

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ NA GERMINAÇÃO
DE SEMENTES DE *Areca vestiaria* E *Areca triandra***

Antonio Maricélio Borges de Souza

Engenheiro Agrônomo

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ NA GERMINAÇÃO
DE SEMENTES DE *Areca vestiaria* E *Areca triandra***

Discente: Antonio Maricélio Borges de Souza

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

S729t Souza, Antonio Maricélio Borges de
Temperaturas e regimes de luz na germinação de sementes
de Areca vestiaria e Areca triandra / Antonio Maricélio Borges
de Souza. -- Jaboticabal, 2021
40 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal

Orientadora: Kathia Fernandes Lopes Pivetta

1. Arecaceae. 2. Fotoblastia. 3. Palmeiras. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES
DE *Areca vestiaria* E *Areca triandra*

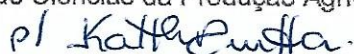
AUTOR: ANTONIO MARICÉLIO BORGES DE SOUZA

ORIENTADORA: KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

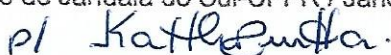
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA (Participação Virtual)
Departamento de Ciências da Produção Agrícola (Produção Vegetal) / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Profa. Dra. RENATA BACHIN MAZZINI-GUEDES (Participação Virtual)
Campus Avançado de Jandaia do Sul-UFPR / Jandaia do Sul/PR



Prof.Dr. MARCOS VIEIRA FERRAZ (Participação Virtual)
FCA/UNESP / Botucatu/SP

Jaboticabal, 04 de agosto de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANTONIO MARICÉLIO BORGES DE SOUZA – Nasceu na cidade Garrafão do Norte, estado do Pará, em 12 de junho de 1992, filho de Luiz Magalhães de Souza e Maria José dos Santos Borges. cursou o ensino médio na Escola Estadual de Ensino Médio Padre Marino Contti, no município de Mãe do Rio, PA. Em março de 2014, ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capitão Poço, onde se graduou Bacharel em Agronomia em maio de 2019. Durante o período de graduação, realizou estágio como sendo voluntário na Incubadora Tecnológica de Empreendimentos Solidários - ITES, atuando na área de extensão rural. Em agosto de 2019, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia no Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, sendo bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, processo nº 148332/2019-6.

“Nós somos aquilo que fazemos repetidamente.
Excelência, então, não é um modo de agir,
mas um hábito.”
Aristóteles

Aos meus pais, Luiz Magalhães de Souza e Maria José dos Santos Borges,
Aos meus irmãos, Francisco Antonio, Antonio Marcio e Anderson Mateus,
As minhas cunhadas, Tatyane, Aldenira e Érika,
Aos meus preciosos sobrinhos Arthur e Kathely Sofia
pelo incentivo, suporte e compreensão nos momentos em que estive ausente
e por todo amor incondicional.

DEDICO e OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por sempre me guiar, iluminar meu caminho, dando sempre força e coragem para nunca desistir.

Aos meus pais, Luiz Magalhães de Souza e Maria José dos Santos Borges, por todo amor, carinho, apoio e compreensão durante todos esses anos distantes.

Aos meus irmãos, Francisco Antonio, Antonio Marcio e Anderson Mateus, por todo carinho e incentivo e que, mesmo distantes, estão sempre torcendo pelo meu sucesso.

As minhas cunhadas, Tatyane, Érika e Aldenira por todo carinho e sempre me apoiarem juntamente aos meus irmãos e meus preciosos sobrinhos, Kathely Sofia e Arthur, por serem fonte de estímulo nas minhas conquistas.

Aos meus demais familiares, pelas vibrações positivas, em especial a minha avó Rosa Lima dos Santos e minha tia Francisca Borges, por todo amor e carinho.

À Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), pela excelente formação.

À Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, minha orientadora, pela orientação, compreensão, amizade, carinho, confiança e respeito.

Aos meus amigos, de sempre, para sempre, Keila Amaral, Whesley Lobato, Dalcirlei Albuquerque, Ícaro Castro, Jiselly Leão, Ana Helena Henrique, Iolly Mesquita, Nagib Lima e Ayla Leal por todo incentivo e apoio.

Aos amigos que estiveram presentes comigo durante o período de mestrado, Paulo Henrique Soares, Solange Celestino, Lígia Rosário, Júlia Mercês, Saulo Dantas, Gabriela Pelegrini, Juan Ricardo, Thaís Fortunato, Katharine Batista, Waleska Carvalho e Camila Seno pelo incentivo, apoio, carinho e companheirismo.

Aos integrantes do Grupo de Estudos em Paisagismo e Floricultura – GEPFlor da FCAV/UNESP: Ana Carolina Muniz, Cibele Mantovani, Giovana Sgobbe, Guilherme

Vieira, Thiago Souza e, em especial a Kássia Barros por todo apoio, parceria, compreensão, amizade, incentivo, companheirismo, e ao funcionário Adevair Pugliano pela sua colaboração no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Meus sinceros e singelos agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1. CAPÍTULO 1 – Considerações gerais	1
1.1 INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Arecaceae: Considerações gerais	2
2.2 A espécie <i>Areca vestiaria</i> Giseke.....	4
2.3 A espécie <i>Areca triandra</i> ex Buch.-Ham.	4
2.4 Germinação de sementes de palmeiras.....	4
2.5 Temperatura na germinação de sementes	5
2.6 Luminosidade na germinação de sementes.....	7
3. REFERÊNCIAS	8
CAPÍTULO 2 - TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Areca vestiaria</i> E <i>Areca triandra</i>	14
RESUMO	14
ABSTRACT	15
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4. CONCLUSÕES	27
5. REFERÊNCIAS	27

TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Areca vestiaria* E *Areca triandra*

RESUMO - A propagação das palmeiras ocorre principalmente por sementes e, em geral, a germinação é desuniforme e lenta, ocasionada por diversos fatores, sendo a temperatura, a umidade, a luz e o oxigênio considerados fundamentais. Dessa maneira, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes condições de temperaturas e regimes de luz na germinação de sementes de *Areca vestiaria* e *Areca triandra*. Foram realizados dois experimentos conduzidos separadamente para cada espécie, em épocas diferentes. Para ambos, adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 × 2, consistindo na combinação de cinco temperaturas (25; 30; 35; 20-30 e 25-35 °C) e dois regimes de luz (presença: fotoperíodo com 8 horas, e ausência de luz), quatro repetições por tratamento para a espécie *A. vestiaria* e cinco para *A. triandra*, com 25 e 20 sementes, respectivamente. As características analisadas foram porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação. Realizou-se a análise de variância pelo teste F, com posterior comparação das médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os dados de porcentagem de germinação foram previamente transformados em arc seno $(x/100)^{1/2}$. O processo germinativo ocorreu de forma heterogênea para ambas as espécies, sendo que na temperatura de 25 °C não houve germinação para *A. triandra*, e 35 °C acarretou menores valores para *A. vestiaria*. Conclui-se que temperaturas de 30 e 20-30 °C são indicadas para germinação de sementes da espécie *Areca vestiaria*, e 25-35 °C para *Areca triandra*, sendo ambas classificadas quanto ao estímulo luminoso como fotoblásticas neutras.

Palavras-chave: Arecaceae. Fotoblastia. Palmeiras.

TEMPERATURES AND LIGHT REGIMES IN THE GERMINATION OF *Areca vestiaria* AND *Areca triandra* SEEDS

ABSTRACT – Propagation of palm trees occurs mainly by seeds and, in general, germination is uneven and slow, caused by several factors, being temperature, moisture, light, and oxygen considered fundamental. The objective of this study was to evaluate the effect of different temperature conditions and light regimes in the germination of *Areca vestiaria* and *Areca triandra* seeds. Two experiments were carried out separately for each species, at different times. For both, the experimental design was completely randomized with a 5 × 2 factorial scheme, consisting of five temperatures (25; 30; 35; 20-30; and 25-35 °C) and two light regimes (presence: photoperiod with 8 hours, and absence of light), with four replicates per treatment for the species *A. vestiaria* and five for *A. triandra*, with 25 and 20 seeds, respectively. The parameters evaluated were germination and germination speed index. Analysis of variance was performed using the F test, with subsequent mean comparison using the Tukey test ($p \leq 0.05$). The germination percentage data were previously transformed into arcsine $(x/100)^{1/2}$. The germination process occurred heterogeneously for both species. There was no germination for *A. triandra* at 25° C while the temperature of 35 °C resulted in lower values for *A. vestiaria*. It was concluded that temperatures of 30 °C and 20-30 °C are indicated for seed germination of *Areca vestiaria*, and 25-35 °C for *Areca triandra*, both species being classified as neutral photoblastic regarding light stimulus.

Key words: Arecaceae. Photoblastia. Palm trees.

1. CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1.1 INTRODUÇÃO

As palmeiras apresentam grande variabilidade na riqueza de espécies, na composição filogenética e nas formas de vida por serem adaptadas a uma variedade de climas e de solos (Eiserhardt et al., 2011), contudo, prosperam em maior número de espécies nas regiões tropicais e subtropicais, com clima quente e úmido (Soares et al., 2014). Pertencem à família Arecaceae, que é composta por mais de 240 gêneros e aproximadamente 2700 espécies (Lorenzi et al., 2010). Contribuem na alimentação, como matéria-prima para a construção de casas, na produção de artesanatos, remédios, utensílios domésticos e para ornamentação (Soares et al., 2014). Estão entre as plantas mais utilizadas no paisagismo, por serem plantas exuberantes, conferindo grande beleza nas composições paisagísticas (Moraes et al., 2015).

A espécie *Areca vestiaria* Giseke, originária do leste da Indonésia é uma palmeira cespitosa, ocasionalmente solitária, monóica, formando touceiras ralas ou compactas, sendo bastante atraente devido ao colorido ímpar da bainha foliar na região do palmito. *Areca triandra* Roxb. ex Buch.-Ham., originária do Sudeste Asiático, leste da Índia, Sumatra, Borneo e Filipinas, é uma palmeira cespitosa com nós e entrenós destacados semelhante ao bambu, e flores com perfume característico de limão. Ambas espécies possuem raízes adventícias na base (Lorenzi et al., 2004).

A propagação destas plantas se dá principalmente por sementes, e em geral, possuem germinação desuniforme e lenta, ocasionada por diversos fatores (Meerow e Broschat, 2015). Enfatiza-se que o conhecimento das condições adequadas para a germinação é de fundamental importância, principalmente pelas respostas diferenciadas que ela pode apresentar aos diversos fatores ambientais, como: água, luz, temperatura e oxigênio (Carvalho e Nakagawa, 2012).

A temperatura é um importante fator ambiental que influencia diretamente o processo germinativo. Para Menezes et al. (2018), a temperatura ideal é determinada quando há maior porcentagem de germinação em menor período de tempo, além disso, normalmente, a maior velocidade de germinação ocorre em temperaturas

pouco acima daquelas que garantem o percentual máximo. Para cada espécie, é necessário um estudo prévio para determinar a temperatura que proporciona o melhor resultado, pois uma pequena alteração na temperatura pode reduzir consideravelmente a porcentagem de germinação (Viana et al., 2016a).

Portanto, temperaturas excessivamente altas ou baixas podem ser prejudiciais para a germinação (Oliveira et al., 2014). Salienta-se ainda que a temperatura ótima em que a maioria das espécies cultivadas apresentam maior taxa de germinação se encontra entre 15 e 30 °C (Medeiros et al., 2015), podendo esta faixa se estender até 35 °C (Melo Júnior et al., 2018).

A luminosidade é outro fator ambiental que influencia na germinação das sementes. Em muitas espécies, a presença de luz favorece a germinação das sementes, enquanto que em outras, o comportamento germinativo das sementes é melhor na ausência do que na presença de luz (Melo et al., 2018). Aquelas sementes que necessitam de luminosidade são denominadas fotoblásticas positivas, enquanto as que germinam melhor na ausência de luz são fotoblásticas negativas e, quando não há interferência luminosa na germinação, as sementes são consideradas fotoblásticas neutras (Nogueira et al., 2014).

Sementes de uma mesma espécie podem expressar comportamento germinativo diversificado em função da temperatura e do fotoperíodo já que dentro da mesma espécie existem variações entre indivíduos em função do ambiente e de sua constituição genética (Silva et al., 2014a). Contudo, diante de condições desfavoráveis o processo de germinação pode ser dificultado (Baskin e Baskin, 2014).

Dessa maneira, torna-se indispensável a avaliação das exigências germinativas de cada espécie, com a finalidade de se maximizar a germinação de suas sementes. Com esse intuito, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de diferentes condições de temperaturas e regimes de luz na germinação de sementes de *Areca vestiaria* e *Areca triandra*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Arecaceae: Considerações gerais

Areceaceae Schultz Sch é a única família representante da Ordem Arecales, possui vestígios que remontam a mais de 120 milhões de anos, sendo considerada um dos grupos de vegetais mais antigos (Lorenzi et al., 2004). São plantas que se distribuem de maneira pantropical, ocorrendo em praticamente todas as formações vegetais (Souza e Lorenzi, 2012). Abrange aproximadamente 2.600 espécies agrupadas em 181 gêneros, distribuídas principalmente em regiões tropicais do mundo (Baker e Dransfield, 2016). Cinco subfamílias compõem esta família: Calamoideae, Nypoideae, Coryphoidae, Ceroxyloideae e Arecoideae, as quais são compostas por tribos e subtribos (Dransfield et al., 2008). De acordo com Henderson et al. (1995), os hábitos de crescimento das palmeiras podem ser classificados em cinco tipos: arbóreo (geralmente solitário), arbustivo (geralmente em touceiras), acaule (estipe subterrâneo), trepador (liana) e erva (palmeiras com menos de um metro de altura).

Essa família possui, como características, estipe geralmente lenhoso, simples ou ocasionalmente ramificado, a maior parte das suas espécies apresenta espinhos, suas folhas são pecioladas, simples, alternadas ou raramente dísticas, palminérvia ou segmentos foliares. As flores são organizadas em inflorescências do tipo espiga, racemo ou panícula, e estas são protegidas pela espata. A maioria dos frutos apresenta-se como drupa raramente como baga, contendo somente uma semente e exibem grande variabilidade de cor, textura, formato, tamanho e composição nutricional, sendo formados basicamente pelas camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo, sendo o endocarpo duro, lenhoso e com forte aderência às sementes (Ribeiro et al., 1999; Henderson, 2002; Lorenzi et al., 2004; Souza e Lorenzi, 2012).

As palmeiras estão entre as quatro famílias botânicas mais importantes para o uso humano (Johnson, 2010), pois muitas espécies apresentam frutos e palmitos comestíveis, folhas, estipes, cascas, raízes e outras partes passíveis de aproveitamento doméstico ou comercial (Pinheiro, 2011), além de usos para ornamentação, produção de artesanatos, remédios e utensílios domésticos (Soares et al., 2014), pertencendo, dessa forma, ao grupo de plantas com maior potencial econômico da floresta, sendo uma das principais fontes de produtos florestais não madeireiros (Gomes et al., 2016). No paisagismo, são largamente usadas na composição de praças, jardins e parques. Isto se deve ao fato de que todas são

consideradas ornamentais, embora algumas sejam amplamente utilizadas e outras, desconhecidas (Costa et al., 2018).

2.2 A espécie *Areca vestiaria* Giseke

A espécie é conhecida por algumas pessoas como areca-dourada. Originária do leste da Indonésia, é uma palmeira cespitosa, ocasionalmente solitária, monóica, formando touceiras ralas ou compactas, sendo bastante atraente devido ao colorido ímpar da bainha foliar na região do palmito. Possui raízes adventícias na base. Seus frutos são ovóides, vermelhos e vistosos. A frutificação é abundante durante os meses de inverno, sendo que um quilograma compreende em torno 1.275 sementes, as quais germinam em média com 40 dias. Embora tenha grande potencial ornamental, ainda é pouco difundida no Brasil (Lorenzi et al., 2004).

2.3 A espécie *Areca triandra* ex Buch.-Ham.

É originária do Sudeste Asiático, leste da Índia, Sumatra, Borneo e Filipinas. É uma palmeira cespitosa com nós e entrenós destacados semelhantes ao bambu, e flores com perfume característico de limão. Possui raízes adventícias na base. Seus frutos são ovóides, vermelhos, vistosos e com polpa mole. Frutifica de maneira moderada durante quase o ano todo, entretanto mais intensamente durante o verão. Em um quilograma de frutos despulpados contém aproximadamente 440 sementes, que germinam em torno de 40 dias. Nos arredores da planta matriz geralmente encontram-se mudas (Lorenzi et al., 2004).

2.4 Germinação de sementes de palmeiras

A propagação de espécies de palmeiras se dá majoritariamente de forma sexuada, sendo a germinação considerada lenta e desuniforme (Meerow e Broschat, 2015), influenciada por vários fatores, como o grau de maturação, a presença ou não

do pericarpo, o tempo entre a colheita e a semeadura, a dormência física, a temperatura do ambiente, o substrato, entre outros (Viana et al., 2016b). Estima-se que em pelo menos 25% de todas as espécies de palmeiras, o tempo para a germinação passe dos 100 dias e o percentual de germinação seja inferior a 20% (Tomlinson, 1990).

