



**CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE
SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes*
Kunth)**

BRENO ROSA NEVES

2018

BRENO ROSA NEVES

CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE PUPUNHA
(*Bactris gasipaes* Kunth)

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador:

Prof. D.Sc. Alcebíades Rebouças São José

Co-Orientador:

D.Sc. Adriana Dias Cardoso

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA – BRASIL
2018

N423c Neves, Breno Rosa.
 Condicionalmento fisiológico de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes Kunth*). / Breno Rosa Neves, 2018.
 75f.
 Orientador (a): D.Sc. Alcebíades Rebouças São José
 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, Vitória da Conquista - BA, 2018.
 Inclui referências. 64 - 75.
 1. Pupunheira - (*Bactris gasipaes*). 2. Sementes pupunha – Condicionamento fisiológico - Cultivo. I. São José, Alcebíades Rebouças. II. Universidade Estadual Sudoeste da Bahia, Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, III. T.

CDD: 634.9745

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção- CRB 5/1890
UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)"

Autor: Breno Rosa Neves

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:


Prof. Alcebiades Rebouças São José, D.Sc., UESB
Presidente


Prof. Rafael Marani Barbosa, D.Sc., UESC Ilhéus/BA.


Prof. Paulo Araquém Ramos Cairo, D.Sc., UESB

Data de realização: 19 de fevereiro de 2018.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77) 3424-1059
– Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900

Aos meus pais,
DEDICO

AGRADECIMENTOS

À toda a minha família, em especial, aos meus pais (Sérgio e Adelice), meus irmãos (Bruno e Bruna) e ao meu filho (Akauê), por me fazerem querer ser sempre melhor.

À minha noiva, Natália Senhoroto, pelo amor, incentivo e companheirismo.

Aos amigos que adquiri no programa, pelo apoio, amizade e momentos de descontração.

Aos meus amigos cumuruxatibenses, em especial Rafael Ferreira (Lua), Lucas Ledo, Wilian Nascimento (Bob), Ufredes Matos (Tetah) e Rodrigo Registro, pela amizade de todos os dias e por fazerem me sentir em casa, mesmo distante.

Especialmente, à D.Sc. Adriana Dias Cardoso, pelas orientações, conselhos, ajuda e, principalmente, pela amizade.

Ao Professor Alcebíades, por assumir minha orientação com grande responsabilidade e apoio.

Ao Professor Otoniel Moraes (*in memoriam*), que, em vida, compartilhou seus conhecimentos. Descanse em paz.

Aos professores da Pós-Graduação em Agronomia da UESB, pelo apoio e ensinamentos. Em especial, aos professores Sylvana, Ramon e Anselmo, pela disposição em colaborar com o andamento do meu trabalho.

Aos colegas de Laboratório, por todo o apoio durante a execução do trabalho e, acima de tudo, a amizade de cada integrante. Agradeço, especialmente, a Caroline Boaventura, por toda a dedicação, disposição e amizade.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do Mestrado.

A todos que contribuíram para esta realização pessoal e profissional.

“(...) busque realmente algo além, que seja diferente, inovador, original, revolucionário fazer; fazer a sua vida revolucionar, ser querido e querer, ouvido e ouvir, plantar a semente do bem e CRESCERÁ.”

(Raiz forte – Mato Seco)

RESUMO

NEVES, B. R. **CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2018. 74p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).

A pupunha (*Bactris gasipaes*) é uma importante palmeira, tradicionalmente cultivada em regiões tropicais, que tem se destacado no ramo agrícola, principalmente na produção de palmito. Suas sementes possuem lento e desuniforme período germinativo, o qual é o principal empecilho para a produção de mudas dessa espécie. Um dos processos mais utilizados na tentativa de uniformização do período germinativo das sementes é o condicionamento fisiológico. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do condicionamento fisiológico no desempenho fisiológico de sementes de pupunha. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – (UESB), no Laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes, *Campus* de Vitória da Conquista–BA, e as sementes, adquiridas da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, coletadas nos plantios de pupunha da Estação Experimental Lemos Maia, município de Una-BA. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $6 \times 3 + 1$, que consistiu em seis potenciais (0, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa) e três períodos de condicionamento (24, 48 e 72 horas), mais testemunha absoluta (sem condicionamento), com quatro repetições de 25 sementes. O potencial 0,0 foi obtido com a utilização de água destilada, e os demais, com diferentes concentrações de Polietilenoglicol 6.000. Foram observadas diferenças entre os tratamentos e a testemunha nas características germinação, velocidade média de germinação, tempo médio de germinação e índice de sincronização, pelo teste Dunnet ($p < 0,05$); foi constatado efeito positivo dos tratamentos na velocidade e uniformidade da germinação. Pelo estudo da distribuição da frequência relativa, foi possível verificar maior sincronização das sementes condicionadas, quando comparadas às que não receberam os tratamentos, o que atesta a eficiência do condicionamento fisiológico nas sementes de pupunha.

Palavras-chave: Pupunheira, osmocondicionamento, hidrocondicionamento, sincronização.

Orientador: Alcebádes Rebouças São José, *D.Sc.*, UESB

ABSTRACT

NEVES, B. R. **PRIMING ON SEEDS OF PEACH PALM (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2018. 74p. (Dissertation – Master degree in Agronomy / Crop Science).

Peach palm (*Bactris gasipaes*) is an important palm tree, traditionally cultivated in tropical regions, which has excelled in the agricultural branch, mainly in the production of heart of palm. Its seeds have a slow and uneven germinative period, being this the main obstacle to the production of seedlings of this species. One of the most used processes in the attempt to standardize the germination period of the seeds is priming. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of priming on physiological performance of peach palm seeds. The experiment was conducted at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – (UESB), at the Laboratory of Technology and Production of Seeds, *Campus* of Vitória da Conquista-BA, and the seeds obtained from the Executive Commission of the Cacao Plan – CEPLAC were collected in the plantations of peach palm of the Experimental Station Lemos Maia, municipality of Una-BA. The experimental design was completely randomized, in a 6 x 3 + 1 factorial scheme, which consisted of six potentials (0, -0.6, -0.8, -1.0, -1.2 and -1.4 MPa) and three priming periods (24, 48 and 72 hours), plus absolute control (without priming), with four replicates of 25 seeds; where the 0.0 potential was obtained with the use of distilled water and the others with different concentrations of Polyethyleneglycol 6000. Germination, mean germination speed, mean germination time and synchronization index differences were observed between the treatments and the control by the Dunnet test ($p < 0.05$); it was verified positive effect of the treatments on the speed of germination. By the study of the relative frequency distribution, it was possible to verify a greater synchronization of conditioned seeds, when compared to those which did not receive the treatments, attesting the efficiency of priming on peach palm seeds.

Keywords: Peach palm tree, osmopriming, waterpriming, sincronization.

Adviser: Alcebíades Rebouças São José, *D.Sc.*, UESB

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Concentrações de polietilenoglicol 6.000 utilizadas no experimento. Vitória da Conquista, BA, 2018.....34
- Tabela 2** - Identificação e detalhamento dos tratamentos utilizados. Vitória da Conquista, BA, 2018.....34
- Tabela 3** - Características iniciais do lote de sementes de pupunha. Vitória da Conquista, BA, 2018.....40
- Tabela 4** - Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação dos teores de água após os tratamentos de condicionamento fisiológico. Vitória da Conquista, BA, 2018.....45
- Tabela 5** - Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das características Germinação (%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG; dias), Velocidade Média de Germinação (VMG; dia⁻¹) e Índice de Sobreposição (Z). Vitória da Conquista, BA, 2018....49
- Tabela 6** - Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das características Germinação (%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG; dias), Velocidade Média de Germinação (VMG; dia⁻¹) e Índice de Sobreposição (Z). Vitória da Conquista, BA, 2018....53
- Tabela 7** - Estimativa de contraste para as características Germinação (Germ; %), velocidade média de germinação (VMG; dia⁻¹), tempo médio de germinação (TMG; dias), índice de sobreposição (Z). Vitória da Conquista, BA, 2018.54

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Curva de embebição de sementes de pupunha42
- Figura 2** - Estimativa do teor de água das sementes em função do período de condicionamento e potencial osmótico. Vitória da Conquista, BA, 2018.46
- Figura 3** - Estimativa da germinação, tempo médio de germinação (TMG), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (VMG) e índice de sobreposição nos períodos (24, 48 e 72 horas) em função dos potenciais osmóticos. Vitória da Conquista, BA 2018.50
- Figura 4** - Estimativa da germinação, tempo médio de germinação (TMG), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (VMG) e índice de sobreposição nos potenciais osmóticos (0,0; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4 MPa) em função dos períodos. Vitória da Conquista, BA 2018.....51
- Figura 5** - Tempo médio para início e término da germinação de sementes de pupunha.....57
- Figura 6** - Distribuição da frequência relativa, tempo médio de germinação (TMG), germinação (GT) e índice de sincronização (E) dos tratamentos.60

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

B.O.D	Biochemical Oxigen Demand
C	Concentração
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
cm	Centímetro
$C_{n_i,2}$	Combinação de duas sementes germinadas no tempo “i”
DNA	Ácido desoxirribonucleico
\bar{E}	Índice de sincronização ou Incerteza
fr	Frequência Relativa
g	Gramas
G	Germinação
GT	Germinação Total
ha	Hectare
i	Período avaliativo (para equação)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IVG	Índice de Velocidade de Germinação
L	Litros
Log₂	Logaritmo na base 2
m	Metros
mL	Mililitros
mm	Milímetros
MPa	Megapascal
N	Número de sementes germinadas
n_i	Número de sementes germinadas no tempo “i”
PEG	Polietilenoglicol
PRONAF	Programa Nacional da Agricultura Familiar
RNA	Ácido ribonucleico

S	South (Sul)
SAEG	Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas
SP	São Paulo
T	Temperatura
t	Toneladas
t_i	Tempo após instalação do teste
TMG	Tempo Médio de Germinação
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
VMG	Velocidade Média de Germinação
W	West (Oeste)
Z	Índice de Sobreposição
Ψ	Potencial
°C	Graus Celsius
±	Mais ou Menos
°	Grau
%	Porcentagem
μS	Micro Siemens
Σ	Somatório

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Aspectos gerais sobre a cultura	17
2.2 Aspectos botânicos	19
2.2.1 Sementes	21
2.3 Importância socioeconômica	23
2.4 Condicionamento fisiológico	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 Obtenção e preparo do material vegetal	30
3.2 Caracterização do lote	31
3.2.1 Massa de mil sementes	31
3.2.2 Teste tetrazólio	31
3.2.3 Teor de água	32
3.2.4 Velocidade de embebição / Curva de absorção de água	32
3.2.5 Condutividade elétrica	33
3.3 Delineamento experimental e instalação do experimento	33
3.4 Características avaliadas	35
3.4.1 Teor de água após os tratamentos	35
3.4.2 Teste de germinação	35
3.6 Análise estatística	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Caracterização do lote	40
4.2 Características avaliadas	44
4.2.1 Teor de água após os tratamentos	44
4.2.2 Teste de germinação	48
5. CONCLUSÃO	64
6. REFERÊNCIAS	65

1. INTRODUÇÃO

A pupunha ou pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira nativa de regiões tropicais, pertencente à família Arecaceae, anteriormente conhecida por Palmae. Com o aumento da demanda por produtos derivados dessa cultura, juntamente a suas características produtivas e à efetividade da fiscalização acima de seu extrativismo, tem se tornado cultura de grande expressão em várias regiões do país (GRAEFE e outros, 2013).

Da pupunheira, aproveita-se quase tudo, utilizando-se desde as raízes, por suas características medicinais, frutos para produção de vinho e consumo *in natura* até o seu tronco no setor madeireiro. Todavia, o principal produto obtido da pupunha e, também, responsável por sua expansão no setor agrícola é o palmito. O palmito pode ser obtido a partir de várias espécies de palmeiras, porém a *Bactris gasipaes* destaca-se pela qualidade do produto, que, além de saboroso, não possui característica de escurecimento causado pela oxidação e por possuir perfilhos, o que é vantagem agrônômica, pelo fato de tornar possível várias colheitas em uma mesma planta.

Os principais empecilhos na produção de pupunha são propagação e produção de mudas. A espécie *B. gasipaes* pode ser propagada tanto vegetativamente quanto por sementes, sendo o primeiro inviável economicamente, além da alta demanda por mão de obra específica. Dessa forma, a opção mais utilizada é a produção de mudas por meio de sementes.

As sementes de pupunheira, assim como muitas outras de importância econômica, são recalcitrantes e perdem rapidamente a viabilidade quando desidratadas (BOVI e outros, 2004). Além disso, apresentam germinação lenta e desuniforme e podem germinar em períodos que variam de dias até meses. Técnicas são adotadas na tentativa de contornar esse longo e desuniforme período de germinação da pupunha, porém poucas são as opções, uma vez que a causa desses problemas ainda é desconhecida.

Um dos processos mais utilizados na tentativa de uniformização do período germinativo das sementes é o condicionamento fisiológico, que compreende a embebição da semente nas fases I e II do padrão trifásico, sem chegar à fase III, caracterizada pelo início da protrusão da raiz e germinação (CARDOSO e outros, 2012). Para isso, algumas técnicas são utilizadas, e se destacam como principais o osmocondicionamento, o hidrocondicionamento e o matricionamento, que consistem, respectivamente, na utilização de produtos químicos (como o Polietilenoglicol 6.000), água e matriz sólida para a embebição controlada e condicionamento das sementes. Essas técnicas têm sido utilizadas na produção de sementes, porém, para a cultura da pupunheira, não se têm estudado tais processos nas características germinativas das sementes; a maioria dos estudos é voltada para processos relacionados à dormência das sementes dessa cultura.

O condicionamento osmótico permite o desdobramento de reservas e a síntese de metabólitos necessários à germinação, o que faz com que ocorra uma germinação mais rápida das sementes e se diminua o seu tempo de exposição às condições desfavoráveis, tais como ataques por microrganismos e deficiência hídrica, dentre outras (MARCOS-FILHO, 2015).

Diante do exposto, objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito do condicionamento fisiológico, baseado nas técnicas de osmocondicionamento e hidrocondicionamento, no desempenho fisiológico de sementes de pupunha.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais sobre a cultura

As palmeiras estão entre as quatro famílias botânicas mais importantes para o uso humano, junto às famílias Poaceae (arroz, milho, trigo e cevada), Fabaceae (soja, ervilha, feijão, alfafa e grão de bico) e Solanaceae (batata, tomate e tabaco) (JOHNSON, 2010). Além do uso agrônômico, as palmeiras são de grande importância para o paisagismo e para os trabalhos de recomposição dos ecossistemas florestais. Seus frutos, em geral, constituem rica fonte de energia para os animais silvestres pela elevada quantidade de óleos e carboidratos. Em muitas florestas neotropicais, as palmeiras destacam-se pela abundância e riqueza de espécies, tanto no sub-bosque quanto nos estratos superiores, e estão entre as plantas de maior longevidade no reino vegetal, desempenhando, assim, papel importante na estrutura e funcionamento de diversos ecossistemas e na sucessão ecológica (BATISTA e outros, 2011; DONATTI e outros, 2009; MOURA e outros 2010; SCHWARTZ e outros 2010).

