

## CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE PUPUNHA (*Bactris gasipaes* KUNTH)

Breno Rosa Neves<sup>1</sup>

Caroline Boaventura Nascimento Penha<sup>2</sup>

Maria Caroline Aguiar Amaral<sup>3</sup>

Adriana Dias Cardoso<sup>3</sup>

Romana Mascarenhas Andrade Gugé<sup>2</sup>

Alcebíades Rebouças São José<sup>3</sup>

### RESUMO

A pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira cujas sementes apresentam germinação lenta e desuniforme. Um dos processos mais utilizados para uniformização germinativa 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, no Laboratório de Tecnologia e Produção de Sementes, Campus de Vitória da Conquista-BA. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 3 + 1, que consistiu de 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, com quatro repetições de 25 sementes. 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 Dunnett ( $p < 0,05$ ). 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, atestando a eficiência do condicionamento fisiológico nas sementes de pupunha.

**Palavras-chave:** Pupunheira; Osmocondicionamento; Hidrocondicionamento; Sincronização.

### ABSTRACT

**Physiological conditioning of peach palm seeds (*Bactris gasipaes* Kunth).** Peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) is a palm tree with seeds of slow and uneven germination. One of the most used processes for uniformization of the germination period of the seeds is the physiological conditioning or priming. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of priming on the physiological performance of peach palm seeds. The experiment was conducted at the State University of Southwest of Bahia, at the Laboratory of Technology and Seed Production, Campus of Vitória da Conquista-BA. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme 6 x 3 + 1, which consisted of six potentials (0,

<sup>1</sup> PPG em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Curso de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Vitória da Conquista, BA, Brasil. E-mail para correspondência: carol\_boaventura18@hotmail.com

<sup>3</sup> PPG em Agronomia - Fitotecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Vitória da Conquista, BA, Brasil.

-0.6, -0.8, -1.0, -1.2 and -1.4 MPa) and three priming periods (24, 48, and 72 hours), plus absolute control, with four replicates of 25 seeds. Differences on Germination, mean germination speed, mean germination time, and synchronization index were observed between the treatments and the control by the Dunnet test ( $p < 0.05$ ). Positive effect of the treatments on the speed and uniformity of germination were also observed. By the study of the relative frequency distribution, it was possible to verify greater synchronization of the conditioned seeds, when compared to those that did not receive the treatments, attesting the effectiveness of priming in the peach palm seeds.

**Keywords:** Peach Palm; Osmopriming; Hydropriming; Synchronization.

## INTRODUÇÃO

A pupunha ou pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira nativa de regiões tropicais, pertencente à família Arecaceae, que nos últimos anos tem se tornado cultura de grande expressão em várias regiões do país e do mundo (Graefe et al., 2013). Está grandemente distribuída na América Latina, sendo que no Brasil, é nativa em toda a Bacia Amazônica, e apresenta ampla capacidade de adaptação a diferentes condições ecológicas (Garcia, 2015).

Da pupunheira aproveita-se quase tudo, utilizando-se desde as raízes e frutos, na alimentação, 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* se destaca pela qualidade do produto, que, além de saboroso, não possui característica de escurecimento causado pela oxidação, além de apresentar perfilhos, o que é vantagem do ponto de vista agrônomo, pelo fato de tornar possível várias colheitas em uma mesma planta (Carvalho et al., 2013).

Os principais empecilhos na produção de pupunha são propagação e produção de mudas (Bettencourt et al., 2016). As sementes de pupunheira, assim como muitas outras de importância econômica, são recalcitrantes e perdem rapidamente a viabilidade quando desidratadas (Marcos-Filho, 2015). Além disso, apresentam germinação lenta e desuniforme, podendo germinar em períodos que podem variar de dias até meses. Técnicas são adotadas na tentativa de contornar esse problema, porém, poucas são as opções, uma vez que sua causa ainda é desconhecida, assim como as causas da dormência (Nazário, 2017).

