Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, 62), p. 4, 2001.
- SANO, E. E.; BEZERRA, H. S.; BARCELLOS, A. O.; ROSA, R. **Metodologias para mapeamento de pastagens degradadas no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, (Embrapa Cerrados. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 70), p. 22, 2002.
- SHINOZAKI, K; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Molecular responses to dehydration and low temperature: differences and cross- talk between two stress signaling pathways. **Current Opinion in Plant Biology**, p. 217-223, 2000.
- SILVA, J. A.; SILVA, D. B.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas nativas dos Cerrados**. Brasília: Embrapa Cerrados, p. 166, 1994.
- SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas do Cerrado**. Brasília: Embrapa, p. 178, 2001.
- SOUZA, A. D. O.; ANDRADE, A. C. S.; LOUREIRO, M. B. Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.). **Informativo Abrates**, Curitiba, v.5, n.2, p.190, 1995.
- STASOLLA, C.; ZYL, L.; EGERTSDOTTER, U.; CRAIG, D.; LIU, W.; SEDEROFF, R. The effects of polyethylene glycol on gene expression of developing white spruce somatic embryos. **Plant Physiology**, Rockville, v. 134, n. 1, p. 49-60, 2003.
- STACCIARINI-SERAPHIN, E. Ácido abscísico. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, p. 293-307, 2004.
- TAVILI, A.; ZARE, S. A.; MOOSAVI, A. Effects of Seed Priming on Germination Characteristics of Bromus Species under Salt and Drought Conditions. **American-Eurasian Journal Agricultural and Environmental Sciences**, p.163-168, 2011.

- TAYLOR, I. B.; BURBIDAGE, A.; THOMPSON, A. J. Control of abscisic acid synthesis. **Journal Experimental of Botany**, Oxford, v. 51, n. 350, p. 1563-1574, 2000.
- VERTUCCI, C. W.; FARRANT, J. M. Acquisition and loss of desiccation tolerance. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: M.Dekker, p. 237-271, 1995.
- VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; PEQUENO, P. L. L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. **Técnicas de produção de sementes florestais**. Porto Velho: Embrapa, CT 205, p.1-4, 2001.
- VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.
- WALTERS, C.; HILL, L. M. A.; WHEELER, L. M. Dying while dry: kinetics and mechanisms of deterioration in desiccated organisms. **Integrative and Comparative Biology**, New York, v. 45, n. 5, p. 751-758, 2005.
- WENKERT, W.; LEMON, E. R.; SEQUEIRA, E. L. Leaf elongation and turgor pressure in field, grown soybean. **Agronomy Journal**, v.70, p.761-764, 1978.
- YUYUAMA, K.; MENDES, N.B.; VALENTE, J. P. Longevidade de sementes de camu-camu submetidas a diferentes ambientes e formas de conservação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 601-607, 2011.
- ZAPPI, D.; BARBOSA, M.R. *Alibertia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2014.
- ZHUO, J.; WANG, W.; LU, Y.; SEM, W.; WANG, X. Osmopriming-regulated changes of plasma membrane composition and function were inhibited by phenylarsine oxide in soybean seeds. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 51, n. 9, p. 858-867, 2009.