As palmeiras pertencem à família Arecaceae, que compreende em torno de 183 gêneros e 2.450 espécies, distribuídas, principalmente, nas regiões tropicais e subtropicais (JOHNSON, 2010).

A pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) está amplamente distribuída na América Latina, desde Honduras até a Bolívia, e, no Brasil, é nativa em toda a Bacia Amazônica, com grande adaptabilidade a diferentes condições ecológicas (GARCIA, 2015; GRAEFE e outros, 2013; KALILF FILHO e outros, 2010).

A pupunha também é conhecida em outros países como tembe e palmeira-de-castilho (Bolívia), chonta (Bolívia e Equador), chontaduro (Colômbia e Equador), cachipay (Colômbia), pejibaye (Costa Rica, Guatemala e

Nicarágua), paripie (Guiana), parépou (Guiana Francesa) piba e pisbae (Panamá), pijuayo (Perú), gachipaes (Venezuela), peach palm e pewa nut (Trinidad e Tobago) (FERREIRA, 2005; MORA-URPÍ e outros, 1993).

A origem e a domesticação da pupunheira são incertas. Três hipóteses são defendidas como possíveis origens da pupunheira: a primeira, nos Andes da Colômbia; a segunda, no Sudoeste da Amazônia, e a terceira, por meio de múltiplas origens, em diversos locais da variedade chichagui, que teria sido domesticada pelos povos indígenas por um longo período, criando numerosas raças primitivas, incluindo populações sem espinhos encontradas em diversas áreas de ocorrência da espécie (CLEMENT e outros, 2009b; MORA-URPI, 1992, 1993;). Sobre a domesticação, Clement e outros (2009a) sugeriram três prováveis suposições e em diferentes momentos para o processo de domesticação da pupunheira: uma que seria o uso da madeira (para fabricação de artefatos, caça, pesca e construção) e as outras duas em relação ao uso dos frutos oleosos (como fonte de energia) e dos frutos amiláceos.

As populações de pupunheira foram reunidas em duas variedades: *B. gasipaes* var. *chichagui* (H. Karsten) Henderson, que inclui todas as populações silvestres com frutos pequenos (0,5 a 10 g), e *Bactris gasipaes*, que inclui todas as populações domesticadas de pupunhas com frutos grandes (10 a 250 g) (HENDERSON, 2000), esta última, subdividida em três categorias (CLEMENT e outros, 2009b), que são: microcarpa (raças primitivas com frutos pequenos – de 10 a 20g), mesocarpa (frutos médios: de 20 a 70g) e macrocarpa (frutos maiores com mais de 70g).

Por originar-se de região úmida, a pupunha necessita de índices pluviométricos superiores a 2.000mm, distribuídos ao longo do ano, e, nos períodos de seca, os índices pluviométricos devem ser superiores a 60mm. A temperatura média ideal de cultivo é de 21°C, com umidade relativa do ar na faixa de 80% a 90% (SANTOS e outros, 2007).

Para Borges (2011) e Neves e outros (2008), essa cultura obtém alta produtividade quando cultivada em solos profundos, bem drenados, ricos em

matéria orgânica, com textura média a argilosa, relevo plano a ligeiramente ondulado e com nível de fertilidade de média a alta, porém ela se adapta a diversos tipos de solo, sendo necessário corrigir a acidez e suprir as deficiências nutricionais com a adubação.

2.2 Aspectos botânicos

Essa palmeira, que se desenvolve formando touceiras, pode atingir até 20m de altura (CLEMENT e outros, 2009b). O sistema radicular é fasciculado, estende-se até 7m do estipe e 2m de profundidade (CLEMENT e BOVI, 2000). O diâmetro do caule varia de 15 a 30cm, e o comprimento dos entrenós de 2 a 30cm. Os entrenós possuem numerosos espinhos rígidos e pretos; há variedades sem espinhos. O ápice do estipe exhibe uma coroa de 15 a 25 folhas pinadas e folíolos agrupados regularmente dispostos em diferentes planos, com coloração verde na superfície abaxial, bainha aberta e pecíolo curto. As folhas tenras não expandidas, localizadas no centro da coroa, formam o palmito (CLEMENT e outros, 2009b; MIRANDA e RABELO, 2008).

Possui sistema radicular fasciculado e superficial, e cerca de 75% das raízes encontram-se nos primeiros 20cm do solo, distribuídas em um raio de 40cm ao redor do estipe (CAJUEIRO e outros, 2014).

A pupunheira, quando bem nutrida, pode iniciar a floração com três anos no campo, embora o mais comum seja a partir dos cinco anos. Mudanças nos períodos de chuva e estiagem causam mudanças também na fenologia, mas ainda não existe análise precisa dessas variações. Essa cultura apresenta sazonalidade, o que limita o processamento industrial do seu fruto (CLEMENT e outros, 2009b).

Quanto ao seu sistema reprodutivo, a inflorescência é monoica, ou seja, flores masculinas e femininas desenvolvem-se na mesma ráquila, que aparecem nas axilas das folhas senescentes. É alógama, com possibilidade de se

autopolinizar; possui sistema de incompatibilidade gamética, o que pode levar à produção de frutos partenocárpicos. Desse modo, considera-se sistema de reprodução mista, com predominância de fecundação cruzada (BORGES, 2016; CLEMENT e outros, 2009b).

Os frutos são drupas que pesam entre 5 e 250 g, com formato variando de globoso, ovoide ou elipsoide, e, quando maduros, possuem epicarpo fibroso que varia de cor, que pode ser vermelha, laranja ou amarela, e mesocarpo amiláceo a oleoso, com endocarpo envolvendo endosperma fibroso e oleoso (CLEMENT, 2000; CLEMENT e outros, 2009b). O tamanho varia de 1 a 1,5cm de diâmetro nos frutos sem semente e até 7cm nos frutos com semente. Após a polinização, os cachos podem conter entre 50 e 1000 frutos (SILVA e outros, 2004). São ricos em proteínas, carboidratos e vários elementos minerais, como cálcio, ferro e fósforo, entre outros, com alto teor de vitamina A (RIBEIRO e outros, 2012).

De acordo com Nascimento e Oliveira (2002), o fruto da *B. gasipaes* é formado por três camadas: o epicarpo ou exocarpo (parte externa do pericarpo, proveniente da epiderme externa do ovário), o mesocarpo, que é a parte carnosa do fruto, e, internamente, o endocarpo, que reveste o lóculo que contém a semente.

O mesocarpo é comumente polposo e succulento, com coloração de creme a laranja intenso, variando de acordo com a quantidade de caroteno presente. O endocarpo é lenhoso, relativamente duro. A casca ou exocarpo é bastante delgada e está intimamente unida ao mesocarpo. Essa se apresenta com uma cor brilhante e, em alguns frutos, mostra formato raiado, que cobre toda a sua extensão (GARCIA, 2015; KULCHETSKI e outros 2001). O epicarpo é verde, mas, com a maturação do fruto, torna-se entre vermelho e laranja intenso. A corola pode ser dentada, tridentada ou arredondada e se mantém persistente (GARCIA, 2015).

2.2.1 Sementes

A pupunheira apresenta uma única semente (diásporo), visto que apenas um dos carpelos desenvolve-se, e dois ficam estéreis. A marca desses dois carpelos pode ser observada no endocarpo, pois forma dois poros inativos. O endocarpo apresenta um terceiro poro, sendo esse ativo, onde se encontra o embrião (GARCIA, 2015). Os diásporos de pupunheira possuem forma globosa a elipsoide, com endosperma homogêneo, oleaginoso, de consistência dura, ocupando quase todo o espaço interno da semente. Seu embrião é lateral, periférico e relativamente indiferenciado, de forma cônica, com uma das extremidades côncava, no interior da qual se encontra uma pequena protuberância, e a outra extremidade, arredondada e mais afilada (SILVA e outros, 2006).

As sementes de pupunheira, assim como muitas outras de importância econômica, são recalcitrantes e perdem rapidamente a viabilidade quando desidratadas; todavia, a tolerância ao dessecamento varia com o lote e a progênie (BOVI e outros, 2004; MARCOS-FILHO, 2015).

A maturidade de frutos e sementes envolve modificações morfológicas e fisiológicas, que começam na fecundação do óvulo e vão até a sua completa maturação (MATA e outros, 2013). Características como teor de água, massa seca, tamanho, germinação e vigor da semente, além de transformações bioquímicas, são normalmente analisadas na indicação do ponto de maturidade fisiológica das sementes. Este ponto pode variar em função da espécie e do ambiente; assim, torna-se necessária a definição de índices de maturação para a época adequada de colheita de sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015).

As sementes de *B. gasipaes* encontram-se fisiologicamente maduras aproximadamente um mês antes da dispersão dos frutos, quando estes estão maduros e apresentam cores alaranjadas e avermelhadas (FERREIRA, 2005; NAZÁRIO, 2011). Estudando a relação do período de colheita com

características germinativas das sementes, Garcia (2015) constatou que as sementes nos estádios mais avançados de maturação, a partir de 112 dias após antese, foram superiores em número de sementes germinadas e em vigor, sendo esse o melhor período para colheita de frutos para a aquisição de sementes.

A germinação das sementes de palmeiras pode ser classificada em dois tipos, conforme o padrão de desenvolvimento das estruturas essenciais da plântula: germinação remota e germinação adjacente (COSTA e MARCHI, 2008). Segundo Meerow (1991), a germinação da pupunheira é do tipo adjacente ligulada, pois o cotilédone não apresenta grande alongamento; ocorre o desenvolvimento da plântula adjacente ao diásporo, a qual pode ainda ser considerada criptocotiledonar e hipógea (FERREIRA, 2005).

De acordo com Nazário e outros (2013), mesmo consideradas espécies domesticadas, as progênies cultivadas de *B. gasipaes* em diferentes regiões apresentam também diferentes características fenotípicas, como a capacidade germinativa e a dormência das sementes. Apesar de alguns estudos mostrarem algumas teorias e descartes de opções sobre o tipo de dormência das sementes dessa espécie, além de vários trabalhos terem sido realizados visando à regularidade da germinação e formação de plântulas e mudas em tempo reduzido, as causas da dormência em sementes de pupunha são incertas (NAZÁRIO, 2011).

O aumento da longevidade das sementes e maiores taxas de germinação de *B. gasipaes* no momento da dispersão demonstram que o embrião apresenta-se diferenciado e maduro e que, portanto, não ocorre dormência morfológica. Ledo e outros (2002) sugerem que a germinação lenta e desuniforme dessa espécie não é causada pela presença de endocarpo. Nazário e outros (2017) afirmam que, pelo menos em partes, a dormência em sementes de pupunha pode ser causada por dormência embrionária, uma vez que sementes com germinação lenta também exibem diferenciação embrionária lenta.

A maior parte das sementes é originária do Peru ou do estado do Amazonas (SANTOS e outros, 2007). Segundo Bettencourt e outros (2016), um

dos principais gargalos da exploração de pupunha é o seu sistema de produção de mudas, pelo fato de suas sementes terem período germinativo muito lento e excessivamente desuniforme, o que dificulta o manejo e a programação do plantio. O sistema de plantio em nível comercial da pupunheira é realizado principalmente por meio de mudas originadas de sementes, uma vez que a propagação vegetativa por meio de cultura de tecidos para a produção de propágulos em larga escala encontra-se em fase de validação (FARIAS NETO e outros, 2013).

2.3 Importância socioeconômica

Ribeiro e outros (2012) relatam que a pupunheira é uma palmeira muito utilizada na Região Amazônica e que, devido ao seu grande potencial, vem sendo difundida em vários estados do Brasil, como o Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia, Paraná, Santa Catarina, entre outros. Em 2013, a área nacional de cultivo permanente com a pupunheira era de 17.331ha. Entre as grandes regiões brasileiras, o Sudeste é a que possui a maior área de cultivo (5.455 ha), seguido pelas regiões Sul (4.380ha) e Nordeste (4.340ha) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2015).

Estudos realizados por Cordeiro e Silva (2010) concluíram que o cultivo da pupunha possui elevada viabilidade econômica e baixo risco de investimento. Borges (2011), estudando o cultivo da pupunha como alternativa econômica no Distrito Federal, verificou que os produtores mantêm sua produção organizada e respeitando as leis ambientais; eles obtêm um padrão de vida razoável, que possibilita a permanência do homem no campo.

Das raízes até as folhas, a pupunheira vem sendo amplamente utilizada pelos ameríndios desde a época pré-colombiana, sendo que o fruto e, principalmente, o palmito, destacam-se no agronegócio brasileiro (CLEMENT e

outros, 2009a; FARIAS NETO e outros, 2002). Por outro lado, segundo Miranda e Rabelo (2008), essa espécie tem uma infinidade de usos: a árvore tem grande potencial paisagístico em fachadas de prédios e arborização urbana.

O estipe (caule) da pupunheira envelhecido é muito resistente e rígido e, por isso, pode ser usado na confecção de suporte para assoalhos, casas rurais, artesanatos, armadilhas para peixes, arcos, pontas de flechas, cadeiras, mesas e instrumentos musicais. Os frutos, comestíveis após o cozimento ou usados na preparação de ração animal, são ricos em proteínas, óleos, carboidratos e fibras. A polpa do fruto fornece também óleo comestível e é abundante nas feiras de diversas cidades da Amazônia nos meses de dezembro a março, porém não existem trabalhos de manejo adequados para seleção de frutos de acordo com o paladar do consumidor. O palmito tem grande valor comercial por ser pouco fibroso e de sabor adocicado. A pupunheira produzida para esse fim possui crescimento rápido e grande capacidade de perfilhamento e diâmetro maior que o palmito do açáí (*E. oleracea*).

No estado do Amazonas, o perfil dos produtores de pupunha em geral é de pequenos produtores, que, ao invés de palmito, produzem os frutos para o consumo e também para fins comerciais (CARVALHO e outros, 2013). O principal uso do fruto é na forma inteira, como parte do lanche ou do café da manhã. O fruto apresenta elevado valor nutricional, é rico em lipídeos, fibras, amido e carotenoides totais, que dão à sua polpa, além de uma intensa coloração amarela, um apelo funcional bastante significativo; ademais, apresenta elevado valor energético (CARVALHO e outros, 2009). Apesar dessas qualidades, sua utilização não tem despertado interesse econômico industrial e resulta apenas no consumo em mercados regionais (CLEMENT e outros, 2005).