Um dos processos mais utilizados na tentativa de uniformização do período germinativo 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. As principais técnicas de condicionamento são osmocondicionamento, hidrocondicionamento e matricondicionamento, que consistem, respectivamente, na utilização de produtos químicos (como o Polietilenoglicol 6.000), água e matriz sólida para a embebição controlada das sementes. Essa técnica tem sido utilizada na produção de sementes, porém, para sementes grandes e recalcitrantes, como a pupunheira, as quais são caracterizadas por intolerância aos ciclos de hidratação e desidratação, é pouco aplicável, tornando o sucesso desse experimento um importante passo no estudo da fisiologia de sementes de palmeiras.

A germinação de sementes é um ponto crucial de no estabelecimento de espécies e na sua propagação em campo. A compreensão desta fase do desenvolvimento é importante no que tange a busca por técnicas que permitam um processo eficaz e uniforme. Em sementes recalcitrantes, as quais tem seu

armazenamento dificultado por sua alta sensibilidade à perda de umidade, são necessários estudos a fim de se desenvolver ferramentas de conservação e armazenamento. 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.

## 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. 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. O material foi adquirido uma semana após a colheita, tendo permanecido 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, as sementes foram imersas em balde com água, observando as sementes que flutuavam e as que afundam, para a separação das sementes com excesso de ar no interior para que esse fator não influenciasse a embebição e, conseqüentemente, o condicionamento.

Antes da instalação do experimento as sementes foram submetidas às avaliações fisiológicas para a caracterização inicial do lote. As características analisadas foram: massa de mil sementes (Brasil, 2009), teste tetrazólio (Ferreira e Sader, 1987), teor de água (Brasil, 2009), velocidade de embebição e condutividade elétrica (Marcos Filho, 2015).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $6 \times 3 + 1$ , que consistiu de 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 equação proposta por Michel e Kaufmann (1973).

Calculadas as concentrações, 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 até que o líquido se encontrasse totalmente homogêneo e transparente. Para o condicionamento, as sementes foram dispostas em copos plásticos contendo 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. Em seguida, as sementes foram lavadas com água deionizada e água corrente durante um minuto, para a remoção dos resíduos da solução e retirado o excesso com papel toalha.

Para montagem do teste de germinação, foram utilizadas caixas de acrílico (11 x 11 x 4 cm). O substrato utilizado foi vermiculita, umedecida com água destilada na proporção 1:2,5. As caixas, primeiramente, receberam metade do volume de substrato, onde as 25 sementes 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, deixando as sementes a 1,5 cm de profundidade. A duração do teste foi de 133 dias, sendo as contagens 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: porcentagem de germinação (%) (Brasil, 2009), índice de velocidade de germinação (IVG) (Maguire, 1962), tempo médio de germinação (TMG, dias) (Labouriau, 1983), velocidade média de germinação (VMG, dias<sup>-1</sup>) (Labouriau, 1983), frequência relativa (fr, %) (Santana e Ranal, 2004), índice de sincronização de germinação ou incerteza ( $\bar{E}$ , bits) (Labouriau, 1983) e índice de sobreposição (Z) (Ranal e Santana, 2006).

A análise estatística foi realizada utilizando o programa AGROESTAT (Barbosa, 2015). Os dados foram analisados de duas maneiras: considerando todos os tratamentos mais a testemunha absoluta que, por haver significância na interação Tratamentos x Testemunha, procedeu-se o teste Dunnett a 5% de probabilidade; e considerando apenas os tratamentos de condicionamentos (sem a testemunha absoluta) para estudo da regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água reduziu de 37%, no dia da obtenção das sementes, para 34%, no início do experimento (Tabela 1), nove dias depois. Contudo, ainda que a umidade das sementes, nos dois períodos de amostragem, não tenha sido alta, encontram-se dentro do aceitável para que não haja interferência na qualidade fisiológica das sementes, sendo prejudicial apenas em valores abaixo de 30% e letal em valores abaixo de 15% (Cajueiro et al., 2014). Além disso, o grau de umidade influencia diretamente na viabilidade e germinação de sementes recalcitrantes (Arruda et al., 2016).

Com valor de 1888,667 g em 1000 sementes, o lote apresentou média de 530 sementes por kg, cujo valor é próximo ao encontrado na literatura, que vai da faixa entre 300 e 500 unidades de sementes (Santos et al., 2007). Os valores de condutividade elétrica e teste de tetrazólio (14,84  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$  e 72%, respectivamente) mostram que as sementes estavam vigorosas, comparando-se a informações disponibilizadas na literatura (Oliveira et al., 2014).