De forma geral, a semente apresenta atributos como organismo biológico e insumo agrícola, sendo de grande importância, pois conduz ao campo as características genéticas responsáveis pelo crescimento das plantas e estabelecimento do estande desejado, gerando a base para a produção rentável (Marcos Filho, 2015). Fisiologicamente, a germinação é a retomada do crescimento do embrião quiescente e do desenvolvimento do eixo embrionário, que se inicia com a embebição de água pela semente, sendo finalizada pela protrusão da raiz primária (Carvalho e Nakagawa, 2012). Segundos os mesmos autores, o conhecimento das condições adequadas para a germinação é de fundamental importância, principalmente pelas respostas diferenciadas que ela pode apresentar aos diversos fatores como: água, luz, temperatura e oxigênio, além de ocorrências de agentes patogênicos associados ao tipo de substrato para sua germinação.

Em decorrência de várias espécies de palmeiras apresentarem dormência física em graus variados, alguns autores recomendam tratamentos pré-germinativos, como despulpamento (Teixeira et al., 2011), escarificação química (Lopes et al., 2011), imersão em água quente (Pinto et al., 2012), imersão em solução de ácido giberélico e exposição ao etileno (Ribeiro et al., 2015), escarificação mecânica (Viana et al., 2016b), diferentes tempos de exposição ao tratamento térmico (Lima et al., 2017), reidratação da semente (Souza et al., 2018) e aquecimento térmico (Green et al., 2019), entre outros. Nesse sentido, torna-se necessário desenvolver uma metodologia específica para cada espécie, pois a germinação é crucial para que haja a propagação das mesmas, sendo assim, de extrema importância à verificação do vigor e qualidade fisiológica de suas sementes.

2.5 Temperatura na germinação de sementes

A temperatura exerce influência na porcentagem de germinação agindo na absorção de água e em diversas reações bioquímicas reguladoras de todos os processos metabólicos (Bewley et al., 2013). Quando as temperaturas de desenvolvimento são mantidas abaixo da ótima recomendada para germinação, a reorganização do sistema de membranas celulares pode se tornar mais lenta, influenciando no vigor das sementes (Zucareli et al., 2011).

Baixas temperaturas comprometem vias essenciais para a germinação (Flores et al., 2014), influenciando negativamente na absorção de água pelas sementes e, conseqüentemente, reduzindo as reações bioquímicas e fisiológicas que determinam a germinação (Carvalho e Nakagawa, 2012). O atraso na germinação em resposta à baixa temperatura se deve ao alongamento da Fase II do processo germinativo, fase em que ocorre a síntese de novos RNAm (Zimmer, 2012). Em condições de baixas temperaturas, a embebição de sementes poderá até acontecer, porém não irá ocorrer o crescimento do embrião para a maioria das espécies (Matos et al., 2015).

Apesar disso, altas temperaturas podem aumentar a fluidez de lipídeos e reduzir a estabilidade das membranas celulares, ocasionando perdas de íons e até mesmo a ruptura de membranas (Taiz et al., 2017), pois a translocação das substâncias ocorre por meio da água, desse modo, a germinação pode ser interrompida quando o estresse hídrico excede os níveis de tolerância das sementes (Guedes et al., 2013). De outro modo, Marcos Filho (2015) relata que altas temperaturas podem diminuir a porcentagem de germinação, sendo que o número de sementes que conseguem germinar cai rapidamente, em decorrência, basicamente, dos efeitos sobre a atividade de enzimas e das restrições ao acesso de oxigênio. Ainda, o aumento da temperatura torna a água mais fluida e com maior energia cinética, facilitando a sua movimentação do meio externo para as sementes, com conseqüente aumento da embebição e da velocidade das reações do metabolismo (Bewley et al., 2013).

A germinação em regimes de temperaturas alternadas e constantes evidencia a adaptação da espécie às flutuações térmicas naturais do ambiente, o que confere maior capacidade de estabelecimento das plântulas em campo, tornando-as capazes de suportar as condições adversas do ambiente (Guedes et al., 2010). Contudo, a diferença entre altas e baixas temperaturas devem ser igual ou superior a 10 °C

(Baskin e Baskin, 2014). Desta forma, a germinação só ocorrerá dentro de certos limites de temperatura, o que torna indispensável o conhecimento da temperatura ideal para a germinação das sementes de cada espécie (Beckmann-Cavalcante et al., 2012).

Sementes de palmeiras, de modo geral, necessitam de altas temperaturas para que obtenham máxima porcentagem, velocidade e uniformidade no processo de germinação; temperaturas entre 21 e 38 °C são aceitáveis e resultados superiores são obtidos com temperaturas variando entre 29 e 35 °C (Meerow, 1991). Em adição, as espécies com potencial de resistência a amplas variações de temperatura são denominadas de euritéricas (Lemes e Lopes, 2012).

2.6 Luminosidade na germinação de sementes

Em muitas espécies, a presença de luz favorece a germinação das sementes, enquanto em outras, o comportamento germinativo das sementes é melhor na ausência do que na presença de luz (Melo et al., 2018). Tal fenômeno é denominado fotoblastismo, e vem a ser a necessidade que muitas sementes têm em relação à luz para germinarem (Taiz et al., 2017). Dessa forma, as sementes podem ser classificadas em fotoblásticas positivas, negativas ou neutras (Marcos Filho, 2015).

O fotoblastismo associa-se a presença do fotorreceptor fitocromo, que é responsável pela absorção de luz nos comprimentos de onda vermelho (660 nm) e vermelho extremo (730 nm). Além de promover a germinação de sementes, desencadeia a floração, a formação de folhas e os processos de dormência (Kerbauy, 2008). A qualidade de luz é a razão entre a quantidade desses comprimentos em determinado meio (Bianchetti, 2013).

As variações ambientais são percebidas pelas sementes por meio das mudanças na qualidade da luz incidente, indicando se as condições presentes são favoráveis ou não ao desenvolvimento da planta a ser produzida (Mondo et al., 2010). Dessa forma, a luz influencia a germinação tanto pela qualidade quanto pela intensidade e duração da sua irradiação (Aud e Ferraz, 2012). Existem espécies que só germinam após a exposição a períodos prolongados de luz, mesmo que estejam sob temperaturas ótimas para a germinação (Yamauti et al., 2012) e em geral, a

exigência de luz para germinar é um fenômeno associado a sementes pequenas, as quais possuem pouco material de reserva (Silva et al., 2014b).

Adicionalmente, a germinação de sementes em relação à luz é uma resposta ecofisiológica da espécie, e tem estreita correspondência com o posicionamento no estágio sucessional da floresta (Maekawa et al., 2010). Deste modo, a luz pode influenciar nas adaptações das espécies a mudanças ambientais e promover características germinativas diversificadas (Vieira et al., 2018).

3. REFERÊNCIAS

Aud FF, Ferraz IDK (2012) Seed size influence on germination responses to light and temperature of seven pioneer tree species from the Central Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 84:759-766.

Baker WJ, Dransfield J (2016) Beyond Genera Palmarum: progress and prospects in palm systematics. **Botanical Journal of the Linnean Society** 182:207–233.

Baskin CC, Baskin JM (2014) **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. (2a ed.), San Diego, USA: Academic/Elsevier, 1602p.

Beckmann-Cavalcante M, Pivetta KFL, Laguardia L, Takane R (2012) Temperatura, escarificação mecânica e substrato na germinação de sementes das palmeiras juçara e açaí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 7:569-573.

Bewley JD, Bradford KJ, Hilrost HWM, Nonogaki H (2013) **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed., New York: Springer, 392p.

Bianchetti RE (2013) **Espectros Específicos de Luz e Respostas Mediadas pelo Fitocromo**. In: Furlan CM. Botânica no Inverno. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo p. 69-82.

Carvalho NM, Nakagawa J (2012) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p.

Costa CRX, Pivetta KFL, Souza GBR, Mazzini-Guedes RB, Pereira STS, Nogueira MR (2018) Effects of temperature, light and desiccation on seed germination of *Euterpe precatoria* palm. **American Journal of Plant Sciences** 9:98-106.

Dransfield J, Uhl NW, Asmussen CB, Baker WJ, Harley MM, Lewis CE (2008) *Genera Palmarum: Evolution and Classification of Palms*. Kew Publishing Royal Botanic Gardens, Londres, UK 732p.

Eiserhardt WL, Svenning JC, Kissling D, Balsev H (2011) Geographical ecology of the palms (Arecaceae): determinants of diversity and distributions across spatial scales. **Annals of Botany** 108:1391-1416.

Flores AV, Borges EEL, Guimarães MV, Ataíde GM, Castro RVO (2014) Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* schott em diferentes temperaturas. **Revista Árvore** 38:1147-1154.

Gomes JP, Conde TM, Santos RL, Dionisio LFS, Duarte OR, Miranda DLC, Silva F (2016) Efeitos dos gradientes ambientais na fitossociologia de assembleias de palmeiras no sudoeste de Rorai-Ma, Brasil. **Nativa** 4:317-327.

Green M, Lima WAA, Lopes R (2019) Umidade e aquecimento térmico na superação de dormência de sementes de dendezeiro tipo dura. **Revista de Ciências Agrárias** 62:1-6.

Guedes RS, Alves EU, Viana JS, Gonçalves EP, Lima CR, Santos SRN (2013) Germination and vigor of *Apeiba tibourbou* seeds submitted to water stress and to different temperatures. **Ciência Florestal** 23:45-53.