Quanto à utilização do palmito, predominante no cultivo dessa espécie em todas as regiões produtoras, a *B. gasipaes* apresenta algumas características vantajosas em relação às outras palmeiras do gênero *Euterpe*, como a juçara (*Euterpe edulis*) e o açáí (*Euterpe oleracea*), devido à rusticidade, ao perfilhamento, à palatabilidade, ao não escurecimento do palmito após o corte e

à precocidade; leva de 18 a 24 meses para seu primeiro corte, diferentemente da juçara, que demora oito anos para atingir o ponto ideal de colheita (BATAGIN-PIOTTO e outros, 2012; GIORDANO, 2007; KALIL-FILHO, 2010). Para Anefalos, Modolo e Tucci (2007), desde a década de 70, a exploração da palmeira juçara, nativa da Mata Atlântica, mostrava-se insustentável, pois se baseava no extrativismo predatório da espécie.

Após analisar os dados da produção brasileira de palmito, Anefalos, Modolo e Tucci (2007) identificaram mudança na cadeia de produção do palmito a partir da década de 90, quando ocorreu a redução do total de palmito oriundo do extrativismo da palmeira juçara e do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.), assim como o crescimento do cultivo permanente de palmeiras, predominantemente da pupunheira.

A produção brasileira de palmito é destinada ao mercado interno, sendo o Brasil o maior produtor e consumidor de palmito do mundo, porém não detém o título de maior exportador (SOUSA e outros, 2009). Dados das exportações de palmito mostram uma grande queda desde 1993, período em que foram exportados 11.989 t, até 2010, quando, desse total, exportaram-se apenas 1.282 t. O mercado externo tem sido dominado pelo Equador e por Costa Rica (RODRIGUES, 2011). A perda de posições no ranking dos maiores exportadores mundiais deve-se ao fato de o palmito nacional apresentar baixa qualidade e ser um produto não ecológico, pois é sustentado pelo corte de palmeiras nativas. A baixa qualidade do palmito é resultado do processo de extrativismo (GUERREIRO, 2002; SAMPAIO e outros, 2007).

Segundo Rodrigues e Durigan (2007), a exploração do palmito no Brasil está deixando de ser uma atividade extrativista e clandestina para ser considerada agrícola devido ao plantio de arecáceas destinadas exclusivamente à produção de palmito, a exemplo da pupunheira e palmeira real. Nessas condições, houve significativa redução da exploração de palmeiras nativas da Mata Atlântica evitando a degradação de remanescentes de mata e preservando o meio ambiente. Em razão da precocidade e do rendimento, a pupunheira

despertou o interesse de produtores e agroindústrias, sendo selecionada como a principal arecácea destinada à produção de palmito no Brasil, apresentando-se como alternativa de produção economicamente viável e sustentável.

De acordo com Anefalos, Modolo e Tucci (2012), o cultivo da pupunheira gerou impactos sociais positivos no Vale do Ribeira-SP e, principalmente, renda e melhoria das condições básicas de vida para a agricultura familiar. Referindo-se a essa mesma região, estudando a rentabilidade da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes*), Amendola (2014) afirma que o agricultor conseguirá ter retorno rápido do seu investimento, entre 3 e 4 anos; o que é uma vantagem para pequenos produtores, pois esse período é adequado aos financiamentos do PRONAF (Programa Nacional da Agricultura Familiar), que possuem período de carência de quatro anos para início do pagamento.

2.4 Condicionamento fisiológico

O condicionamento fisiológico reduz o tempo de emergência das plântulas, bem como sincroniza e melhora a porcentagem de germinação. Tal procedimento baseia-se no controle da hidratação das sementes a um nível que permita que elas iniciem a atividade metabólica pré-germinativa antes da protrusão da radícula (PEREIRA, 2012). Dessa forma, ao final do condicionamento, todas as sementes estarão na mesma fase da curva de embebição. A secagem posterior agirá para interromper os processos metabólicos, que culminarão com a emissão da raiz primária, mas, ao ser recolocada em condições favoráveis à germinação, esta se dará de forma mais rápida e uniforme (BEWLEY e BLACK, 1994).

Ferreira (2005) afirma que há vários relatos na literatura de trabalhos em que a técnica do condicionamento fisiológico proporcionou aumento

significativo na qualidade fisiológica dos lotes condicionados e não apenas na uniformização da qualidade desses.

Há controvérsias na comunidade científica quando se considera a possibilidade de reversão dos efeitos da deterioração com a utilização das técnicas de condicionamento fisiológico. É pouco provável que a qualidade individual da semente possa ser totalmente regenerada e mantida com o auxílio de qualquer técnica especial, pois a atuação de mecanismos de reparo implica em consumo de energia, e esta não é renovável (MARCOS-FILHO, 2015).

De acordo com Caseiro e outros (2004), vários fatores podem interferir na resposta à aplicação dessa técnica, e podem ocorrer variações devido ao método empregado, à temperatura durante o tratamento, ao teor de água que as sementes atingem, às substâncias utilizadas no procedimento, bem como à qualidade inicial do lote.

McDonald (1999) destaca três principais técnicas empregadas para realizar o condicionamento fisiológico de sementes: a) hidrocondicionamento, que consiste na hidratação das sementes apenas com a utilização de água; b) osmocondicionamento, que envolve a hidratação das sementes em contato com soluções de baixo potencial osmótico, utilizando-se geralmente substâncias como polietilenoglicol (PEG), nitrato de potássio (KNO_3), ortofosfato de potássio (KH_2PO_4) e manitol; e c) matricondicionamento, no qual há controle da hidratação das sementes utilizando-se material sólido com baixo potencial mátrico, como vermiculita, argila, areia ou turfa.

Dentre as técnicas de condicionamento fisiológico, o osmocondicionamento tem sido a mais utilizada. Essa técnica consiste no pré-tratamento, no qual as sementes são imersas em solução osmótica, sob tempo e temperatura determinados (PEREIRA e outros, 2008). O potencial osmótico da solução regula a quantidade de água a ser absorvida, permitindo que as sementes alcancem as fases iniciais da germinação (fases I e II) sem, contudo, ocorrer a emissão da radícula (fase III) (CARDOSO e outros, 2012).

O osmocondicionamento consiste em hidratação controlada de sementes em solução osmótica, estimulando o metabolismo sem a emissão das raízes primárias (NASCIMENTO, 2004). Esse processo de condicionamento ativa a degradação, translocação e assimilação de reservas, permitindo que a semente alcance um status metabólico relativamente uniforme pela interrupção do suprimento de água. Muitos estudos têm mostrado que o osmocondicionamento aumenta a germinação da semente, o que resulta em emergência mais rápida e uniforme das plântulas (ARAÚJO e outros, 2011; NASCIMENTO; ARAGÃO, 2004; PEREIRA e outros, 2008).

Pesquisas têm comprovado que o osmocondicionamento promove aumento na velocidade de germinação das sementes e na emergência das plântulas, permitindo germinação mais rápida e uniforme, além de aumentar a tolerância em germinar sob condições adversas em diferentes espécies vegetais (CARDOSO e outros, 2012).

Para a preparação das soluções com potenciais osmóticos conhecidos, podem ser utilizados sais inorgânicos, como o nitrato de potássio (KNO_3), cloreto de sódio ($NaCl$), cloreto de magnésio ($MgCl_2$), sulfato de magnésio ($MgSO_4$), ortofosfato de potássio (KH_2PO_4), sulfato de manganês ($MnSO_4$), ou outras substâncias solúveis em água, como manitol e glicerol; entretanto, a utilização de polietilenoglicol (PEG) é predominante. O PEG é um polímero de elevado peso molecular, não tóxico, inerte, que não penetra nas células das sementes e pode ser encontrado em diversos pesos moleculares, sendo os mais comuns de 6000 e 8000, pois suas moléculas não atravessam as membranas celulares, o que garante que as sementes absorvam apenas água (MARCOS-FILHO, 2015).

Em relação ao condicionamento fisiológico, Caseiro e outros (2003) afirmam que a utilização de água tem se revelado uma opção interessante que, além do fator econômico, favorece o desempenho das sementes sem a interferência de produtos químicos empregados para o osmocondicionamento, por exemplo. Todavia, esse procedimento tem sido menos utilizado para o

condicionamento fisiológico, porque a embebição muito rápida favorece a ocorrência de injúrias durante a absorção de água. Ao mesmo tempo, a falta de controle da hidratação, a distribuição desuniforme da água nas sementes e a severa restrição à aeração não permitem a obtenção de resultados favoráveis em muitas culturas (MARCOS FILHO, 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Vitória da Conquista, no período de maio a novembro de 2017.

3.1 Obtenção e preparo do material vegetal

As sementes utilizadas no experimento foram fornecidas pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC, coletadas nos plantios de pupunha da Estação Experimental Lemos Maia, no município de Una, na região Sul do estado da Bahia, nas coordenadas 15° 17'34" S e 39°04' 38" W. A precipitação pluvial é variável, pois o município encontra-se em local de transição; os totais médios anuais esperados variam de 2000 a 2400mm, nas proximidades da costa litorânea entre Una e Valença, a 600 e 800mm, no extremo oeste dessa "região" (SANTANA; ALMEIDA; MENDONÇA, 2008).

O material foi adquirido uma semana após a colheita, que, seguindo recomendação de Silva e Melo (2010), permaneceu em sacos de polietileno até o início das avaliações.

As sementes foram selecionadas em relação ao tamanho, sendo que sementes consideravelmente menores foram retiradas e descartadas, com o intuito de uniformização do lote a ser estudado. Após a seleção do tamanho, as sementes foram submetidas ao método do balde com água para a separação das sementes com excesso de ar no interior para que esse fator não influenciasse na embebição e, conseqüentemente, no condicionamento. O método consiste na imersão das sementes em um balde com água suficiente para cobrir o dobro da quantidade de sementes, observando-se as sementes que flutuam e as que afundam.

3.2 Caracterização do lote

As sementes foram submetidas às avaliações fisiológicas antes da instalação do experimento. As características analisadas foram:

3.2.1 Massa de mil sementes

A massa de mil sementes foi determinada no primeiro dia de obtenção das sementes, alguns dias após a colheita e o beneficiamento. No momento da determinação, as sementes estavam com 37% de teor de água e haviam passado pela homogeneização e pelos critérios de seleção. Para a determinação, foi utilizado o método proposto por Brasil (2009); 8 repetições de 100 sementes foram escolhidas, ao acaso, e pesadas. Os valores foram usados para o cálculo da massa de mil sementes, expresso em gramas. A partir do resultado, foi calculada também a quantidade de sementes por quilograma.

3.2.2 Teste tetrazólio

Com o intuito de identificar a viabilidade ou não das sementes, o teste tetrazólio foi conduzido seguindo a metodologia proposta por Ferreira e Sader (1987), na qual apenas os embriões foram utilizados. Para a extração dos embriões, foram utilizados uma faca grande e resistente, um suporte de madeira com orifícios, que se aproximaram dos tamanhos e formatos das sementes, e um pequeno cepo de madeira. As sementes foram posicionadas firmemente nos orifícios, e, em seguida, a lâmina da faca foi posicionada próximo ao poro vegetativo da semente, e, com a ajuda do cepo de madeira, as sementes foram partidas ao meio, e, assim, expuseram-se os embriões.

Para o procedimento, erlenmeyer foram recobertos com fita adesiva preta para isolar a entrada de luz. Os embriões foram colocados nos recipientes com solução de tetrazólio na concentração de 0,5%, obtida a partir da diluição de 5g de 2,3,5 trifenil cloreto em um 1L de água, onde permaneceram por 4 horas a 25 °C.

Os embriões considerados viáveis foram aqueles que se coloriram completamente de vermelho ou rosa brilhante. Embriões que apresentaram parte superior ou inferior, tigelum ou haustório, respectivamente, não coloridos, bem como manchas escurecidas, foram considerados inviáveis.

3.2.3 Teor de água

O teor de água das sementes do lote foi avaliado no momento da obtenção das sementes e uma semana após, no início da condução do experimento.

Para a determinação do teor de água, foi utilizado o método da estufa, seguindo a metodologia descrita nas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Quatro repetições de 15 sementes, previamente pesadas, foram levadas à estufa a 105 ± 3 °C, por um período de 24 horas e, então, pesadas novamente. Os valores de massa inicial e final foram usados para o cálculo de teor de água, expresso em porcentagem.

3.2.4 Velocidade de embebição / Curva de absorção de água

Para avaliar a absorção de água pelas sementes de pupunha e estabelecer os períodos adequados de condicionamento, foi conduzida a determinação da curva de absorção de água das sementes em relação ao tempo de embebição.

Quatro repetições de 15 sementes foram pesadas, identificadas e colocadas em beckers esterilizados e contendo água destilada, por 8 dias. As repetições foram pesadas todos os dias no mesmo horário da primeira pesagem

antes do início do processo de embebição. Após a última pesagem, no oitavo dia, as sementes foram levadas à estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas e, então, pesadas novamente para a obtenção da massa seca, que foi utilizada nos cálculos de determinação de teor de água (BRASIL, 2009) para cada dia; obteve-se, assim, a curva de embebição.

3.2.5 Condutividade elétrica

No teste de condutividade elétrica, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, conforme a metodologia descrita por Marcos Filho (2015). As sementes foram pesadas com precisão de quatro casas decimais e colocadas em copos plásticos (capacidade de 200 mL), com 75mL de água destilada, mantidos durante 24 horas em B.O.D. a 25 °C. Após esse período, a condutividade elétrica da solução de embebição foi avaliada em condutivímetro, e os resultados, expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de sementes.

3.3 Delineamento experimental e instalação do experimento

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $6 \times 3 + 1$, que consistiu em seis potenciais (0, -0,6, -0,8, -1,0, -1,2 e -1,4 MPa) e três períodos de condicionamento (24, 48 e 72 horas), mais testemunha absoluta (sem condicionamento), com quatro repetições de 25 sementes.

Para obtenção do potencial 0,0 (testemunha relativa), as sementes foram condicionadas apenas com água destilada. Para obtenção dos demais potenciais, foram utilizadas diferentes concentrações de Polietilenoglicol 6000 (PEG 6000). O cálculo das concentrações de PEG 6000 foi baseado na seguinte equação proposta por Michel e Kaufmann (1973) e adaptada por Villela e Beckert (2001):

$$C = \frac{2 - [4 + \Psi(1,29T - 140)]^2}{1,29T - 140}$$

Onde:

C= Concentração de Polietilenoglicol para o potencial desejado

Ψ = Potencial desejado

T= Temperatura usada para o condicionamento

Calculadas as concentrações (Tabela 1), a quantidade de PEG 6000 para cada potencial foi diluída em água destilada. Os beakers com a solução foram levados para o agitador, onde permaneceram (minimamente aquecidos) por volta de 20 minutos ou até que o líquido se encontrasse totalmente homogêneo e transparente.