Paralelo aos testes iniciais, foi estudada a velocidade de embebição, sendo constatado que as sementes absorvem água até o terceiro dia, quando inicia uma estabilização. Essa informação serviu como base para a definição dos períodos de condicionamento fisiológico conduzido nesta pesquisa. 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 et al., 2016).

**Tabela 1.** Características fisiológicas iniciais do teor de água na obtenção (TA), teor de água no início do experimento (TAi), peso de mil ( $P_{mil}$ ), número de sementes por kg ( $N_{sementes}$ ), condutividade elétrica (CE) e teste de tetrazólio.

Características Avaliadas					
TA	Tai	$P_{mil}$	$N_{sementes}$	CE	Tetrazólio
37(%)	34(%)	1886,67 (g)	530	14,84 ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )	72(%)

Por ser composto de dois fatores quantitativos e um tratamento adicional sem características comuns, a análise de variância foi feita de duas maneiras: desconsiderando o tratamento adicional, para estudo da regressão dos dois fatores; e considerando o tratamento adicional para estudo das médias. Não houve significância na primeira análise de variância (sem adicional), não sendo possível proceder a análise de regressão. Para a segunda análise (com adicional), o teste foi significativo a 1% de probabilidade.

Os fatores isolados ou a interação entre eles não apresentaram efeito significativo sobre as características estudadas, havendo significância apenas na comparação entre os fatores e a testemunha absoluta (fatores x testemunha) para as características Germinação, TMG, VMG e Z. Para esta interação, procedeu-se o teste Dunnett, para estudo do contraste das médias de cada tratamento com a testemunha absoluta (Tabela 2).

A germinação total mostrou-se alta, com valores em torno de 90% de sementes germinadas. Apenas os tratamentos T8 e T15 diferiram significativamente da testemunha absoluta, com valores de 85% e 84%, respectivamente (Tabela 2). De forma geral, os resultados estão de acordo com os testes de tetrazólio e condutividade elétrica conduzidos previamente na caracterização do lote, onde foi apontado alto vigor das sementes de pupunha utilizadas neste experimento. Bovi et al. (2004) consideram que porcentagens de germinação total em sementes de *B. gasipaes* de 59 a 84% podem ser admitidas como altas.

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, sendo seus efeitos esperados em parâmetros relativos à velocidade e à sincronia da germinação.

O osmocondicionamento destaca-se em muitos experimentos por promover ganho significativo quanto a germinação e vigor de sementes (Batista et al., 2015; Armondes et al., 2016). Outros autores relatam a influência do condicionamento fisiológico na porcentagem de germinação de sementes de várias espécies (Masseto et al., 2013; Masseto et al., 2014), porém, em todos os casos estudados as sementes apresentavam baixo vigor. Isso não ocorre por efeito no vigor das sementes, mas sim pela uniformização do estado metabólico. Nesse caso, as sementes não são regeneradas, e sim há impressão de “revigoramento” porque a germinação é praticamente instantânea após o condicionamento fisiológico (Marcos Filho, 2015).

**Tabela 2.** Teste de Dunnett para as características Germinação (%), Velocidade Média de Germinação (VMG; dia<sup>-1</sup>), Tempo Médio de Germinação (TMG; dias), Índice de Sobreposição (Z). \*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste Dunnett

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

Entre os tratamentos T8 e T15 nos quais foi utilizado PEG 6.000 por 48 horas ou mais, observou-se diferença quando comparado a testemunha absoluta. Segundo Masetto et.al. (2014), isso pode ter sido ocasionado pela redução dos níveis de oxigênio disponíveis, provavelmente devido à utilização do PEG 6.000. 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 apresentou efeito positivo sobre VMG, onde, entre todos os tratamentos, apenas T11, T16 e T18 não foram superiores a testemunha absoluta (Tabela 2). As sementes condicionadas mostraram também maior desempenho para TMG, quando comparadas à testemunha absoluta, apresentando valores inferiores, com exceção apenas do tratamento T18; valendo destacar os valores próximos aos 21 dias, que foi o primeiro dia de contagem a apresentar evento germinativo, comprovando a sincronização e encurtamento do processo de germinação nas sementes condicionadas. Valores de VMG e TMG são inversamente proporcionais e podem ser explicados pela uniformização do estado metabólico, sendo a redução da diferença da atividade metabólica das sementes mais e menos vigorosas, o principal efeito esperado no condicionamento fisiológico.