Guedes RS, Alves EU, Gonçalves EP, Braga Júnior JM, Viana JS, Colares PNQ (2010) Substratos e temperaturas para testes de germinação e vigor de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) a.c. Smith. **Revista Árvore** 34:57-64.

Henderson A (2002) **Evolution and ecology of palms**. New York: The New York Botanical Garden Press, 259p.

Henderson A, Galeano G, Bernal R (1995) **Field Guide to the Palms of the Americas**. Princeton: Princeton University Press, 502p.

Johnson DV (2010) **Tropical Palms**. Non-Wood Forest Products 10/Rev.1. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 242p.

Kerbauly GB (2008) **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 452p.

Lemes EQ, Lopes JC (2012) Temperaturas cardinais para germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de paineira. **Scientia Forestalis** 40:179-186.

Lima WAA, Green M, Zeviani WM, Lopes R, Rios SA (2017) Teor de água e tempo de exposição ao tratamento térmico na germinação de sementes de caiaué. **Revista de Ciências Agrárias** 60:192-198.

Lopes PSN, Aquino CF, Magalhães HM, Brandão Júnior DS (2011) Tratamentos físicos e químicos para superação de dormência em sementes de *Butia capitata* (Martius) Beccari. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 41:120-125.

Lorenzi H, Souza HM, Costa JTM, Cerqueira, LSC, Ferreira E (2004) **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 415p.

Lorenzi H, Noblick L, Kahn F, Ferreira EJL (2010) **Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. 1. ed. Nova Odessa: Plantarum, 384p.

Maekawa L, Albuquerque MCF, Coelho MFB (2010) Germinação de sementes de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze em diferentes temperaturas e condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** 12:23-30.

Marcos Filho J (2015) **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 659p.

Matos ACB, Borges EEL, Silva LJ (2015) Fisiologia da germinação de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. sob diferentes temperaturas e tempos de exposição. **Revista Árvore** 39:115-125.

Medeiros MA, Torres SB, Negreiros MZ, Madalena JAS (2015) Hidrocondicionamento e armazenamento de sementes de melão. **Semina: Ciências Agrárias** 36:57-66.

Meerow AW (1991) **Palm Seed Germination**. Cooperative Extension Service, Florida, 10p. (Bulletin, 274).

Meerow AW, Broschat TK (2015) **Palm seed germination**. Gainesville: UF/IFAS Extension. (Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension. BUL274).

Melo Júnior JLA, Melo LDFA, Ferreira VM, Araújo Neto JC (2018) Germination and morphology of seeds and seedlings of *Colubrina glandulosa* Perkins after overcoming dormancy. **Australian Journal of Crop Science** 12:639-647.

Melo LDFA, Melo Júnior JLA, Ferreira VM, Araújo Neto JC, Neves MIRS (2018) Biometric characterization and seed germination of giant mimosa (*Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze). **Australian Journal of Crop Science** 12:108-115.

Menezes LFTD, Pugnaire FI, Matallana G, Nettesheim FC, Carvalho DCD, Mattos EAD (2018) Disentangling plant establishment in sandy coastal systems: biotic and abiotic factors that determine *Allagoptera arenaria* (Arecaceae) germination. **Acta Botanica Brasilica** 32:12-19.

Mondo VHV, Carvalho SJP, Dias ACR, Marcos Filho J (2010) Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes** 32:131-137.

Moraes LA, Machado RRB, Araújo MFV (2015) O babaçu na zona urbana de Teresina – PI: distribuição e viabilidade paisagística. **Revista Equador** 4:112-132.

Nogueira FCB, Gallão MI, Bezerra AME, Medeiros Filho, S (2014) Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Dalbergia cearensis* Ducke. **Ciência Florestal** 24:995-1005.

Oliveira SSC, Martins CC, Cruz SJS, Silva CJ (2014) Seleção de progênies de nabo-forrageiro para germinação sob altas temperaturas. **Ciência Rural** 44:217-222.

Peske ST, Villela FA, Meneghello GE (2012) **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3.ed. Pelotas: UFPel, 573 p.

Pinheiro CUB (2011) **Palmeiras do Maranhão: Onde canta o Sabiá**. São Luís: Gráfica e Editora Aquarela, 232p.

Pinto JFN, Reis EF, Costa Netto AP, Pinto JFN, Assunção HF, Nunes HF (2012) Efeito de diferentes tratamentos na superação da dormência de sementes da palmeira *Syagrus oleracea* BECC. **Cerne** 18:487-493.

Ribeiro MS, Steffens CA, Oliveira LM, Araldi CG, Pikart TG, Souza GK (2015) Tratamentos pré-germinativos em sementes de palmitero. **Pesquisa Florestal Brasileira** 35:469-473.

Ribeiro JELS, Hopkins MJG, Vicentini A, Sothers CA, Costa MAS, Brito JM, Souza MAD, Martins LHP, Lohmann LG, Assunção PACL, Pereira EC, Silva CF, Mesquita MR, Procópio LC (1999) **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, BR, 816p.

Silva KB, Alves EU, Oliveira ANP, Rodrigues PAF, Souza NA, Aguiar VA (2014a) Variabilidade da germinação e caracteres de frutos e sementes entre matrizes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T.D. Penn. **Revista Eletrônica de Biologia** 7:281-300.

Silva KB, Alves EU, Oliveira ANP, Sousa NA, Aguiar VA (2014b) Influência da luz e temperatura na germinação de sementes de quixaba. **Agropecuária Técnica** 35:13-22.

Soares KP, Longhi SJ, Witeck Neto L, Assis LC (2014) Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia** 65:113-139.

Souza PA, Santos AF, Gonçalves DS, Venturin N (2018) Efeito da reidratação na germinação de sementes de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.). **Revista de Ciências Agroveterinárias** 17:286-291.

Souza VC, Lorenzi H (2012) **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 768p.

Taiz L, Zeiger E, Moller I, Murphy A (2017) **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 888p.

Teixeira MT, Vieira HD, Partelli FL, Silva RF (2011) Despolpamento, armazenamento e temperatura na germinação de sementes de Palmeira Real Australiana. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 41:378-384.

Tomlinson PB (1990) **The structural biology of palms**. Oxford: Clarendon Press, 492p.

Viana FAP, Costa AP, Moro FV, Pivetta KFL (2016a) Morphoanatomical characterization of diaspores and seedlings of *Livistona rotundifolia*. **Ornamental Horticulture** 22:249-255.

Viana FAP, Pivetta KFL, Rocha LGS (2016b) Efeito da escarificação e da temperatura na germinação de sementes de *Livistona rotundifolia* (Lam.) Mart. **Cultura Agrônômica** 25:65-70.

Vieira BC, Rodrigues BM, Garcia QS (2018) Light exposure time and light quality on seed germination of *Vellozia* species (Velloziaceae) from Brazilian campo rupestre. **Flora** 238:94-101.

Yamauti MS, Pavani MCMD, Alves PLCA, Moro FV (2012) Efeito de fatores ambientais sobre a germinação de agriãozinho (*Synedrellopsis grisebachii*). **Científica** 40:150-155.

Zimmer PD (2012) Fundamentos da qualidade da semente. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3ed. rev. e ampl., Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, p.105-160.

Zucareli C, Cavariani C, Oliveira EAP, Nakagawa J (2011) Métodos e temperaturas de hidratação na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Ciência Agrônômica** 42:684-692.

CAPÍTULO 2 - TEMPERATURAS E REGIMES DE LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Areca vestiaria* E *Areca triandra*¹

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes condições de temperaturas e regimes de luz na germinação de sementes de *Areca vestiaria* e *Areca triandra*. Foram realizados dois experimentos conduzidos separadamente para cada espécie. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 × 2, consistindo na combinação de cinco temperaturas (25; 30; 35; 20-30 e 25-35 °C) e dois regimes de luz (presença: fotoperíodo com 8 horas de luz, e ausência de luz), quatro repetições por tratamento para a espécie *A. vestiaria* e cinco para *A. triandra*, com 25 e 20 sementes, respectivamente. As características analisadas foram porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação. Realizou-se a análise de variância pelo teste F, com posterior comparação das médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os dados de porcentagem de germinação foram previamente transformados em arc seno $(x/100)^{1/2}$. O processo germinativo ocorreu de forma heterogênea para ambas as espécies, sendo que na temperatura de 25 °C não houve germinação para *A. triandra*, e 35 °C acarretou menores valores para *A. vestiaria*. Conclui-se que temperaturas de 30 e 20-30 °C são indicadas para germinação de sementes da espécie *Areca vestiaria*, e 25-35 °C para *Areca triandra*, sendo ambas classificadas quanto ao estímulo luminoso como fotoblásticas neutras.

Palavras-chave: Arecaceae; fotoblastia; paisagismo; palmeiras; estresse térmico.

¹ Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido à Revista Ceres.