Tabela 1 - Concentrações de polietilenoglicol 6.000 utilizadas no experimento. Vitória da Conquista, BA, 2018.

Potencial Osmótico (MPa)	Concentração de PEG 6000 (g L ⁻¹)
-0,6	223,664
-0,8	261,948
-1,0	295,713
-1,2	325,261
-1,4	354,365

Para o condicionamento, as sementes foram dispostas em copos plásticos com água (testemunha relativa) e as soluções de PEG 6000 e levadas à B.O.D, a 25 °C, pelos períodos de 24, 48 e 72 horas, como descrito nos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Identificação e detalhamento dos tratamentos utilizados. Vitória da Conquista – BA, 2018.

	Potencial	Período
T1	0,0 MPa	24 horas
T2	- 0,6 MPa	24 horas
T3	- 0,8 MPa	24 horas

T4	- 1,0 MPa	24 horas
T5	- 1,2 MPa	24 horas
T6	- 1,4 MPa	24 horas
T7	0,0 MPa	48 horas
T8	- 0,6 MPa	48 horas
T9	- 0,8 MPa	48 horas
T10	- 1,0 MPa	48 horas
T11	- 1,2 MPa	48 horas
T12	- 1,4 MPa	48 horas
T13	0,0 MPa	72 horas
T14	- 0,6 MPa	72 horas
T15	- 0,8 MPa	72 horas
T16	- 1,0 MPa	72 horas
T17	- 1,2 MPa	72 horas
T18	- 1,4 MPa	72 horas
Testemunha	--	--

Ao término do condicionamento, as sementes foram lavadas com água deionizada e água corrente durante um minuto, para a remoção dos resíduos da solução, e foi retirado o excesso com papel toalha.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Teor de água após os tratamentos

Para a análise, 3 repetições de 15 sementes foram condicionadas da mesma forma que cada um dos 18 tratamentos utilizados nesta pesquisa.

Após os períodos estabelecidos para cada tratamento, o teor de água foi determinado por meio do método da estufa (BRASIL, 2009).

3.4.2 Teste de germinação

Foram utilizadas caixas de acrílico nas dimensões 11cm x 11cm x 4cm. O substrato utilizado foi vermiculita, umedecida com água destilada na

proporção 1:2,5 (1g de vermiculita para 2,5g de água). Para garantir a homogeneidade e igual proporção de água e vermiculita em cada unidade experimental, o substrato foi preparado de uma única vez em uma bandeja grande.

As caixas, primeiramente, receberam metade do volume de substrato, onde as 25 sementes provenientes das repetições de cada tratamento foram organizadas em fileiras. As sementes foram dispostas com o botão germinativo virado para cima, e, então, o volume da caixa foi preenchido com vermiculita; as sementes foram deixadas a cerca de 1,5cm de profundidade. A duração do teste foi de 133 dias, e as contagens foram realizadas a cada sete dias. A semente foi considerada germinada a partir da visualização da massa cotiledonar esbranquiçada na região do opérculo, com formação do botão germinativo.

A partir dos resultados das contagens de germinação, foram obtidos:

a) **Porcentagem de germinação:** calculada pela fórmula (BRASIL, 2009):

$$G = \left(\frac{N}{* 25} \right) \times 100$$

Em que:

N = Número de sementes germinadas no final do teste;

* Número de sementes por parcela experimental usadas neste experimento;

Unidade: %.

b) **Índice de velocidade de germinação (IVG)** – calculado pela fórmula (BRASIL, 2009):

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t_i}$$

Em que:

n_i = Números de sementes que germinaram no tempo “i”;

t_i = Tempo após a instalação do teste;

$i = 1 \rightarrow 133$;

Unidade: adimensional.

c) Tempo médio de germinação (TMG) – calculado pela fórmula (LABOURIAU, 1983):

$$TMG = \frac{(\sum n_i t_i)}{\sum n_i}$$

Em que:

n_i = Números de sementes germinadas por dia;

t_i = Tempo de incubação;

$i = 1 \rightarrow 133$;

Unidade: dias.

d) Velocidade média de germinação (VMG) – calculado pela fórmula (LABOURIAU, 1983):

$$VMG = \frac{1}{t}$$

Em que:

t = Tempo médio de germinação;

Unidade: dias⁻¹.

e) Frequência relativa (fr): calculado pela fórmula (SANTANA e RANAL, 2004):

$$fr = \left(\frac{n_i}{\sum n_i} \right) \times 100$$

Em que:

n_i = Números de sementes germinadas dia “i”;

$i = 1 \rightarrow 133$;

Unidade: %.

f) Índice de sincronização de germinação ou incerteza (\bar{E}) – Calculado pela fórmula (LABOURIAU, 1983):

$$\bar{E} = - \sum f_i \log_2 f_i$$

Em que:

f = frequência relativa de germinação;

i = 1 → 133;

log₂ = logaritmo de base 2;

Unidade: bits.

g) Índice de sobreposição (Z) – calculado pela fórmula (PRIMACK, 1980, adequado por RANAL e SANTANA, 2006):

$$Z = \sum \frac{C_{n_i,2}}{N}$$

Sendo $C_{n_i,2} = \frac{n_i(n_i-1)}{2}$ e $N = \sum \frac{n_i(\sum n_i-1)}{2}$

Em que:

$C_{n_i,2}$ = combinação de duas sementes germinadas no tempo “i”, duas juntas;

n_i = número de sementes germinadas no tempo “i”;

i = 1 → 133;

Unidade: sem unidade de medida.

3.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Liliefords e Cochran para verificação da normalidade e homogeneidade de variâncias dos dados, respectivamente. A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas) versão 9.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2004), procedendo-se à análise de variância para os dados referentes aos teores de água das sementes após os condicionamentos fisiológicos e, posteriormente, submetidos à análise de regressão polinomial. Os dados referentes às análises fisiológicas (porcentagem de germinação, tempo médio de

germinação, índice de velocidade de germinação, velocidade de germinação e índice de sobreposição) foram analisados de duas maneiras: considerando-se todos os tratamentos mais a testemunha absoluta, e, por haver significância na interação Tratamentos x Testemunha, procedeu-se o teste Dunnett a 5% de probabilidade; e considerando-se apenas os tratamentos de condicionamentos (sem a testemunha absoluta) para estudo da regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do lote

Na Tabela 3, estão apresentados os valores referentes às características avaliadas na caracterização do lote.

Tabela 3 - Características iniciais do lote de sementes de pupunha. Vitória da Conquista, BA, 2018

Característica avaliada	
Teste tetrazólio (%)	72
Teor de água na obtenção (%)	37
Teor de água no início do experimento (%)	34
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)	14,84
Peso de mil sementes (g)	1886,67
Número de sementes por quilograma	530

O teste de tetrazólio apresentou 72% de embriões viáveis (Tabela 3), facilmente identificados pela coloração rosa após o teste. Existem poucos estudos sobre a utilização do tetrazólio nas sementes de *B. gasipaes* e sobre a relação da porcentagem de germinação e o teste de tetrazólio para sementes dessa espécie. Todavia, sabe-se que os resultados de porcentagem de embriões viáveis ou sementes viáveis obtidos por meio de teste de vigor não expressam exatamente o valor esperado de sementes que terão sucesso germinativo em campo. Segundo Marcos-Filho (2015), esses métodos não foram feitos para predizer o número exato de sementes que germinarão, mas para determinar o número de sementes que têm maior probabilidade de apresentar desempenho mais satisfatório em comparação às que apresentarem porcentagem inferior no teste de vigor.

Oliveira e outros (2014), estudando a viabilidade de sementes de *Euterpe edulis* (palmito-juçara) pelo teste de tetrazólio, encontraram 64% de embriões viáveis e 72% de sementes germinadas em um mesmo lote.

No presente trabalho, o resultado da viabilidade expressado pelo teste tetrazólio corrobora o alto valor de germinação das sementes da testemunha absoluta no fim do experimento. Os resultados expressam também a eficácia da metodologia de condução para esse teste em sementes de *Bactris gasipaes* proposta por Ferreira e Sader (1987).

O teor de água reduziu de 37% no dia da obtenção das sementes para 34%, no início do experimento (Tabela 3), nove dias depois. Isso pode ter acontecido pelo fato de as sementes terem ficado fora dos sacos apropriados durante a higienização e o processo de seleção e descarte inicial do lote, por um período de aproximadamente 24 horas (incluindo a secagem após a imersão em hipoclorito de sódio). A natureza recalcitrante juntamente aos fatores climáticos no dia podem ter colaborado para esse decréscimo, assim como as condições de temperatura e umidade no interior do laboratório.

Por terem permanecido em ambiente fechado, provavelmente a temperatura e a umidade do ar do ambiente podem ter influenciado na maior redução de água nas sementes. Marcos-Filho (2015) afirma que, à medida que a temperatura eleva-se, o ar aumenta sua capacidade de contenção de água, praticamente duplicando-se a cada 10°C e, conseqüentemente, elevando o gradiente de perda de água da semente.

Contudo, ainda que a umidade das sementes, nos dois períodos de amostragem, não tenha sido alta (umidade ideal/alta na faixa de 45% a 38%) (BOVI, 2000), encontra-se dentro do aceitável para que não haja interferência na qualidade fisiológica delas, fato comprovado pela alta porcentagem de germinação da parcela sem tratamentos de condicionamento fisiológico. Ferreira e Santos (1992), estudando o efeito da desidratação em sementes de pupunha, constataram que, quando as sementes alcançam 30% de água, há queda acentuada da viabilidade, o que resulta em redução da taxa de emergência. Para

Bovi (2000), apenas os teores de água abaixo da faixa de 23% a 28% reduzem significativamente a germinação e o vigor das sementes de pupunha, cujo valor letal é abaixo de 15%.

Na Figura 1, está representada a curva de absorção de água das sementes de pupunha. A partir das determinações do grau de umidade das sementes realizadas diariamente, sob temperatura de 25 °C, pode-se verificar uma curva bem definida, com característica típica do padrão trifásico de absorção proposto por Bewley e outros (2012).

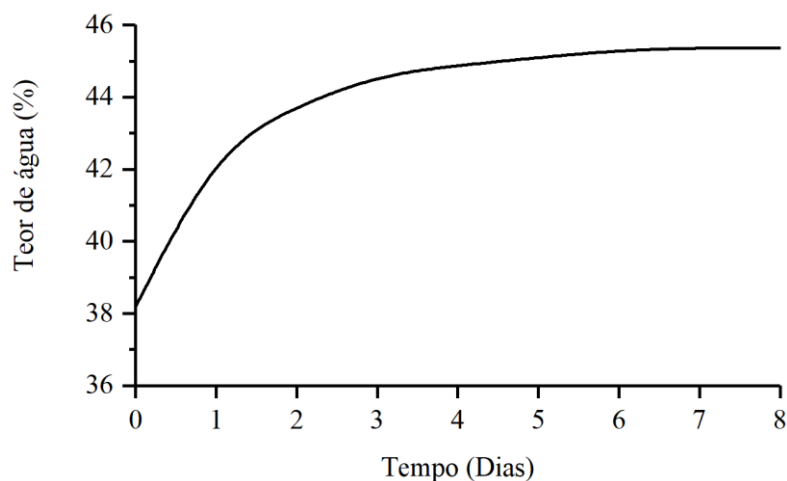


Figura 1 - Curva de embebição de sementes de pupunha.

A fase I para sementes de pupunha iniciou-se logo nas primeiras 24 horas de embebição e se estendeu até o terceiro dia, quando a absorção começou a ficar mais linear. Segundo Bewley e outros (2013), a absorção de água pelas sementes ocorre em três fases, quando submetidas a condições ideais, sendo que, na fase I, ocorre de maneira rápida, pois a água entrará na semente rapidamente em virtude do baixo potencial matricial da semente seca. Portanto, o processo de embebição nessa fase ocorre em resposta a forças matriciais, independentemente da presença ou ausência de dormência.

Nas sementes de pupunha, a fase II iniciou-se no terceiro dia (fim da fase I) e permaneceu com baixa absorção até o oitavo dia. É importante enfatizar que esse não é o fim da fase II do padrão trifásico das sementes dessa espécie; é necessário, portanto, maior tempo de estudo para que se inicie a fase III e se estabeleça o fim da fase II. Nessa fase, a absorção de água pela semente torna-se menos intensa devido à perda de influência do potencial matricial, que contribui para diminuir o gradiente de potencial hídrico entre o interior da semente e a solução externa; ocorre lentamente o aumento do teor de água. Segundo Marcos-Filho (2015), essa fase é caracterizada por reduções da velocidade de hidratação e da intensidade respiratória, sendo que a duração varia de acordo com a espécie analisada.

O teor de água das sementes, assim como as características de absorção, são informações importantes para a tomada de decisão relacionada ao manuseio de produtos dentro de uma unidade de beneficiamento e pré-tratamento de sementes (DERRÉ e outros, 2016). A curva de absorção de água obtida para as sementes de *B. gasipaes* serviu como base para a definição dos períodos de condicionamento fisiológico conduzido nesta pesquisa.

O valor encontrado de condutividade elétrica para sementes de pupunha foi de 14,84 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ou 315 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (Tabela 3). Apesar de não haver estudos específicos sobre a condutividade elétrica em sementes de pupunha, a média encontrada está na média considerada como *alto vigor* em sementes de palmeiras e outras espécies (NASCIMENTO; CÍCERO; NOVEMBRE, 2010). Esses resultados complementam as informações obtidas no teste tetrazólio e na alta porcentagem de germinação.

O princípio do teste estabelece que sementes menos vigorosas (ou mais deterioradas) apresentam menor velocidade de restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição e, em consequência, liberam maiores quantidades de solutos para o meio exterior. A perda de lixiviados inclui açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas, enzimas e íons inorgânicos (K^+ ,

Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, Mn⁺²), e o teste avalia a liberação de um conjunto de íons (MARCOS-FILHO, 2015).

Com valor de 1888,667 g em 1000 sementes, o lote apresentou média de 530 sementes por kg, valor próximo ao encontrado na literatura, que está na faixa de 300 e 500 unidades de sementes (SANTOS e outros, 2007).

4.2 Características avaliadas

4.2.1 Teor de água após os tratamentos

Os tratamentos mostraram efeito significativo ($p < 0,05$) para os fatores principais e a interação (Tabela 3).

Ao avaliar a estimativa dos teores de água das sementes em função do período de condicionamento, houve efeito quadrático apenas nos potenciais 0,0 MPa; -1,0 MPa e -1,2 MPa (Figura 2A). Com relação ao período de condicionamento, não foi encontrado modelo significativo no teor de água das sementes de pupunha em função do potencial osmótico (Figura 2B).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação dos teores de água após os tratamentos de condicionamento fisiológico. Vitória da Conquista, BA.