O cálculo de índice de sobreposição (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 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, dificultando 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 2).

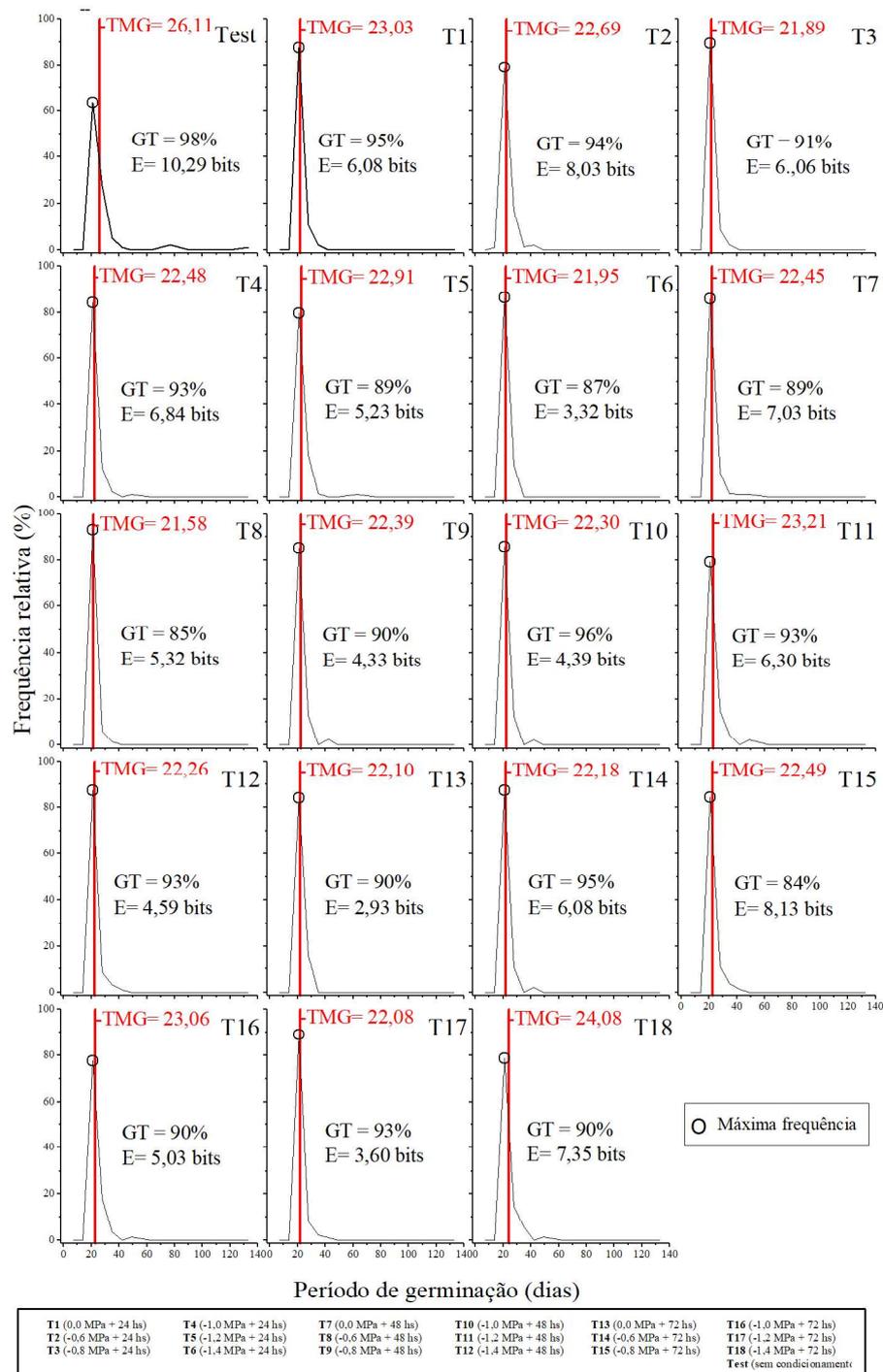
Os efeitos do condicionamento são associados a vários eventos metabólicos, bioquímicos, celulares e moleculares, incluindo a síntese de proteínas, RNA e DNA e processos componentes do ciclo celular. Enzimas envolvidas em mecanismos de proteção contra a peroxidação, atuando como antioxidantes e prevenindo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

Como consequência de todos esses processos, as sementes se encontram 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.