TEMPERATURES AND LIGHT REGIMES IN THE GERMINATION OF *Areca vestiaria* AND *Areca triandra* SEEDS

ABSTRACT - We aimed to evaluate the effect of different temperature conditions and light regimes in the germination of *Areca vestiaria* and *Areca triandra* seeds. Two experiments were carried out separately for each species. The experimental design was completely randomized with a 5 × 2 factorial scheme, consisting of five temperatures (25; 30; 35; 20-30; and 25-35 °C) and two light regimes (presence: photoperiod with 8 hours of light, and absence of light), with four replicates per treatment for the species *A. vestiaria* and five for *A. triandra*, with 25 e 20 seeds, respectively. The parameters evaluated were water content, germination and germination speed index. Analysis of variance was performed using the F Test, with subsequent mean comparison using the Tukey test ($p \leq 0.05$). The germination percentage data were previously transformed into arcsine $(x/100)^{1/2}$. The germination process occurred heterogeneously for both species. There was no germination for *A. triandra* at 25 °C while 35 °C resulted in lower values for *A. vestiaria*. We concluded that temperatures of 30 and 20-30 °C are indicated for seed germination of *Areca vestiaria* and 25-35 °C for *Areca triandra*, both being classified as neutral photoblastics regarding light stimulus.

Key words: Arecaceae; photoblastia; landscaping; palm trees; thermal stress.

1. INTRODUÇÃO

As palmeiras apresentam grande variabilidade na riqueza de espécies, na composição filogenética e nas formas de vida por serem adaptadas a uma variedade de climas e solos (Eiserhardt et al., 2011). Pertencem à família Arecaceae, composta por mais de 240 gêneros e aproximadamente 2700 espécies (Lorenzi et al., 2010). Em razão de sua exuberância, beleza, porte e copa que se destacam na natureza, apresentam grande potencial ornamental, proporcionando notável harmonia nas composições paisagísticas.

Areca vestiaria Giseke, originária do leste da Indonésia, é uma palmeira cespitosa, ocasionalmente solitária, monóica, formando touceiras ralas ou compactas sendo bastante atraente devido ao colorido ímpar da bainha foliar na região do palmito. *Areca triandra* Roxb. ex Buch.-Ham., originária do Sudeste Asiático, leste da Índia, Sumatra, Borneo e Filipinas, é uma palmeira cespitosa com nós e entrenós destacados semelhantes ao bambu, algumas vezes com raízes adventícias na base, além de flores com perfume característico de limão (Lorenzi et al., 2004).

A propagação das palmeiras ocorre principalmente por sementes e, em geral, possuem germinação desuniforme e lenta, ocasionada por diversos fatores (Meerow e Broschat, 2015), sendo a temperatura, a umidade, a luz e o oxigênio considerados fundamentais (Carvalho e Nakagawa, 2012). Para Peske et al. (2012), a capacidade que as sementes possuem de germinarem sob uma ampla faixa de condições ambientais garante a sobrevivência e regeneração das espécies.

A germinação é dependente de limites bem definidos de temperatura, característicos para cada espécie (Bewley et al., 2013), tendo em vista que, em temperatura ótima, a porcentagem de germinação é maior e em menor espaço de tempo. Já em temperaturas máximas e mínimas pode haver menor porcentagem de germinação ou a morte do embrião (Carvalho e Nakagawa, 2012). A temperatura interfere na dinâmica da absorção de água, bem como nos limites e velocidade das reações bioquímicas e, também, nos processos fisiológicos que determinam a germinação das sementes (Marcos Filho, 2015).

Com relação ao estímulo luminoso no processo de germinação, a luz participa da ativação das sementes e está ligada ao fitocromo, que é o pigmento responsável pela captação dos sinais luminosos do ambiente (Brancaion et al., 2012), podendo ter efeito estimulador ou inibidor da germinação, dependendo do comprimento de onda luminosa à qual foi submetida (Carvalho e Nakagawa, 2012). Adicionalmente, a germinação de sementes em relação à luz é uma resposta ecofisiológica da espécie, e tem estreita correspondência com o posicionamento no estágio sucessional da floresta (Maekawa et al., 2010).

As condições de temperatura e luminosidade podem ser controladas e, dessa forma, podem contribuir para melhorar a porcentagem, a velocidade e a sincronização da germinação. Diante do exposto, tornam-se importantes os estudos que visem

constatar quais as condições mais adequadas para a germinação de sementes, sendo dessa forma essencial para o estabelecimento de protocolo confiável, principalmente para espécies da família Arecaceae. Com esse intuito, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes condições de temperaturas e regimes de luz na germinação de sementes de *Areca vestiaria* e *Areca triandra*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Laboratório de Sementes Hortícolas, localizado no Departamento de Ciências da Produção Agrícola, Setor de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

Os experimentos foram conduzidos separadamente para cada espécie, em épocas diferentes. Os frutos de *A. vestiaria* foram colhidos em 13/10/2019 de plantas matrizes cultivadas em uma propriedade localizada no município de Brumadinho, MG e, de *A. triandra*, em 12/02/2020 de matrizes cultivadas no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

Os frutos foram levados para o laboratório e despolidos (remoção do epicarpo e mesocarpo) por meio do atrito manual com uma peneira de malha de aço (6 mm). Os diásporos posteriormente passaram por uma assepsia por embebição em solução de hipoclorito de sódio (2%), por 10 minutos e, em seguida, foram enxaguados com água corrente.

Após o despoldamento, foi determinado o teor de água das sementes, para ambos os experimentos. Foram separadas duas subamostras com 10 sementes cada, utilizando o método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (Brasil, 2009). Os teores de água encontrados nas sementes foram de 43,09% e 41,01% respectivamente, para *A. vestiaria* e *A. triandra*.

Para ambos os experimentos, adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 5×2 , sendo cinco condições de temperaturas (constantes: 25, 30 e 35 °C; alternadas: 20-30 °C e 25-35 °C) e dois regimes de luz (presença: fotoperíodo com regime de 8 horas com luz e 16 horas sem luz; e ausência total de luz). Foram utilizadas quatro

repetições por tratamento para *A. vestiaria* e cinco para *A. triandra* com 25 e 20 sementes, respectivamente, totalizando 1000 sementes para cada espécie.

Para os tratamentos com presença e ausência de luz, foram utilizadas, respectivamente, caixas de plástico transparentes e pretas, do tipo “gerbox”, com dimensionamento 11 × 11 × 3 cm. O substrato utilizado foi a vermiculita expandida de granulometria média, mantido a 100% da sua capacidade de retenção de água. As caixas (transparentes e pretas) foram envolvidas em sacos de plástico transparentes e colocados em câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), com suas respectivas condições de temperatura e fotoperíodo para cada tratamento. As câmaras germinadoras utilizadas possuíam quatro lâmpadas fluorescentes brancas do tipo luz do dia com 20 watts cada (ELETROLAB®, modelo EL202/4).

A avaliação da germinação foi realizada diariamente após implantação do experimento, sendo consideradas germinadas as sementes que emitiram o botão germinativo, até estabilização da germinação para todos os tratamentos. Para o tratamento com ausência total de luminosidade, as avaliações foram realizadas em câmara escura, utilizando uma lanterna (20 watts) coberta com duas folhas de papel celofane de cor verde (Coelho et al., 2012). Com o intuito de manter a casualidade dos experimentos, a cada avaliação, as posições das caixas foram alteradas de maneira aleatória.

Para avaliação do Índice de Velocidade de Germinação (IVG), foi utilizada a fórmula estabelecida por Maguire (1962), com base nos valores de contagem de sementes germinadas diariamente, sendo ao final dos experimentos avaliada a porcentagem de germinação, utilizando a fórmula proposta no Manual de Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Os dados adquiridos foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade das variâncias de Levene ($p > 0,05$), sendo os valores de porcentagem de germinação previamente transformados em $\text{arc seno } (x/100)^{1/2}$ para fins de análise estatística. Em seguida, foi realizada a análise de variância (ANOVA) pelo teste F e a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$), fazendo-se uso do *software* estatístico AgroEstat® versão 1.1.0.711. Construiu-se gráficos da distribuição da germinação com auxílio do *software* Microsoft Excel® versão 2016 para melhor visualização da germinação ao longo do tempo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre temperatura e luz não foi significativa para nenhuma das espécies estudadas (Tabelas 1 e 2). Para *A. vestiaria*, houve diferenças entre as condições de temperaturas para todas as características estudadas, onde maiores porcentagens de germinação foram obtidas nas temperaturas de 25; 30; 20-30 e 25-35 °C, quando comparado com 35 °C. As sementes germinaram mais rápido, demonstrado pelo maior valor de IVG, nas temperaturas de 30 e 20-30 °C, que não diferiram significativamente de 25 e 25-35 °C. É possível notar que o processo germinativo das sementes submetidas à presença de luz foi semelhante àquelas mantidas no escuro contínuo, não diferindo estatisticamente entre si para porcentagem de germinação e IVG (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação das médias para porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Areca vestiaria* Giseke, submetidas a cinco temperaturas e dois regimes de luz. Jaboticabal, SP, 2019.