F.V.	G.L	QUADRADOS MÉDIOS
Período (Pe)	2	11,940413**
Potencial (Po)	5	7,206305**
Pe x Po	10	2,625600*
-----ANÁLISE DE REGRESSÃO-----		
<i>Potencial / 24 horas</i>	5	2,810419
<i>Potencial / 48 horas</i>	5	8,108397**
<i>Potencial / 72 horas</i>	5	1,538689
<i>Período / 0,0 MPa</i>	5	4,437411*
<i>Período / -0,6 MPa</i>	5	0,054033
<i>Período / -0,8 MPa</i>	5	2,496033
<i>Período / -1,0 MPa</i>	5	10,010711**
<i>Período / -1,2 MPa</i>	5	7,616478**
<i>Período / -1,4 MPa</i>	5	0,453744
Resíduo	34	1,292971
C.V. (%)		2,86

** significativo a 1% de probabilidade

* significativo a 5% de probabilidade

Na Figura 2A, estão representados os modelos quadráticos gerados para a interação Potencial x Período, no desdobramento Potencial dentro de Período, com significância nos potenciais 0,0 MPa; - 1,0 MPa e -1,2 MPa ($p < 0,05$). Apesar de não seguirem o padrão trifásico de absorção, as sementes submetidas aos condicionamentos com esses potenciais tiveram absorção crescente em relação ao aumento do tempo.

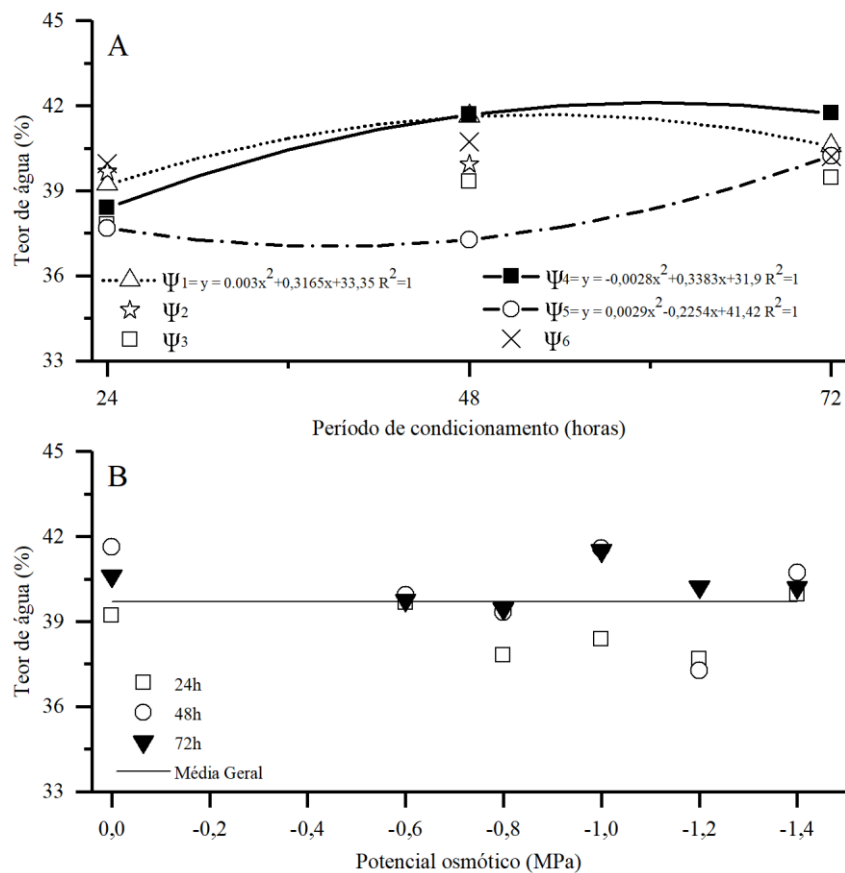


Figura 2 - Estimativa do teor de água das sementes em função do período de condicionamento (A) e potencial osmótico (B). Vitória da Conquista, BA, 2018.

As sementes submetidas ao potencial 0,0 MPa (Ψ_1) iniciaram o processo absorvendo mais água, chegando a 39,21% de água nas primeiras 24 horas (ponto de mínima). Esse resultado era esperado, pois, além de a água possuir potencial mais propício para seu movimento, a semente não possui nenhum impedimento físico que atrapalhe essa movimentação. Todavia, o influxo de água para o interior da semente só aconteceu até 48 horas e chegou a 40,58% nas 72 horas - valor próximo ao ponto de mínima estimado pelo modelo para 30 horas (40,14%).

A absorção de água no potencial $-1,0$ MPa (Ψ 4) apresentou característica crescente de acordo com o tempo, com valores de 38,4; 41,68 e 41,74%, nos períodos 24, 48 e 72 horas, respectivamente. Todavia, de acordo com o modelo significativo, o ponto de máxima é estimado para 60 horas, com 42,11% de água nas sementes.

As sementes submetidas ao potencial $-1,2$ MPa (Ψ 5) apresentaram características de absorção diferentes das demais, nas estimativas apresentadas. Apesar de a absorção ter sido crescente, a curva mostra decréscimo até 36 horas, sendo restabelecida a absorção após 48 horas. De forma geral, esse potencial apresentou valores inferiores de teor de água, quando comparado aos potenciais $0,0$ MPa e $-1,0$ MPa, com pontos de mínima e máxima de 37,06 e 40,22%, respectivamente.

A menor absorção nos potenciais mais negativos ocorre, pois o potencial osmótico é determinado pela concentração osmótica; a força de atração de água é proporcional à concentração da solução (MARCOS-FILHO, 2015).

A primeira etapa do processo de germinação é a absorção de água. O processo de hidratação segue um padrão trifásico, sendo a água o regulador de fundamental importância no desenvolvimento e na germinação das sementes (ZUCARELI e outros, 2011). Como visto na curva de absorção de água para sementes de pupunha (Figura 1), as sementes entraram na fase II e iniciaram a estabilização da absorção de água aos 45%. Após cada tratamento, incluindo o tratamento de embebição apenas em água, as sementes não alcançaram essa porcentagem, de que se pressupõe que elas terminaram o tratamento sem iniciar a fase de estabilização, que é o objetivo do condicionamento fisiológico.

As sementes foram tratadas quando possuíam 34% de teor de água, diferente dos 37% no momento do início da condução das embebições para curva de absorção. É possível que essa diferença no teor de água tenha sido suficiente para mudar a característica energética da água interna das sementes e, assim, alterar sua forma de absorção de água. Segundo Marcos-Filho (2015), a água do tipo 4 está presente em sementes que apresentem teores de água entre

33% e 41%, em equilíbrio com umidades relativas do ar superiores a 90%, independentemente de espécie; os diferentes teores podem mudar o potencial hídrico da semente e alterar a velocidade ou, até mesmo, o sentido de movimentação da água. Nesse tipo de água, os processos metabólicos acontecem, mas a semente ainda não possui água totalmente livre, o que pode justificar a diferença na absorção com embebição somente em água no momento da obtenção e no início do tratamento.

Por outro lado, a diferença de absorção entre os potenciais osmóticos era esperada, por conta dos potenciais e concentrações, como mencionado. Dessa forma, os teores de água inferiores à curva de absorção normal das sementes de pupunha sob teor de água apropriado mostram que os tratamentos utilizados apresentaram potenciais muito negativos ou períodos muito curtos, que impossibilitaram as sementes de alcançarem os 45% de umidade expressos na estabilização da curva (Figura 1).

4.2.2 Teste de germinação

Por ser composta de dois fatores quantitativos e um tratamento adicional sem características comuns, a análise de variância foi feita de duas maneiras: desconsiderando-se o tratamento adicional, para estudo da regressão dos dois fatores, e se considerando o tratamento adicional para estudo das médias.

Não houve significância para as características quando analisadas sem o tratamento adicional (Tabela 5). As estimativas para todas as características nos desdobramentos Período em função do Potencial e Potencial em função do Período estão representadas nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das características Germinação (%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG; dias), Velocidade Média de Germinação (VMG; dia⁻¹) e Índice de Sobreposição (Z). Vitória da Conquista, BA, 2018.

F.V.	G.L	QUADRADOS MÉDIOS				
		Germinação	IVG	TMG	VMG	Z
Período (Pe)	2	8,51389	0,00375	0,82440	0,0000028	0,00864
<i>Linear</i>	1	16,33333	0,00538	1,38057	0,0000044	0,00786
<i>Quadrático</i>	1	0,69444	0,00211	0,26823	0,0000011	0,00855
Potencial (Po)	5	33,21389	0,00261	0,95041	0,0000029	0,00716
<i>Linear</i>	1	0,09642	0,00271	4,19601	0,0000128	0,02355
<i>Quadrático</i>	1	1,01587	0,00290	0,02521	0,00000002	0,00856
<i>Cúbico</i>	1	54,78519	0,00344	0,46148	0,0000017	0,01563
Pe x Po	10	62,91389	0,00920	1,66288	0,0000057	0,01953
Resíduo	54	35,9737	0,00758	1,69912	0,0000040	0,01928
C.V. (%)		6,72	8,69	4,78	4,52	19,19

** significativo a 1% de probabilidade

* significativo a 5% de probabilidade

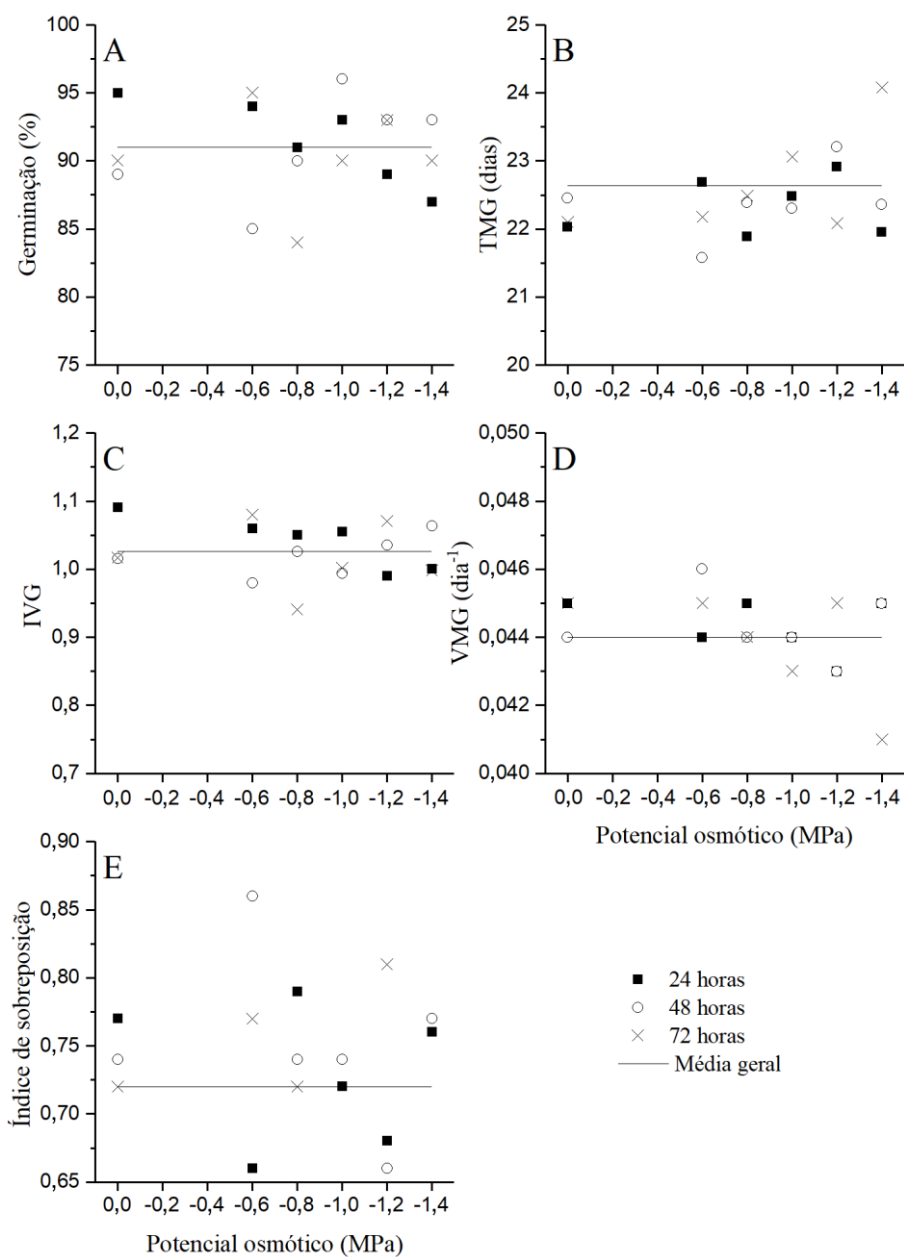


Figura 3 - Germinação, tempo médio de germinação (TMG), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (VMG) e índice de sobreposição nos períodos (24, 48 e 72 horas) em função dos potenciais osmóticos. Vitória da Conquista, BA, 2018.