Todos os tratamentos, incluindo a testemunha, iniciaram a germinação na terceira contagem (21 dias). Já o fim da germinação foi variável para as sementes condicionadas (de 28 a 38 dias), porém tiveram valores médios menores que as médias obtidas nas sementes não tratadas (68 dias). Esses valores estão de acordo com os resultados de TMG e VMG, mostrando que ao utilizar o condicionamento fisiológico em sementes de pupunha, a germinação foi mais curta e mais rápida. Segundo Silva et al. (2016), potenciais muito negativos promovem decréscimo na absorção de água o que pode resultar em inviabilidade na seqüência do processo germinativo, diminuindo assim a porcentagem e a velocidade de germinação.

Para melhor estudar a sincronização, foi utilizada a frequência relativa (fr) (Figura 1), que tem como base o estudo da distribuição da germinação ao longo do tempo. Para o auxílio na interpretação, juntamente aos gráficos de fr, usa-se o TMG, que, ao ser plotado, tende a se ajustar ao centro da moda (frequência máxima de germinação) de acordo com a maior sincronização.

Na figura 1 pode-se observar que todos os gráficos expressaram característica unimodal, tendo pico germinativo nos primeiros dias. A expressão unimodal, independente de condicionadas ou não, pode ser atribuída ao alto vigor que as sementes apresentaram, como verificado na caracterização do lote e no teste de germinação. Entretanto, ao se analisar 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 2) para a característica tempo médio de germinação, corroborando com Lemes e Lopes (2010), que encontraram desempenho de frequência relativa e TMG inferiores nos tratamentos com potenciais hídricos menores.



**Figura 1.** Distribuição da frequência relativa, tempo médio de germinação (TMG), germinação (GT) e índice de sincronização ( $\bar{E}$ ) dos tratamentos T1 (0,0 MPa + 24 hs), T2 (-0,6 MPa + 24 hs), T3 (-0,8 MPa + 24 hs), T4 (-1,0 MPa + 24 hs), T5 (-1,2 MPa + 24 hs), T6 (-1,4 MPa + 24 hs), T7 (0,0 MPa + 48 hs), T8 (-0,6 MPa + 48 hs), T9 (-0,8 MPa + 48 hs), T10 (-1,0 MPa + 48 hs), T11 (-1,2 MPa + 48 hs), T12 (-1,4 MPa + 48 hs), T13 (0,0 MPa + 72 hs), T14 (-0,6 MPa + 72 hs), T15 (-0,8 MPa + 72 hs), T16 (-1,0 MPa + 72 hs), T17 (-1,2 MPa + 72 hs), T18 (-1,4 MPa + 72 hs) e Testemunha.

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, mostrando 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 1A, 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 direita da moda, o que significa que houve germinação atrasada ao longo do tempo, facilmente identificado nas elevações ao longo e até mesmo no final do eixo referente ao período de germinação.

O índice de sincronização ( $\bar{E}$ ) também é usado, que, por utilizar fr em seus cálculos, é uma forma de quantificar a sincronia da germinação, onde quanto menor o valor de  $\bar{E}$ , maior a sincronia.

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, onde, 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, podendo ser positivos ou negativos, a depender dos potenciais utilizados. Masetto et al. (2013) verificaram efeitos positivos no desempenho de sementes de *S. virgata* com a utilização do PEG 6.000, no qual relataram vantagens relacionadas à sincronização e velocidade da germinação. Para Masetto et al. (2014), o condicionamento osmótico com polietilenoglicol é eficiente para aumentar a velocidade de germinação das sementes de *D. mollis* e que 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 acontecer a reestruturação e 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, são suficientes para contribuir de forma significativa para a produção de mudas de pupunha. Quanto a utilização do PEG 6.000, a menor concentração foi suficiente para condicionar as sementes e apresentarem melhor desempenho em relação as 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, sendo 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.