Médias	G% ¹	IVG ²
Luz ³	30,74 a	0,3487 a
Escuro ⁴	29,75 a	0,3687 a
DMS (5%)	4,70	0,09
25 °C	34,32 a	0,3703 ab
30 °C	34,05 a	0,4397 a
35 °C	16,40 b	0,1805 b
20-30 °C	37,19 a	0,4583 a
25-35 °C	29,27 a	0,3447 ab
DMS (5%)	10,56	0,21
CV (%)	24,08	41,81

¹ Dados transformados em arc seno $(x/100)^{1/2}$; ² Dados não transformados; ³ Fotoperíodo de 8 horas; ⁴ Ausência total de luz; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade. DMS (%): diferença mínima significativa e CV (%): coeficiente de variação, expressos em porcentagem.

Tabela 2. Comparação das médias para porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Areca triandra* Roxb. ex Buch.-Ham., submetidas a quatro temperaturas e dois regimes de luz. Jaboticabal, SP, 2020.

Médias	G% ¹	IVG ²
Luz ³	60,65 a	0,2067 a
Escuro ⁴	59,69 a	0,2043 a
DMS (5%)	8,26	0,03
25 °C	0,0 c	0,0 c
30 °C	53,62 b	0,1960 b
35 °C	56,83 b	0,1900 b
20-30 °C	53,49 b	0,1683 b
25-35 °C	76,76 a	0,2678 a
DMS (5%)	15,54	0,07
CV (%)	21,31	28,20

¹ Dados transformados em arc seno $(x/100)^{1/2}$; ² Dados não transformados; ³ Fotoperíodo de 8 horas; ⁴ Ausência total de luz; Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si na coluna, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade. DMS (%): diferença mínima significativa e CV (%): coeficiente de variação expressos em porcentagem.

Observa-se ainda (Tabela 1) que as porcentagens de germinação de sementes de *A. vestiaria* apresentadas são baixas (inferiores a 40%), se comparada com *A. triandra* (Tabela 2), podendo ser explicado pelo fato de que as sementes recalcitrantes, majoritariamente encontradas em espécies da família Arecaceae, não completam totalmente seu desenvolvimento e maturação, comportando-se como ortodoxas imaturas e, portanto, sendo liberadas da planta matriz antes de atingirem sua plena maturidade (Barbedo et al., 2013), todavia, para a espécie desta pesquisa, não foram encontrados na literatura estudos sobre a maturidade fisiológica de suas sementes.

Embora apresente amplitude quanto à temperatura para germinação, verificou-se que a constante de 35 °C afetou negativamente o processo germinativo, pois promoveu menor valor para a porcentagem de germinação e IVG para *A. vestiaria* (Tabela 1), tendo ocorrido similaridade com a espécie *Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Luz et al., 2008). Em geral, as sementes de palmeiras apresentam comportamento variável e não existe temperatura ótima e uniforme para a germinação de todas as espécies (Bewley et al., 2013).

Observa-se, para *A. triandra*, que a temperatura alternada 25-35 °C mostrou maiores valores para as características porcentagem de germinação (76,76%) e IVG

(0,2678), diferindo-se estatisticamente das demais. Ressalta-se ainda que não houve germinação na temperatura de 25 °C em ambos regimes de luz atribuídos (Tabela 2), o que demonstra a sensibilidade das sementes a essas condições, podendo ser considerada como uma característica adaptativa capaz de anular a germinação em épocas não ideais, até mesmo sendo designada como crítica para esta espécie. Para Baskin e Baskin (2014), diante de condições desfavoráveis o processo de germinação de algumas espécies pode ser dificultado.

Em determinadas espécies de palmeiras o fator luz se constitui como não limitante para a germinação, dessa forma as sementes se mostram indiferentes com relação à luz em seu processo germinativo, a citar *Mauritia flexuosa* L.F. (Almeida et al., 2018). Para muitas espécies, a presença de luz favorece a germinação das sementes, enquanto que em outras, o comportamento germinativo das sementes é favorecido mais na ausência do que na presença de luz (Melo et al., 2018). Sendo assim pode-se inferir que ambas as espécies desta pesquisa são classificadas como fotoblásticas neutras, visto que ocorreu germinação independente da presença ou ausência de luz, estando de acordo com o proposto por Bewley et al. (2013) e Marcos Filho (2015).

Em temperaturas mais baixas, as sementes germinam lentamente, devido à diminuição da sua atividade metabólica, retardando a velocidade do processo germinativo (Marcos Filho, 2015). Além disso, temperaturas superiores ou inferiores à temperatura ideal diminuem a velocidade de germinação, o que pode causar redução total da germinação, sendo que somente as sementes mais vigorosas conseguem germinar (Carvalho e Nakagawa, 2012).

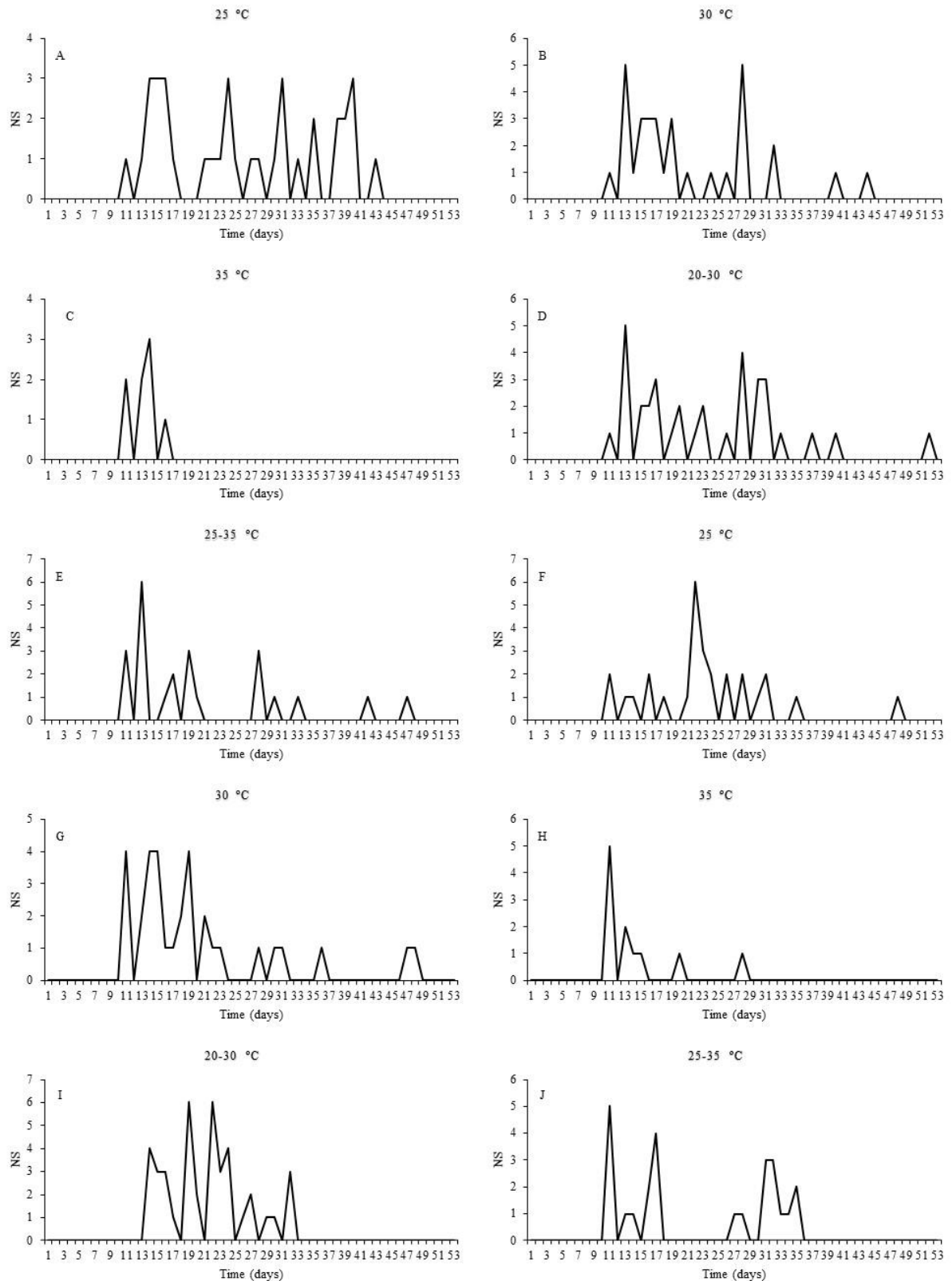
Existem espécies que apresentam percentagens mais altas de germinação quando submetidas a temperaturas alternadas, sendo indicativo de capacidade adaptativa às variações de temperatura do ambiente (Martins et al., 2010), acontecimento observado para as espécies *A. vestiaria* e *A. triandra*, respectivamente, nas temperaturas de 20-30 e 25-35 °C (Tabelas 1 e 2). Isso ocorre devido à semelhança com a germinação ambiental onde algumas espécies se desenvolvem, sendo as temperaturas diurnas mais altas que as temperaturas noturnas (Carvalho e Nakagawa, 2012). Adicionalmente, o conhecimento sobre a resposta das sementes à temperatura é primordial, pois torna possível compreender a amplitude de tolerância

das espécies, bem como as condições climáticas nas quais as culturas podem germinar e se estabelecer de maneira adequada (Motsa et al., 2015).