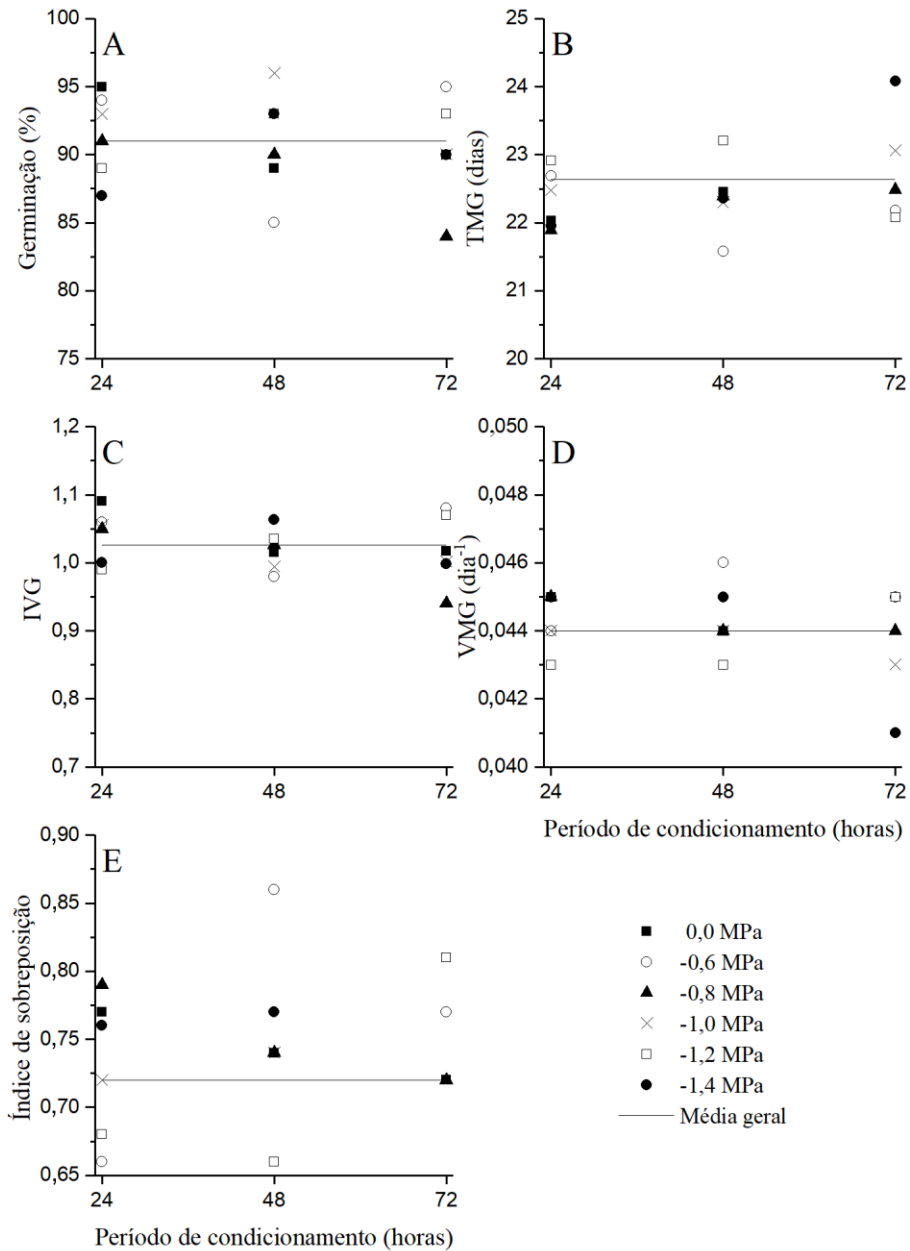


Figura 4 - Estimativa da germinação, tempo médio de germinação (TMG), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade média de germinação (VMG) e índice de sobreposição nos potenciais osmóticos (0,0; -0,6; -0,8; -1,0; -1,2 e -1,4 MPa) em função dos períodos. Vitória da Conquista, BA, 2018.

Os fatores isolados ou a interação entre eles não apresentaram efeito significativo sobre as características estudadas; houve significância apenas na comparação entre os fatores e a testemunha absoluta (fatores x testemunha) para as características Germinação, TMG, VMG e Z. Para essa interação, procedeu-se com o teste Dunnett, para estudo do contraste das médias de cada tratamento com a testemunha absoluta (Tabela 6).

A germinação total mostrou-se alta, com valores em torno de 90% de sementes germinadas. Apenas os tratamentos T8 (-0,6 MPa + 48 horas) e T15 (-0,8 MPa + 72 horas) diferiram significativamente da testemunha absoluta, com valores de 85% e 84%, respectivamente (Tabela 7). De forma geral, os resultados de germinação foram altos, o que está de acordo com os testes de tetrazólio e condutividade elétrica conduzidos previamente na caracterização do lote, nos quais foi apontado alto vigor das sementes de pupunha utilizadas neste experimento.

Bovi e outros (2004) consideram que porcentagens de germinação total em sementes de *B. gasipaes* de 59 a 84% podem ser admitidas como altas. Assim, considera-se que todos os tratamentos demonstraram desempenho germinativo alto.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das características Germinação (%), Índice de Velocidade de Germinação (IVG), Tempo Médio de Germinação (TMG; dias), Velocidade Média de Germinação (VMG; dia⁻¹) e Índice de Sobreposição (Z). Vitória da Conquista, BA, 2018.

F.V.	G.L	QUADRADOS MÉDIOS				
		Germinação	IVG	TMG	VMG	Z
Período (Pe)	2	8,51389	0,00375	0,82440	0,00000	0,00864
Potencial (Po)	5	33,21389	0,00261	0,95041	0,00000	0,00716
Pe x Po	10	62,91389	0,00920	1,66288	0,00001	0,01953
Fat. x Testemunha	1	186,42178*	0,00002	50,60471**	0,00013**	0,23743**
Resíduo	57	35,9737	0,00758	1,69912	0,00000	0,01928
C.V. (%)		6,64	8,48	5,76	5,02	19,19

** significativo a 1% de probabilidade

* significativo a 5% de probabilidade

Tabela 7 - Estimativa de contraste para as características Germinação (%), Velocidade Média de Germinação (VMG; dia⁻¹), Tempo Médio de Germinação (TMG; dias), Índice de Sobreposição (Z). Vitória da Conquista, BA, 2018.

Condicionamento	Estimativas do contraste			
	Germinação	VMG	TMG	Z
(Testemunha) – T1 (0,0 MPa + 24 horas)	95	0,045 *	22,03 *	0,77
(Testemunha) – T2 (-0,6 MPa + 24 horas)	94	0,044 *	22,69 *	0,66
(Testemunha) – T3 (-0,8 MPa + 24 horas)	91	0,045 *	21,89 *	0,79 *
(Testemunha) – T4 (-1,0 MPa + 24 horas)	93	0,044 *	22,48 *	0,72
(Testemunha) – T5 (-1,2 MPa + 24 horas)	89	0,043 *	22,91 *	0,68
(Testemunha) – T6 (-1,4 MPa + 24 horas)	87	0,045 *	21,95 *	0,76
(Testemunha) – T7 (0,0 MPa + 48 horas)	89	0,044 *	22,45 *	0,74
(Testemunha) – T8 (-0,6 MPa + 48 horas)	85 *	0,046 *	21,58 *	0,86 *
(Testemunha) – T9 (-0,8 MPa + 48 horas)	90	0,044 *	22,39 *	0,74
(Testemunha) – T10 (-1,0 MPa + 48 horas)	96	0,044 *	22,30 *	0,74
(Testemunha) – T11 (-1,2 MPa + 48 horas)	93	0,043	23,21 *	0,66
(Testemunha) – T12 (-1,4 MPa + 48 horas)	93	0,044 *	22,26 *	0,77
(Testemunha) – T13 (0,0 MPa + 72 horas)	90	0,045 *	22,10 *	0,72
(Testemunha) – T14 (-0,6 MPa + 72 horas)	95	0,045 *	22,18 *	0,77
(Testemunha) – T15 (-0,8 MPa + 72 horas)	84 *	0,044 *	22,49 *	0,72
(Testemunha) – T16 (-1,0 MPa + 72 horas)	90	0,043	23,06 *	0,64
(Testemunha) – T17 (-1,2 MPa + 72 horas)	93	0,045 *	22,08 *	0,81 *
(Testemunha) – T18 (-1,4 MPa + 72 horas)	90	0,041	24,08	0,64

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste Dunnett

Variações na germinação total de sementes condicionadas e não condicionadas não são esperadas, uma vez que, segundo Marcos-Filho (2015), diferenças na porcentagem de germinação, sob condições ambientais favoráveis, entre amostras de sementes submetidas ou não ao condicionamento fisiológico não são comuns, pois esse tratamento não tem a capacidade de recuperar o poder germinativo de sementes individuais, tampouco revigorá-las; seus efeitos são esperados em parâmetros relativos à velocidade e à sincronia da germinação.

Vários autores relatam a influência do condicionamento fisiológico na porcentagem de germinação de sementes de várias espécies (KISSMANN e outros, 2010; MASSETO e outros, 2013,2014; SILVA e outros, 2006), porém, em todos os casos estudados, as sementes apresentavam baixo vigor. Entretanto, isso não ocorre por efeito no vigor das sementes, mas sim pela uniformização do estado metabólico. Heydecker e outros (1975) afirmam que, após terem atingido mais rapidamente o potencial hídrico desejado, as sementes mais vigorosas praticamente “ficam aguardando” as menos vigorosas atingirem o mesmo estado metabólico. Ao final, não deve haver alteração da porcentagem de germinação, pois as sementes não são regeneradas. Há impressão de “revigoramento” porque a germinação é praticamente instantânea após o condicionamento fisiológico (MARCOS-FILHO, 2015).

A diferença encontrada entre os tratamentos T8 e T15 (ambos referentes à utilização de PEG 6.000 por 48 horas ou mais) e a testemunha absoluta pode ser justificada pela redução de disponibilidade de oxigênio, que pode ser ocasionada pela utilização do PEG 6.000 (MASETTO e outros, 2014). A solubilidade do oxigênio é inversamente proporcional à concentração de PEG; o baixo nível de oxigênio, induzindo a anaerobiose, pode favorecer a produção de etanol e de outros produtos tóxicos à semente (MARCOS-FILHO, 2015).

O condicionamento fisiológico das sementes apresentou efeito positivo sobre a característica velocidade média de germinação; entre todos os tratamentos, apenas T11, T16 e T18 não foram superiores à testemunha absoluta (Tabela 7). As sementes condicionadas mostraram também maior desempenho

na característica tempo médio de germinação quando comparadas à testemunha absoluta, apresentando valores inferiores, com exceção apenas do tratamento T18, pelo mesmo teste estatístico.

Os valores de VMG e TMG são inversamente proporcionais e podem ser explicados, assim como a germinação, pela uniformização do estado metabólico das sementes; a redução da diferença da atividade metabólica das sementes mais e menos vigorosas é o principal efeito esperado no condicionamento fisiológico.

Os efeitos do condicionamento são associados a vários eventos metabólicos, bioquímicos, celulares e moleculares, incluindo a síntese de proteínas, RNA e DNA e os processos componentes do ciclo celular. Enzimas envolvidas em mecanismos de proteção contra a peroxidação, atuando como antioxidantes e prevenindo a formação de radicais livres, também são ativadas, incluindo catalases, dismutases e peroxidases (MARCOS-FILHO, 2015).

Nascimento e Costa (2009) comprovam o acontecimento dessas e outras alterações metabólicas e bioquímicas durante o processo de condicionamento fisiológico de sementes. Os autores citam a redução do período de embebição para que haja início da síntese “de novo” RNA e proteínas; restauração parcial ou total da atividade de enzimas que se tornaram inativas com o progresso da deterioração; reorganização das membranas celulares e recuperação da permeabilidade seletiva, reduzindo a liberação de exsudados e atuação no mecanismo de reparo do DNA, verificada em várias espécies.

Como consequência de todos esses processos, as sementes encontram-se previamente preparadas para germinar assim que entrarem em contato com as condições ideais, principalmente a retomada da absorção de água, que, conseqüentemente, levará ao início do processo germinativo. Portanto, o condicionamento fisiológico em sementes de pupunha foi efetivo na aceleração do processo germinativo; vale destacar os valores de TMG próximos aos 21 dias, período em que houve o primeiro dia de contagem a apresentar evento germinativo, o que comprova a sincronização e encurtamento do processo de

germinação nas sementes dessa espécie quando comparadas às sementes não condicionadas.

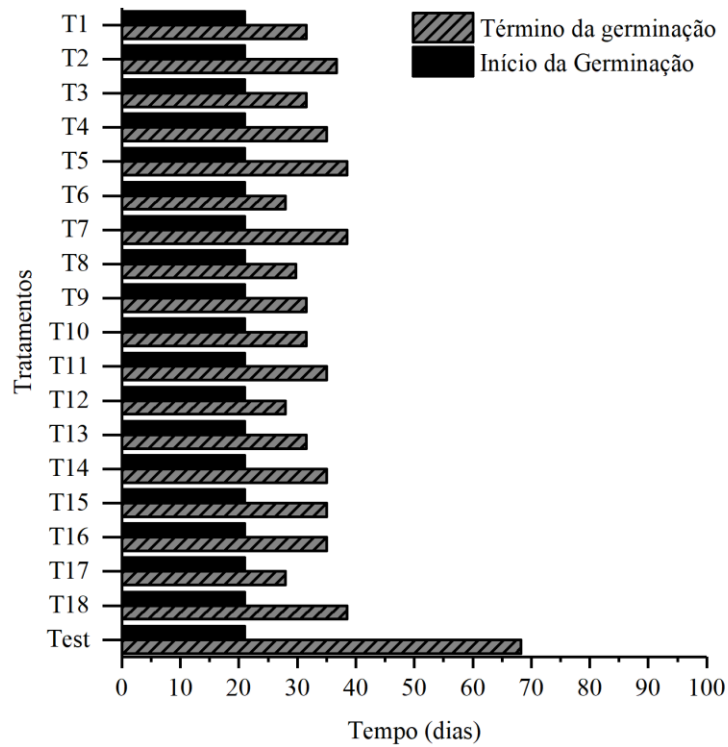


Figura 5 - Valores médios de início e término da germinação das sementes de *B. gasipaes* submetidas aos tratamentos de condicionamento fisiológico e a testemunha absoluta (sem condicionamento).

Todos os tratamentos, incluindo a testemunha, iniciaram a germinação aos 21 dias; dessa forma, sementes de pupunha vigorosas e em condições ideais levam cerca de três semanas para iniciar a germinação. Essa informação é importante para a realização de estudos sobre o padrão trifásico das sementes dessa espécie ou em decisões acerca de períodos apropriados em condicionamento fisiológico utilizando matriz sólida, no qual é comum a embebição por períodos mais longos. Ressalta-se que as contagens foram feitas em intervalos de sete dias; não foi possível quantificar as sementes germinadas entre as datas estabelecidas.

O fim da germinação foi variável para os tratamentos de condicionamento; o processo de germinação levou de 28 a 38 dias para se concluir, porém houve valores médios menores que as médias obtidas nas sementes não tratadas, que levaram cerca de 68 dias para finalizar a germinação. Esses valores estão de acordo com os resultados de TMG e VMG, o que mostra que, ao se utilizar o condicionamento fisiológico em sementes de pupunha, a germinação foi mais curta, em relação ao período como um todo, e mais rápida entre as sementes.

O índice de sobreposição (Z) é um eficiente método para expressar a sincronia da germinação. O cálculo de Z leva em consideração a sobreposição de sementes, sendo necessário que, pelo menos, duas sementes germinem ao mesmo tempo para que um número seja gerado (RANAL e SANTANA, 2006); sendo assim, é um método que, apesar da sua eficiência, é mais apropriado para experimentos com parcelas experimentais contendo número grande de sementes. No presente trabalho, a amostra experimental foi de 25 sementes, sendo comum a ocorrência da germinação de apenas uma semente por vez, fato que dificultou quantificar a distribuição da germinação por meio do Z.