### CONCLUSÃO

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

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 as sementes não condicionadas fisiologicamente.

### REFERÊNCIAS

- ARMONDES, K. A. P. et al. 2016. Condicionamento osmótico e desempenho de sementes de repolho com diferentes níveis de vigor. **Horticultura Brasileira**, **34**(3):428-434.
- ARRUDA, N. V. et al. 2016. Superação de dormência de sementes de araçá-boi, utilizando giberelina. In: III CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 2016, Pirenópolis. p. 4.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. 2015. **Experimentação agrônômica & AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda., 360p.
- BATISTA, T. B. et al. 2015. Aspectos fisiológicos e qualidade de mudas da pimenteira em resposta ao vigor e condicionamento das sementes. **Bragantia**, **74**(4):367-373.
- BETTENCOURT, G. M. de F. et al. 2016. Efeito da fonte de carbono na embriogênese somática em *Bactris gasipaes*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, **36**(86):179-183.
- BOVI, M. L. A.; MARTINS, C. C.; SPIERING, S. H. 2004. Desidratação de sementes de quatro lotes de pupunheira: efeitos sobre a germinação e o vigor. **Horticultura Brasileira**, **22**(1):109-112.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 395p.
- CAJUEIRO L. R. et al. 2014. Produção de palmito de pupunheiras (*Bactris gasipaes* Kunth) submetidas a diferentes espaçamentos e formas de adubação mineral e orgânica na Amazônia Central. **Científica**, **42**(3):252-257.
- CARVALHO, A. V. et al. 2013. Características físicas e químicas de frutos de pupunheira no estado do Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, **35**(3):763-768.
- DERRÉ, L. O. et al. 2016. Embebição e profundidade de semeadura de sementes não revestidas e revestidas de forrageiras. **Colloquium Agrariae**, **12**(2):19-31.
- FERREIRA, S. A. N.; SADER, R. 1987. Avaliação da viabilidade de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, **9**(2):109-114.
- GARCIA, V. A. 2015. **Desenvolvimento e maturação de frutos e sementes de espécies de Arecaceae (*Bactris gasipaes* Kunth., *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman)**. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 118p.
- GRAEFE, S. et al. 2013. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implication for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. **Biodiversity and Conservation**, **22**(1):269-300.

- LABOURIAU, L. G. 1983. **Germinação das sementes**. Washington: Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos, 174p.
- LEMES, E. Q.; LOPES, J. C. 2010. **Frequência Relativa da germinação de sementes de Paineira** (*Ceiba speciosa* St. Hil.) sob estresse salino. In: 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, 2010, São José dos Campos - SP, p. 1-4.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2(2):176-77.
- MARCOS FILHO, J. 2015. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 659p.
- MASETTO, T. E. et al. Germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth.: efeito de salinidade e condicionamento osmótico. **Revista brasileira de Biociência**, 12(3):127-131.
- \_\_\_\_\_. 2013. Condicionamento osmótico de sementes de *Sesbania virgata* (cav.) pers (fabaceae). **Cerne**, 19(4):629-636.
- MICHEL, B. E.; KAUFMANN, M. R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, 51(1):914-916.
- NAZÁRIO, P. et al. 2017. Embryonic dormancy in seeds of *Bactris gasipaes* Kunth (peach-palm). **Journal of Seed Science**, 39(2):106-113.
- OLIVEIRA, L. M. et al. 2014. Avaliação da viabilidade de sementes de *Euterpe edulis* pelo teste de tetrazólio. **Magistra**, 26(3):403- 411.
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. 2006. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, 29(1):1-11.
- SANTOS, A. F. et al. 2007. Cultivo da pupunheira para palmito nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Embrapa Florestas, Circular Técnica**, 143:1-9.
- SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. 2004. **Análise da germinação: um enfoque estatístico**. Brasília, DF: UnB, 248p.
- SILVA, M. L. M. et al. 2016. Germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze submetidas ao estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, 26(3):999-1007.