Algumas espécies de palmeiras também apresentaram resultados satisfatórios no processo germinativo de suas sementes quando submetidas a condições de temperaturas alternadas, a citar *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud, 20-30 °C (Pimenta et al., 2010); *Copernicia alba* Morong ex Morong & Britton, 20-30 °C (Masetto et al., 2012); *Bactris maraja* Mart., 26-40 °C (Rodrigues et al., 2014); *Livistona rotundifolia* (Lam.) Mart., 25-35 °C (Viana et al., 2016) e *Mauritia flexuosa* L.F, 20-30 °C (Almeida et al., 2018).

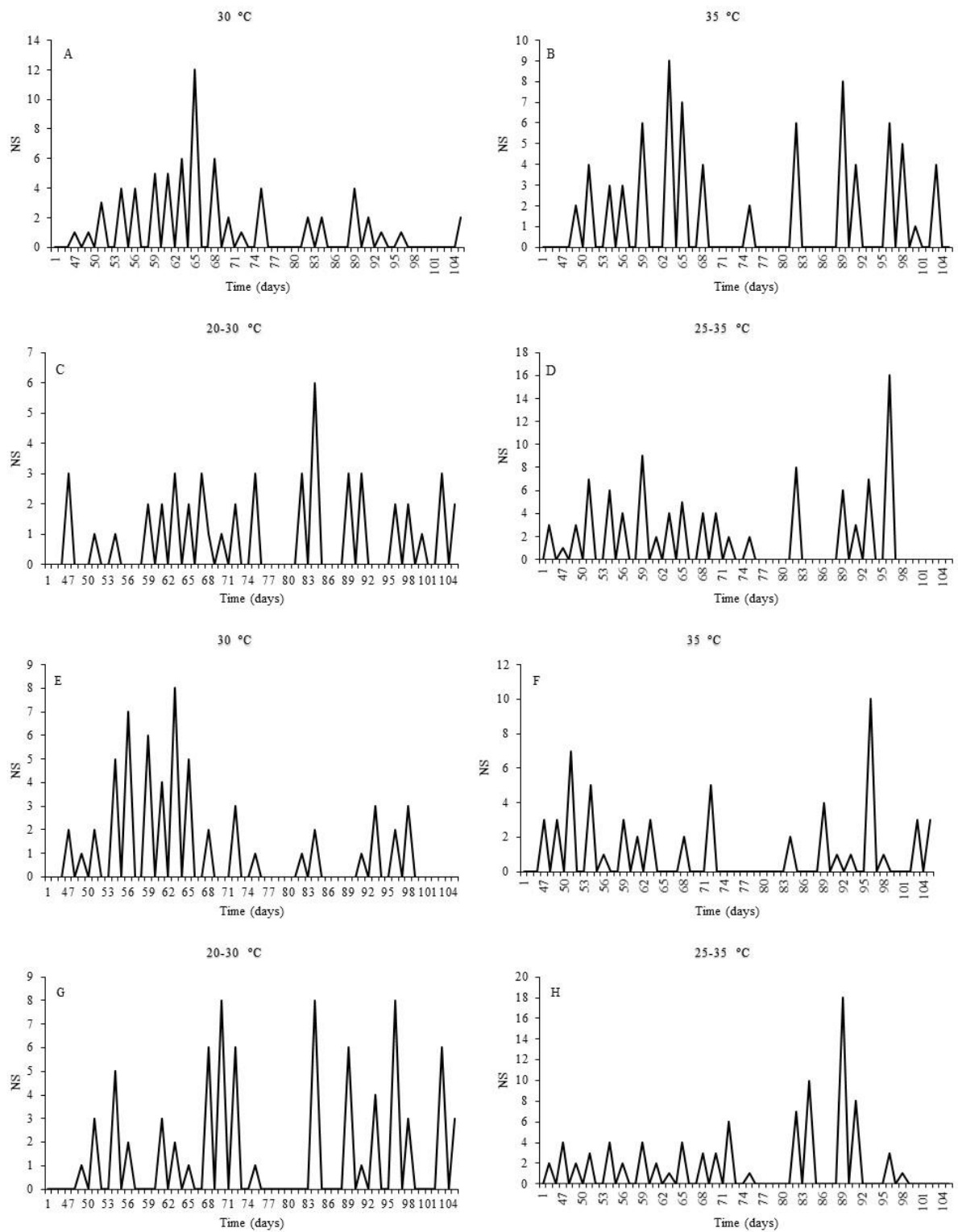
Entretanto, outras germinaram melhor em temperaturas constantes, como *Archontophoenix alexandrae* H. Wendl. & Drude, 25 °C (Teixeira et al., 2011); *Oenocarpus bacaba* Mart., 30 °C (José et al., 2012); *Sabal mauritiiformis* (H. Karst.) Griseb. ex. H. Wendl., 30 °C (Luz et al., 2014) e *Euterpe precatoria* Mart., 20 °C (Costa et al., 2018).

A germinação das sementes de *A. vestiaria* (Figura 1) e *A. triandra* (Figura 2) respondeu de forma heterogênea para todas as temperaturas nas condições de presença e ausência de luz, não havendo pico único expressivo, caracterizando um comportamento polimodal. Os resultados obtidos podem estar relacionados com o proposto por Meerow e Broschat (2015), em que sementes de palmeiras, em geral, apresentam germinação desuniforme e lenta, ocasionada por diversos fatores, como o estágio de maturação da semente e a presença de dormência mecânica causada por estruturas do fruto, como o endocarpo rígido, que conferem resistência à expansão do embrião.



NS – Número de sementes germinadas dia⁻¹, ao longo de 52 dias.

Figura 1. Distribuição da germinação de sementes de *Areca vestiaria* Giseke, submetidas a cinco temperaturas na presença (A, B, C, D e E) e ausência (F, G, H, I e J) de luz.



NS – Número de sementes germinadas dia⁻¹, ao longo de 105 dias.

Figura 2. Distribuição da germinação de sementes de *Areca triandra* Roxb. ex Buch.-Ham., submetidas a quatro temperaturas na presença (A, B, C e D) e ausência (E, F, G e H) de luz.

Para a espécie *A. vestiaria*, a germinação iniciou no 11º dia para todas as temperaturas e regimes de luz (Figura 1). A estabilização na presença de luz ocorreu ao 16º; 43º; 44º; 47º e 52º dia, respectivamente, para as temperaturas de 35; 25; 30; 25-35 e 20-30 °C. Maiores picos foram notados nos dias 14º; 15º; 16º; 24º; 31º e 40º para a temperatura de 25 °C com 3 sementes germinadas (Figura 1A). Para a temperatura de 30 °C, ocorreu aos 13º e 28º dias com 5 sementes (Figura 1B). Para 35 °C ocorreu ao 14º dia com 3 sementes (Figura 1C). A temperatura alternada de 20-30 °C alcançou maiores picos nos dias 13º e 28º com 5 e 4 sementes germinadas, respectivamente (Figura 1D), e 25-35 °C no 13º dia com 6 sementes (Figura 1E).

Na ausência de luz, a estabilização da germinação para *A. vestiaria* ocorreu ao 28º; 32º; 35º e 48º dia, respectivamente, para as temperaturas de 35; 20-30; 25-35; 25 e 30 °C. Maiores picos foram notados ao 22º dia para a temperatura de 25 °C com 6 sementes germinadas, 11º (Figura 1F); 14º; 15º e 19º dia para 30 °C com 4 sementes (Figura 1G). Para 35 °C, ocorreu no 11º dia com 5 sementes (Figura 1H), 20-30 °C aos 19º e 22º dias com 6 sementes (Figura 1I), e 25-35 °C aos 13º e 17º dias, com 5 e 4 sementes (Figura 1J).

Para a espécie *A. triandra*, na presença de luz, as temperaturas de 30 °C e 20-30 °C iniciaram o processo germinativo ao 47º dia (Figura 2A; 2C), 35 °C no 49º e 25-35 °C ao 45º dia (Figura 2B; 2D). A estabilização da germinação ocorreu no 96º; 103º e 105º dia, respectivamente, para as temperaturas de 25-35; 35; 30 e 20-30 °C. Maiores picos foram observados nos dias 63º; 65º; 84º e 96º para as temperaturas de 35; 30; 20-30 e 25-35 °C com 9; 12; 6 e 16 sementes germinadas, respectivamente.