Apesar das características restritivas do cálculo, foi possível observar a influência do condicionamento fisiológico em alguns tratamentos por meio do índice Z, sendo este superior à testemunha absoluta nos tratamentos T3, T8 e

T17 (Tabela 7), com valores altos de sincronia/sobreposição (0,79; 0,81 e 0,86, respectivamente), todos referentes a tratamentos com a utilização do PEG 6000. O valor de Z é igual a 1,00 quando a germinação de todas as sementes ocorre ao mesmo tempo e igual a zero quando, pelo menos, duas sementes germinam, uma de cada vez. Assim, o valor de Z mede, de fato, a sincronia da germinação, ou seja, o grau de sobreposição da germinação (RAMAL e SANTANA, 2006).

A frequência relativa de germinação consiste em uma ferramenta de estudo da distribuição da germinação ao longo do tempo. Por meio das frequências, é possível observar se ao longo do tempo as sementes germinam até atingirem um valor máximo e, depois, declinam ou se a germinação atinge o máximo, declina e volta a crescer (SANTANA e RANAL, 2004).

O TMG é uma característica que pode ser utilizada como auxílio na interpretação dos dados de frequência relativa, em que, ao se plotar uma linha referente ao tempo médio nas figuras de frequência relativa (representado pela linha vermelha na Figura 6), esta tende a se ajustar no centro da moda (frequência máxima de germinação) de acordo com a maior sincronização da germinação das sementes. O índice de sincronização também deve ser usado nessa interpretação, uma vez que esse índice utiliza a frequência relativa em seus cálculos, tornando-se uma forma de quantificar a sincronia da germinação, em que, quanto menor o valor de \bar{E} , mais sincronizada está a germinação das sementes.

Na Figura 6, pode-se observar que todos os gráficos expressaram característica unimodal, tendo pico germinativo nos primeiros dias. A expressão unimodal, independente de tratamento ou não tratamento, pode ser atribuída ao alto vigor que as sementes apresentaram, como verificado na caracterização do lote e no teste de germinação.

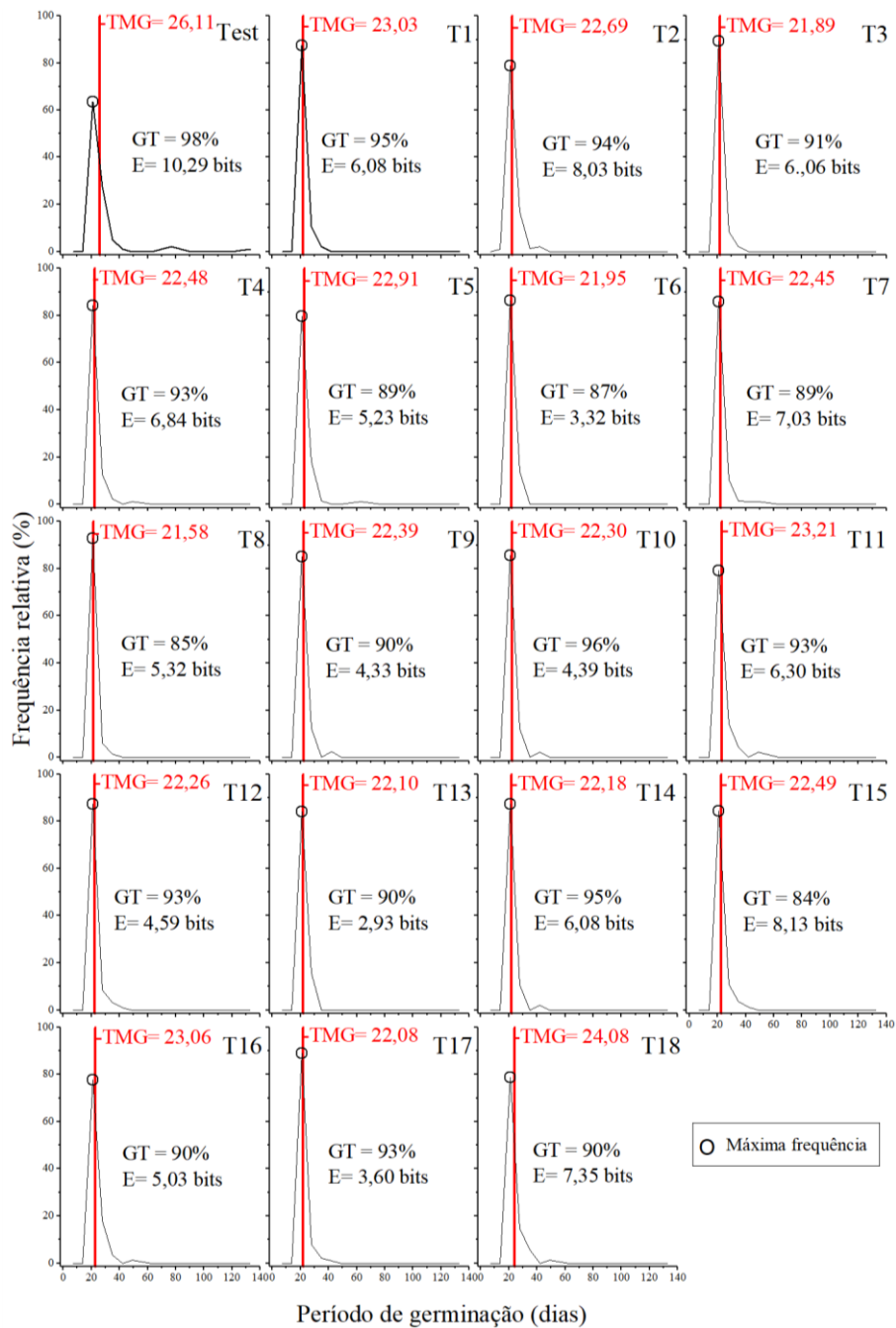


Figura 6 - Distribuição da frequência relativa, tempo médio de germinação (TMG), germinação (GT) e índice de sincronização (\bar{E}) dos tratamentos.

Entretanto, ao se analisarem as tendências da distribuição de frequência relativa, percebem-se diferenças entre as sementes tratadas e a testemunha. Em todos os tratamentos de condicionamento, as sementes apresentaram altos valores de frequência relativa na moda, de 77% a 92%, acompanhadas das linhas de TMG que tenderam ao centro da moda. A única exceção foi o tratamento T18, que não diferiu da testemunha pelo teste Dunnett ($p < 0,05$) (Tabela 7) para característica tempo médio de germinação, corroborando Lemes e Lopes (2010), que encontraram desempenho de frequência relativa e TMG inferiores nos tratamentos com potenciais hídricos menores.

Essas informações comprovam a sincronização da germinação causada pela utilização do condicionamento fisiológico no pré-tratamento das sementes e podem ser reforçadas pelos respectivos valores de \bar{E} , que acompanham as mesmas tendências de sincronia nas sementes condicionadas com água e polietilenoglicol, o que mostra que os eventos germinativos para esses tratamentos tendem a acontecer em períodos mais concentrados.

Por outro lado, para a testemunha absoluta, sem utilização do condicionamento fisiológico, houve distribuição de frequência relativa menos uniforme e concentrada. Na Figura 6A, o valor máximo de frequência relativa foi inferior às sementes condicionadas, apresentando valor de 62%, com a linha de TMG fora do centro da moda principal. O desvio do TMG para a direita da moda significa que houve germinação atrasada ao longo do tempo, facilmente identificada nas elevações ao longo e até mesmo no final do eixo referente ao período de germinação.

Adicionalmente, o valor de \bar{E} para a testemunha foi o mais alto de todos, com 10,29 bits. A unidade de medida desse índice é bits, uma vez que \log_2 é usado. Cada bit é uma medida binária que conta, nesse caso, a germinação e não germinação; assim, a transformação da frequência relativa para cada tempo de observação em um logaritmo da frequência na base 2 transforma uma medida binária em massa (RANAL e SANTANA, 2006), sendo possível quantificar a sincronia, em que, quanto maior o valor, menor a sincronia. Sendo assim, com a

interpretação da frequência relativa, \bar{E} e TMG, a testemunha pode ser considerada a amostra menos sincronizada.

Os efeitos do condicionamento fisiológico podem variar entre espécies e ser positivos ou negativos, a depender dos potenciais utilizados. Masetto e outros (2013) verificaram efeitos positivos no desempenho de sementes de *S. virgata* com a utilização do PEG 6.000, por meio do qual relataram vantagens relacionadas à sincronização e velocidade da germinação. Teixeira e outros (2007), estudando sementes de *Archontophoenix alexandrae* (F. Mueller) H. Wendl. E Drude (palmeira real), obtiveram resultados satisfatórios com a utilização da técnica de condicionamento, um maior índice de velocidade de germinação em sementes condicionadas com água, em comparação a sementes condicionadas com polietilenoglicol. Para Masetto e outros (2014), o condicionamento osmótico com polietilenoglicol é eficiente para aumentar a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes de *D. mollis*, e essa tecnologia pode ser aplicada com a utilização das soluções de PEG (6000), de -0,3 e -0,7 MPa.

Apesar dos resultados positivos, as sementes teriam melhor expressão se, ao finalizarem o período de tratamento, estivessem com a água interna estabilizada e, conseqüentemente, mais preparadas metabolicamente para início da fase seguinte. Os resultados mostraram que as sementes têm aptidão ao condicionamento fisiológico e que, mesmo com tempo ou potencial inadequado, foi possível a ocorrência da reestruturação e de modificações bioquímicas que possibilitaram às sementes tratadas mostrar melhor desempenho que as não tratadas.

Neste trabalho, pôde-se comprovar a eficácia da utilização de tratamentos de condicionamentos fisiológicos em sementes de *Bactris gasipaes*. Os resultados permitem inferir que a utilização do maior potencial (somente água) e menor período é suficiente para contribuir de forma significativa para a produção de mudas de pupunha. Quanto à utilização do PEG 6.000, a menor concentração foi suficiente para condicionar as sementes a apresentarem melhor

desempenho em relação às não condicionadas. Como premissa básica, qualquer concentração do soluto que permita a embebição, mas previna a protrusão da raiz primária, pode ser utilizada para o condicionamento osmótico. Como foi estudado apenas o contraste dos tratamentos com a testemunha, por critério econômico, as recomendações acima são pertinentes, e é necessário novo estudo com modificações nos intervalos dos tratamentos para determinação do condicionamento fisiológico apropriado para sementes de *B. gasipaes*.

Estudando os resultados fornecidos pelas interpretações dos parâmetros gráficos de sincronia e o teste Dunnett, assume-se que intervalos maiores entre os períodos de embebição e os potenciais osmóticos devem ser utilizados para melhor atender às características fisiológicas e possibilitar a obtenção de recomendações para a técnica de condicionamento das sementes de pupunha.

5. CONCLUSÃO

O condicionamento fisiológico tem efeito positivo no desempenho fisiológico de sementes de *Bactris gasipaes*.

A utilização do condicionamento fisiológico por meio da embebição em água e soluções de Polietilenoglicol 6.000 torna a germinação mais rápida e uniforme quando comparada às sementes não condicionadas fisiologicamente.

A distribuição da frequência relativa de germinação mostrou-se mais sincronizada nos tratamentos com a utilização do condicionamento fisiológico.

6. REFERÊNCIAS

- AMENDOLA, E. C., **Rentabilidade da produção de palmito pupunha (*Bactris gasipaes*) no Vale do Ribeira - São Paulo**. 2014. 31 f. Trabalho de conclusão de curso (MBA em gestão do agronegócio) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ANEFALOS, L. C.; MODOLO, V. A.; TUCCI, M. L. S. Expansão do Cultivo da Pupunheira no Vale do Ribeira, Estado de São Paulo, 2002-2006. **Informações Econômicas**, SP, v. 37, n. 10, p. 130-147, jun. 2007.
- ANEFALOS, L. C.; MODOLO, V. A.; TUCCI, M. L. S. Social and environmental indicators of the peach palm research. **Revista do Instituto Florestal**. v. 24, n. 1, p. 7-19, jun. 2012.
- ARAÚJO, P. C.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; PAIVA, E. P. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 482-489, 2011.
- BATAGIN-PIOTTO, K. D.; ALMEIDA, C. V. de; PIOTTO, F. A.; ALMEIDA, M. de. Anatomical analysis of peach palm (*Bactris gasipaes*) leaves cultivated in vitro, ex vitro and in vivo. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, p. 71-78, 2012.
- BATISTA, G. S., COSTA, R. S., GIMENES, R., PIVETTA, K. F. L.; MÔRO, F. V. Aspectos morfológicos dos diásporos e das plântulas de *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc–Arecaceae. **Comunicata Scientiae** v. 2, p. 170-176, 2011.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 445 p., 1994.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013.

BETTENCOURT, G. M. de F.; ZANELLA, L. B.; QUOIRIN, M. G. G.; DEGENHARDT-GOLDBACH, J. Efeito da fonte de carbono na embriogênese somática em *Bactris gasipaes*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 86, p. 179-183, 2016.

BORGES, C. V., **Avaliações biométricas de caracteres agronômicos em progênies de pupunheira (*Bactris gasipaes* kunth.)**. 2016. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia Tropical, área de concentração Produção Vegetal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

BORGES, P. R. S. **A Pupunha como Alternativa Econômica para a Agricultura Familiar do Distrito Federal**. 2011. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Gestão Florestal) - Departamento de Economia Rural, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.

BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 109–112, 2004.

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

CAJUEIRO L. R.; KAORU, Y.; COELHO, E. C. S.; Produção de palmito de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) submetidas a diferentes espaçamentos e formas de adubação mineral e orgânica na Amazônia Central. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 3, p. 252–257, 2014.

CARDOSO, N. S. N.; OLIVEIRA, L. M.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R.; SOUZA, C. L. M.; OLIVEIRA, A. R. M. F. Osmocondicionamento na germinação de sementes, crescimento inicial e conteúdo de pigmentos de *Myracrodruon urundeuva* fr. Allemão. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 457-461, out./dez, 2012.

CARVALHO, A. V.; BECKMAN J. C.; MACIEL. R. de A.; NETO J. T. de F. Características físicas e químicas de frutos de pupunheira no estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 3, p. 763-768, Set. 2013.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, P. A.; ASCHERI, J. L. R. Produção de snacks de terceira geração por extrusão de misturas de farinhas de pupunha e mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas - SP, v. 12, n. 4, p. 277-284, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal-SP: Funep, 590 p. 2012.

CASEIRO, R. F.; BENNETT, M. A.; MARCOS FILHO, J. Comparison of three priming techniques for onion seed lots differing in initial seed quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 32, n. 2, p. 365-375, 2004.

CASEIRO, R. F.; BENNETT, M. A.; MARCOS FILHO, J. Métodos para o condicionamento fisiológico de sementes de cebola. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 396-396, 2003.

CLEMENT, C. R.; BOVI, M. L. A. Padronização de medidas de crescimento e produção em experimentos com pupunheira para palmito. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 349-362, mai. 2000.

CLEMENT, C. R.; LLERAS PÉREZ, E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociências**, Montevideu, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.

CLEMENT, C. R.; RIVAL, L.; COLE, D. M. Domestication of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth): the roles of human mobility and migration. In: ALEXIADES, M. N. (Ed.). **Shifting spaces, changing times: Mobility, migration and displacement in indigenous lowland South America**. Oxford: Berghahn Books, 2009a. p. 115-14.

CLEMENT, C. R.; KALIL FILHO, A. N.; MODOLO, V. A.; YUYAMA, K.; RODRIGUES, D. P.; VAN LEEUWEN, J.; FARIAS NETO, J. T.; CRISTO-ARAÚJO, M.; FLORES, W. B. C. Domesticação e melhoramento de pupunha. In: BORÉM, A.; LOPES, M. T. G.; CLEMENT, C. R. (Ed.). **Domesticação e melhoramento**: Espécies amazônicas. Viçosa: Editora UFV, 2009b. p. 367-398.

CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Rentabilidade e risco de investimento na produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 53-59, jan./mar. 2010.

COSTA, C. J.; MARCHI, E. C. S. **Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

DERRÉ, L. O.; ABRANTES, F. L.; ARANDA, E. A.; FEITOSA, E. M.; CUSTÓDIO, C. C.; Embebição e profundidade de semeadura de sementes não revestidas e revestidas de forrageiras. **Colloquium Agrariae**, v. 12, n. 2, p. 19-31, Jun-Dez. 2016.

DONATTI, C. I., GUIMARÃES JR., P. R., GALETTI, M. Seed dispersal and predation in the endemic Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. **Ecological Research**, n. 24, p. 1187-1195, 2009.

FARIAS NETO, J. T.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V. Estimativas de parâmetros genéticos e ganho de seleção para produção de frutos em progênies de polinização aberta de pupunheira no Estado do Pará, Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 122-126, abr./jun. 2013.

FARIAS NETO, J. T.; YOKOMIZO, G.; BIANCHETTI, A. Coeficientes de repetibilidade genética de caracteres em pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 731-733, dez. 2002.

FERREIRA, S. A. N., SADER, R. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília – DF, v. 9, n. 2, Brasília-DF, 1987.

FERREIRA, S. A. N.; SANTOS, L. A. Viabilidade de sementes de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 22, n. 3, p. 303-307, 1992.

FERREIRA, S. A. N. Pupunha, *Bactris gasipaes* Kunth in: FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C. (Eds). **Manual de sementes da Amazônia**. Fascículo 5, 12p. INPA, Manaus-AM, 2005.

GARCIA, V. A. **Desenvolvimento e maturação de frutos e sementes de espécies de Arecaceae (*Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman)**. 2015. 118 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.

GIORDANO, B. N. E. **Resíduos do processamento da Palmeira-Real (*Archontophoenix alexandrae*) na Fazenda Princesa do Sertão: implantação da indústria para a fabricação de biscoitos fibrosos**. 2007. 68 p. TCC. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GRAEFE, S.; DUFOUR, D.; van ZONNEVELD, M.; RODRIGUES, F. GONZALEZ, A. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in Tropical Latin America: implication for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, p. 269-300. 2013.

GUERREIRO, L. F. Palmito de Pupunha. In: **Desenbahia: Agência de Fomento do Estado da Bahia**, Bahia, v. 01/02, 14 p., 2002.

HENDERSON, A. *Bactris* (Palmae). **Flora Neotropica**, New York, v. 79, p. 1-181, 2000.

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seed? **Seed Science and Technology**, v. 3, n. 3/4, p. 881-888, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?z=t&o=1&i=P>>. Acesso em: 05/12/2017.

JOHNSON. D. V. **Tropical palms**. Series: Non-wood forest products. 10. ed. Food and Agriculture Organization: Rome. 2010.

KALILF FILHO, A. N.; CLEMENT, C. R.; RESENDE, M. D. V.; NETO, J. T. F.; BERGO, C. L.; YOKOMIZO, G. K. I.; KAMINSKI, P. E.; YUYAMA, K.; MODOLO, V. A. **Programa de melhoramento genético de pupunha na Embrapa, IAC e Inpa**. Embrapa Florestas, Colombo – PR, p. 34, 2010.

KISSMANN, C.; SCALON, S. P. Q.; MOTA, L. H. S.; VIEIRA, M. C. Germinação de sementes de *Stryphnodendron* Mart. osmocondicionadas. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 26-35, 2010.

KULCHETSKI, L., CHAIMSOHN, F. P.; GARDINGO, J. R. (Ed.). **Palmito pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): a espécie, cultura, manejo agrônômico, usos e processamentos**. Ponta Grossa, UEPG, 148 p., 2001.

LABOURIAU, L. G. Germinação das sementes. Washington: Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos, 174 p., 1983.

LEDO, A. da S.; MEDEIROS FILHO, S.; LEDO, F. J. da S.; ARAÚJO, E. C. Efeito do tamanho da semente, do substrato e pré-tratamento na germinação de sementes de pupunha. **Revista Ciência Agronômica**, v. 33, n. 1, p. 29–32, 2002.

LEMES, E. Q.; LOPES, J. C. Frequência Relativa da germinação de sementes de Paineira (*Ceiba speciosa* St. Hil.) sob estresse salino. XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica INIC; X Encontro Latino Americano de Pós-

Graduação EPG; IV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Junior INIC Jr, **Anais...** São José dos Campos - SP, p. 1-4, 2010.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALq, 659p, 2015.

MASETTO, T. E.; SCALON, S. P. Q.; REZENDE, R. K. S.; OBA, G. C.; GAMBATTI, M.; PATRÍCIO, V. S.; Germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: efeito de salinidade e condicionamento osmótico. **Revista brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 127-131, jul./set. 2014.

MASETTO, T. E.; ROCHA FARIA, J. M.; FRAIZ, A. C. R.; REZENDE, R. K. S.; condicionamento osmótico de sementes de *Sesbania virgata* (cav.) pers (fabaceae). **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 629-636, out./dez. 2013.

MATA, M. F., SILVA, K. B., BRUNO, R. D. L. A., FELIX, L. P., MEDEIROS FILHO, S. & ALVES, E. U. 2013. Maturação fisiológica de sementes de ingazeiro (*Inga striata*) Benth. **Semina: Ciências Agrárias** v. 34, p. 549-566, 2013.

McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science & Technology**, v. 27, p. 177-237, 1999.

MEEROW, A. W. 1991. Palm seed germination. In: **IFAS: Cooperative Extension Bulletin**, v. 274, p. 110,1991.

MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. The osmotic potencial of polyethylene glicol 6000. **Plant Physiology**, Rockville, v. 51, p. 914-916, 1973.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A. **Guia de identificação das palmeiras de porto trombetas**. Manaus: INPA, 365 p. 2008.

MORA-URPI, J. Pejibaye (*Bactris gasipaes*) In: HERNANDEZ BERMEJO, J. H.; LEON, J. **Cultivos marginados-** otre perspectiva de 1942. Roma: FAO/Cordoba: Jardim Botânico, p. 209-219. 1992.

MOURA, E. F.; VENTRELLA, M. C.; MOTOIKE, S. Y. Anatomy, histochemistry and ultrastructure of seed and somatic embryo of *Acrocomia aculeata* (Arecaceae). **Scientia Agricola**, v. 67, n. 4, p. 399-407, 2010.

MORA-URPÍ, J.; CLEMENT, C. R.; PATIÑO, V. M. Diversidad genética em Pejibaye I: Razas y poblaciones híbridas. In: MORA URPI, J.; SZOTT, L.; MURILLO, M.; PATIÑO, V. M. (eds.). Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo. San José, C. R., Editorial de La Universidad de Costa Rica, 1993. p. 11-20.

NASCIMENTO, W. M.; ARAGÃO, F. A. S. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 1, p. 114-117, 2004.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças. Brasília: Embrapa, **Circular Técnica**, v. 33, 12 p., 2004.

NASCIMENTO, W. M. Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (ed). **Tecnologia de sementes de Hortaliças**. Brasília, Embrapa Hortaliças, p. 345-396, 2009.

NASCIMENTO, W. M. O. do; CÍCERO, S. M.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Conservação de sementes de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1 p. 24-33, 2010.

NASCIMENTO, W. M. O.; OLIVEIRA, M. S. P. 2002. Caracterização morfológica de frutos em acessos de pupunheira (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes* Khunt.). In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, 2002, Belém, PA. **Anais**. Belém: SBF: 5, 2002.

NAZÁRIO, Patrícia. **Dormência em sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)**: uma abordagem anatômica, histoquímica e fisiológica. 2011. 125 f. Tese (Doutorado em Manejo florestal, Silvicultura) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

NAZÁRIO, P., FERREIRA, S. A. D. N., GENOVESE-MARCOMINI, P. R. & MENDONÇA, M. S. D. Anatomical and histochemical aspects of the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) seed. **Journal of Seed Science**. v. 35, p. 171-178, 2013.

NAZÁRIO, P.; FERREIRA, S. A. N.; BORGES, E. E. L.; Embryonic dormancy in seeds of *Bactris gasipaes* Kunth (peach-palm). **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 2, p. 106-113, 2017.

NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F.; MARTINS, E. G.; RODIGHERI, H. R.; BELLETTINI, S.; CORRÊA JÚNIOR, C. Cultivo da Pupunheira para a produção de palmito. In: SANTOS, A. F.; JÚNIOR, C. C.; NEVES, E. J. M. **Palmeiras para a produção de palmito juçara, pupunheira e palmeira real**. Colombo: Embrapa Florestas. Cap. 3, p. 39-64, 2008.

OLIVEIRA, L. M.; GARCIA, C.; SOUZA, G. K.; STEFFENS, C. A.; PIKART, T. G.; RIBEIRO, M. S.; Avaliação da viabilidade de sementes de *Euterpe edulis* pelo teste de tetrazólio. **Magistra**, v. 26, n. 3, p. 403 - 411, 2014.

PEREIRA, D. S. **Condicionamento fisiológico e conservação de sementes de girassol**. 2012. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras –UFLA, Lavras, 2012.

PEREIRA, M. D.; DIAS, D. C. F. S.; DIAS, L. A. S.; ARAÚJO, E. F. Germinação e vigor de sementes de cenoura osmocondicionadas em papel umedecido e solução aerada. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 137-145, 2008.

PRIMACK, R. B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, v. 68, p. 849-862, 1980.

RODRIGUES, A. S.; DURIGAN, M. E. O Agronegócio do palmito no Brasil – Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná. **Circular técnica**, 130. 2007.

RODRIGUES, A. S. O Agronegócio do palmito no Brasil – uma atualização. Curitiba-PR: Instituto Agrônomo do Paraná, 2011. In: **I Simpósio Brasileiro da Pupunha**, 27 e 30 de setembro de 2011, Ilhéus-BA: CEPLAC; 10p. Disponível

em:<http://www.ceplac.gov.br/paginas/pupunheira/download/CDTrabalhos/palest>

ras/Anibal%20Rodrigues%20IAPAR%20%20O%20Agroneg%C3%B3cio%20do%20Palmito%20no%20Brasil%20%20[2].pdf. Acesso em: 15 dez. 2017.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 1-11, 2006.

RIBEIRO, F. S. de C.; SOUZA, V. A. B. de; LOPES, A. C. de A. Diversidade genética em castanheira-do-gurgueia (*Dipterix lacunifera* Ducke) com base em características físicas e químico-nutricionais do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 190-199, 2012.

SAMPAIO, L. C.; NETO, S. N. O.; LELES, P. S. S.; SILVA, J. A.; VILLA E. B. Análise técnica e econômica da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) e de palmeira real (*Archontophoenix alexandrae* Wendl. & Drude). **Revista Floresta e Ambiente**. v. 14, n. 1, 2007.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília, DF: UnB, 248 p., 2004.

SANTANA, S. O. de ALMEIDA, H. A.; MENDONÇA, J. R. **Levantamento detalhado dos solos da Estação Experimental Lemos Maia (Esmal-Ceplac)**, Una, Bahia, Brasil. Ilhéus CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico nº 194. 24p. 2008.

SANTOS, A. F.; CORRÊA, C.; NEVES, E. J. M. (Eds.). **Palmeiras para produção de palmito: juçara, pupunheira e palmeira real**. Colombo: Embrapa Florestas, 190 p., 2008.

SANTOS, A. F.; RODIGHIERI, H. R.; JÚNIOR, C. C.; BELLETTINI, S.; TESSMANN, D. J. CULTIVO DA PUPUNHEIRA PARA PALMITO NAS REGIÕES SUDESTE E SUL DO BRASIL. (Embrapa Florestas. **Circular Técnica**, 143. 9 p., 2007.

SCHWARTZ, E.; FACHINELLO, J. C.; BARBIERI, R. L.; SILVA, J. B. Avaliação de populações de *Butia capitata* de Santa Vitória do Palmar. **Revista Brasileira de Fruticultura** v. 32, p. 736-745, 2010.

SILVA, M. das G. C. P. C.; BARRETTO, W. de S.; SERÔDIO, M. H. Caracterização química da polpa dos frutos de juçara e de açai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis - SC, 2004.

SILVA, M. G. C. P. C.; MELO, J. R. V. Germinação e Viabilidade de sementes de pupunha em diferentes ambientes e tipos de embalagens e. In: XXI Congresso **Brasileiro de Fruticultura** - Frutas: Saúde, inovação e sustentabilidade, 2010, Natal, RN. XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura - Frutas: Saúde, inovação e sustentabilidade, 2010.

SILVA, V. L.; MÔRO, F. V.; DAMIÃO FILHO, C. F.; MORO, J. R.; SILVA, B. M. S.; CHARLO, H. C. O. Morfologia e avaliação do crescimento inicial de plântulas de *Bactris gasipaes* Kunth. (Arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 477-480, 2006.

SOUSA, E. P.; SOARES, N. S.; OLIVEIRA, J. B. R.; CORDEIRO, S. A.; SILVA, M. L. Competitividade da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* kunth.) no Brasil. In: XLVII Congresso Brasileiro de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2009, Porto Alegre. Desenvolvimento rural e sistemas agroalimentares: os agronegócios no contexto de integração das nações. **Anais...** Brasília: SOBER, 2009.

TEIXEIRA, M. T., VIEIRA, H. D., TEIXEIRA, S. L. & SILVA, M. F. Influence of disinfestation and osmotic conditioning on the germinating behavior of australian royal palm (*Archontophoenix alexandrae*) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, p. 155-159, 2007.

VILLELA, F. A.; BECKERT, O. P. Potencial osmótico de soluções aquosas de polietileno glicol 8000. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v. 23, n. 1, p. 267-275, 2001.

ZUCARELI, C. et al. Métodos e temperaturas de hidratação na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 684-692, 2011.