Na ausência de luz, o processo germinativo para *A. triandra* iniciou no 45º dia com a temperatura alternada de 25-35 °C (Figura 2H), posteriormente ao 47º dia para 30; 35 e 20-30 °C (Figura 2E; 2F; 2G). A estabilização ocorreu ao 98º dia para 30 e 25-35 °C e ao 105º para 35 e 30-30 °C. No que se refere aos maiores picos de germinação, estes ocorreram no 63º; 96º e 89º dias para as temperaturas de 30; 35 e 25-35 °C, por conseguinte a temperatura alternada de 20-30 °C alcançou picos iguais aos 70º, 84º e 96º dias. O número de sementes germinadas para cada pico foi de 8; 10; 8 e 18, respectivamente, para 30; 35; 20-30 e 25-35 °C.

A espécie *Oenocarpus bacaba* Mart. estudada por José et al. (2012), necessitou apenas de 30 dias para que ocorresse a germinação total. Viana et al. (2016), pesquisando sobre *Livistona rotundifolia* (Lam.) Mart., observaram que essa espécie precisou de 39 dias. A espécies *Euterpe edulis* Mart. necessitou de 63 dias, conforme apresentado por Aguiar et al. (2017), corroborando com o exposto por Meerow e Broschat (2015).

Além disso, a heterogeneidade da germinação dentro de um mesmo lote de sementes da mesma espécie distribui o estabelecimento de indivíduos ao longo do tempo e, com isso, a população sobrevive às fases inadequadas ao seu desenvolvimento no campo (Carvalho e Nakagawa, 2012). Contudo, quanto maior o número de dias para a plântula emergir e a permanecer nos estádios iniciais de desenvolvimento, maior será a vulnerabilidade às condições do ambiente (Marcos Filho, 2015). No entanto, para o produtor que busca uma germinação rápida e homogênea, acaba por se tornar um entrave, comprometendo sua produção, principalmente se for em grande escala.

Os resultados indicam que as espécies utilizadas nesta pesquisa, mesmo pertencendo ao mesmo gênero, possuem mecanismos diferentes referentes ao processo germinativo de suas sementes, sendo que *A. vestiaria* obteve porcentagem de germinação inferior se comparada com *A. triandra*. A resposta à variação de temperatura no processo germinativo de ambas as espécies pode estar diretamente relacionada com o local de cultivo das matrizes, sendo, de acordo com Köppen (1948), para a região de Brumadinho, MG, temperaturas médias anuais de 20,5 °C e, para Jaboticabal, SP, de 32,5 °C.

Para ambas as espécies, a germinação ocorreu em variadas temperaturas (constantes e alternadas), o que pode ser indicativo de adaptabilidade às flutuações térmicas do ambiente, dessa forma, tornando-as capazes de resistir a diferentes condições climáticas. Todavia, a espécie *A. triandra* parece apresentar dormência em decorrência do período prolongado para o início de germinação, necessitando assim de novos estudos tratando sobre os métodos de superação de dormência, porém devendo sempre levar em consideração seu custo efetivo e facilidade de execução.

4. CONCLUSÕES

Temperaturas de 30 e 20-30 °C são indicadas para germinação de sementes da espécie *Areca vestiaria* e, 25-35 °C para *Areca triandra*, sendo ambas classificadas quanto ao estímulo luminoso como fotoblásticas neutras.

5. REFERÊNCIAS

Aguiar FFA, Kanashiro S, Giampaoli P, Modolo VA, Aguiar J, Tavares AR (2017) effects of light, temperature and mesocarp on seed germination of *Euterpe edulis* (juçara-palm). **Bioscience Journal** 33:881-885.

Almeida LCP, Pivetta KFL, Gimenes R, Romani GN, Ferraz MV, Mazzini-Guedes (2018) Temperature, light, and desiccation tolerance in seed germination of *Mauritia flexuosa* L.F. **Revista Árvore** 42. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882018000300005>

Barbedo CJ, Centeno DDC, Ribeiro RCLF (2013) Do recalcitrant seeds really exist?. **Hoehnea** 40:583-593. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000400001>

Baskin CC, Baskin JM (2014) **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2ª ed., San Diego, USA: Academic/Elsevier, 1602p.

Bewley JD, Bradford KJ, Hilrost HWM, Nonogaki H (2013) **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3ª ed., New York: Springer, 392p.

Brançalion PHS, Viani RAG, Rodrigues RR, Gandolfi S (2012) Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 1ª ed., Viçosa: UFV, p.262-293.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2009) **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 399p.

Carvalho N.M, Nakagawa J (2012) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 590p.

Coelho MFB, Sanches VL, Azevedo RAB (2012) Emergência de sementes de timbó em diferentes condições de luz. **Revista Caatinga** 25:194-198.

Costa CRX, Pivetta KFL, Souza GBR, Mazzini-Guedes RB, Pereira STS, Nogueira MR (2018) Efeitos da temperatura, luz e dessecação na germinação de sementes de palmeiras de *Euterpe precatoria*. **American Journal of Plant Sciences** 9:98-106.

Eiserhardt WL, Svenning JC, Kissling D, Balsev H (2011) Geographical ecology of the palms (Arecaceae): determinants of diversity and distributions across spatial scales. **Annals of Botany** 108:1391-1416. <https://doi.org/10.1093/aob/mcr146>

José AC, Erasmo EAL, Coutinho AB (2012) Germinação e tolerância à dessecação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes** 34:651- 657. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222012000400017>

Köppen W (1948) **Climatologia: comum estudo de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Económica, 478p.

Lorenzi H, Noblick L, Kahn F, Ferreira E JL (2010) **Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. 1nd ed. Nova Odessa: Plantarum, 368p.

Lorenzi H, Souza HM, Costa JTM, Cerqueira LSC, Ferreira E (2004) **Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Plantarum, 416p.

Luz PB, Pimenta RS, Pivetta KFL (2014) Efeito do estágio de maturação e da temperatura na germinação de sementes de *Sabal mauritiiformis*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** 20:43-52.

Luz PB, Pimenta RS, Pizetta PUC, Castro A, Pivetta KFL (2008) Germinação de sementes de *Dypsis decaryi* (Jum.) Beentje & J. Dransf. (Arecaceae). **Ciência e Agrotecnologia** 32:1461-1466. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000500016>

Maekawa L, Albuquerque MCF, Coelho MFB (2010) Germinação de sementes de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze em diferentes temperaturas e condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais** 12:23-30.

Maguire JD (1962) Speed of germination-aid in selection evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science** 2:176-177.

Marcos Filho J (2015) **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2nd ed. Piracicaba: FEALQ, 660p.

Martins BAB, Chamma HMCP, Dias CTS, Christoffoleti PJ (2010) Germinação de *Borreria densiflora* var. latifolia sob condições controladas de luz e temperatura. **Planta Daninha** 28:301-307. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000200009>

Masetto TE, Scalon SPQ, Brito JQ, Moreira FH, Ribeiro DM, Rezende RKS (2012) Germinação e armazenamento de sementes de carandá (*Copernicia alba*). **Cerne** 18:541-546.

Meerow AW, Broschat TK (2015) **Palm seed germination**. Gainesville: UF/IFAS Extension. (Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension. BUL274).

Melo LDFA, Melo Júnior JLA, Araújo Neto JC, Ferreira VM, Neves MIRS, Chaves LFG (2018) Influence of light, temperature and humidity on substrate and osmoconditioning during the germination of *Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze. **Australian Journal of Crop Science** 12:1177-1183. <https://doi:10.21475/ajcs.18.12.07.PNE1139>

Motsa MM, Slabbert MM, Averbeke WV, Morey L (2015) Effect of light and temperature on seed germination of selected African leafy vegetables. **South African Journal of Botany** 99:29-35. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.03.185>

Peske ST, Villela FA, Meneghello GE (2012) **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3nd ed. Pelotas: UFPel, 573p.

Pimenta RS, Luz PB, Pivetta KFL, Castro A, Pizetta PUC (2010) Efeito da maturação e temperatura na germinação de sementes de *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud - Arecaceae. **Revista Árvore** 34:31-38. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000100004>

Rodrigues JK, Mendonça MS, Gentil DFO (2014) Efeito da temperatura, extração e embebição de sementes na germinação de *Bactris maraja* Mart. (Arecaceae). **Revista Árvore** 38:857-865. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000500010>

Teixeira MT, Vieira HD, Partelli FL, Silva RF (2011) Despolpamento, armazenamento e temperatura na germinação de sementes de Palmeira Real Australiana. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 41:378-384. <https://doi.org/10.5216/pat.v41i3.9617>

Viana FAP, Pivetta KFL, Rocha LGS (2016) Efeito da escarificação e da temperatura na germinação de sementes de *Livistona rotundifolia* (Lam.) Mart. **Cultura Agronômica** 25:65-70.