INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA

Programa de Pós Graduação em Ciências de Florestas Tropicais

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *OENOCARPUS* Mart.: Efeito do dessecamento em sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart. e da temperatura em sementes de *Oenocarpus bataua* Mart.

LYDIANE LUCIA DE SOUSA BASTOS

Manaus / AM
Setembro – 2014

LYDIANE LUCIA DE SOUSA BASTOS

GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *OENOCARPUS* Mart.: Efeito do dessecamento em sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart. e da temperatura e sementes de *Oenocarpus bataua* Mart.

ISOLDE DOROTHEA KOSSMANN FERRAZ

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em **Ciências de Florestas Tropicais**, área de concentração **Silvicultura Tropical**

Manaus / AM
Setembro - 2014

BANCA JULGADORA

Drª. Maria Cristina de Figueiredo Albuquerque (UFMT)

Drª. Yêda Maria Boaventura Corrêa Arruda (UFAM)

Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira (INPA)

B327 Bastos, Lydiane Lucia de Sousa
Germinação de sementes de Oenocarpus mart.: efeito do dessecamento em sementes de Oenocarpus bacaba Mart. e da temperatura em sementes de Oenocarpus bataua Mart. / Lydiane Lucia de Sousa Bastos. --- Manaus: [s.n.], 2014.
xii, 50 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2014.
Orientador : Isolde de Dorothea Kossmann Ferraz.
Área de concentração : Ciências de Florestas tropicais.

1. Sementes. 2. Germinação. 3. Propágulo. I. Título.

CDD 584.5

Sinopse:

Foi estudada a germinação de duas palmeiras Amazônicas de importância regional, *Oenocarpus bacaba* Mart e *O. bataua* Mart. sob o efeito da temperatura e dessecamento, objetivando aumentar as informações básicas sobre a fisiologia de suas sementes e contribuir com os planos de silvicultura dessas espécies. Os resultados revelaram que sementes de *O. bacaba* são muito sensíveis ao dessecamento, perdendo sua viabilidade em até 50% de germinação após quatro horas de secagem; e sementes de *O. bataua* toleram temperaturas entre 15 e 35 º C com porcentagem de mais de 90% de germinação.

Palavras-chave: Germinabilidade, sementes, palmeiras, desidratação, temperatura

À minha mãe Lydia Lúcia, exemplo de força e amor e à minha filha Linda Luz, que desde que chegou iluminou minha vida!

Dedico

Agradecimentos

A Deus e Meishu Sama, pela luz que traz a paciência e ilumina minhas escolhas.

Aos meus pais pela educação, incentivo e apoio financeiro nos momentos cruciais.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, em especial ao Curso de Pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais, pela oportunidade de aprofundar meu conhecimento científico.

A Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado do Amazonas – FAPEAM pela concessão da bolsa de pesquisa.

A Dra. Isolde Ferraz, pela orientação, ensinamentos, apoio, amizade. Um exemplo de mulher, pesquisadora e mãe!!

Ao Dr. Manuel de Jesus Vieira Lima Jr, pelas correções, puxões de orelha e conselhos valiosos, que me incentivaram a prosseguir quando eu achava que já não daria mais conta..

Aos amigos de Laboratório de Sementes: Geângelo, Adriano, Semirian, Danilo, Débora, Rafael, Isabela, Itamara, Valdieki, Izis, Fernanda e Suzana, que sempre me ajudaram nas avaliações, principalmente no fim da minha gravidez! Pela união e companhia nas trilhas e festinhas! Valeu gente!!!

Aos amigos que me ajudaram na coleta das sementes: Rodrigo, Sassá, Eudisvan, Igor, Angélica, Taiane, Cléo, Adriano, Henrique e Suiço! Que fizeram de cada dia de campo uma aventura gostosa de se viver!!

Aos companheiros de república Túlio e Sian, pelas conversas etílicas sempre regadas a descobertas científicas inimagináveis!

A turma de mestrado CFT 2012 pelo companheirismo, respeito e amizade! Muito obrigada mesmo gente!!!

"In palmis semper juventus parents; in palmis Resurgo"

(Frederick Von- Martius 1794-1868)

RESUMO

Oenocarpus bacaba Mart. e *Oenocarpus bataua* Mart. são palmeiras nativas da região amazônica utilizadas para produção de sucos, a partir da polpa dos frutos e de óleo extraído das sementes. Ambas as espécies ocorrem em ambientes florestais de terra-firme, sendo *O. bacaba* preferencialmente no platô e *O. bataua* nos baixios. A propagação dessas espécies se dá por sementes que não toleram desidratação. O objetivo deste estudo foi avaliar o processo germinativo das sementes sob o efeito de dois fatores ambientais: *água*, em sementes de *O. bacaba* e *temperatura*, em sementes de *O. bataua*. No estudo de desidratação das sementes de *O. bacaba*, foi avaliado o desenvolvimento da parte aérea sob condições de viveiro, comparando sementes com dez diferentes teores de água (40 - 5%).As sementes recém processados e depois de 4 horas de secagem sem aquecimento com 41 % e 39 % de teor de água, respectivamente, apresentaram as maiores taxas de germinação, podendo ser considerado o último como teor de água de segurança. O teor de água crítico foi entre 36,7 e 34,2%, dependendo do critério de germinação, no qual houve a redução de 50% da gemrinabilidde.O teor de água letal foi ≤26% quando a nenhuma semente mais germinou. O avanço do desenvolvimento aumentou a sensibilidade ao dessecamento, sendo a formação de 1ª bainha menos sensível ao dessecamento que a expansão dos eofilos.O efeito da temperatura foi testado em sementes de *O. bataua* sob oito temperaturas constantes (entre 5 e 40 °C) e duas temperaturas alternadas (em ciclos de 12 horas com 20/30 e 15/35 °C). Na avaliação do efeito da temperatura sobre o processo germinativo de *O. bataua*, a formação do botão germinativo foi observada em temperaturas entre 10 a 40 ºC, porém, critérios de germinação de estágios mais desenvolvidos as plântulas foram mais sensíveis ao estresse térmico e a faixa de temperatura de germinação ficou cada vez mais estreita.Para todos os critérios observados, até a formação de 2ª bainha, temperaturas constantes de 25 e 30 °C resultaram numa percentagem mais alta de germinação em menor tempo, podendo estas condições térmicas ser recomendadas para a avaliação da qualidade das sementes.

ABSTRACT

Oenocarpus bacaba Mart. and *Oenocarpus bataua* Mart. are native palm trees from Amazon region, and it is used for fruit pulp and seed oil production.Both species occur in terra firme forest, *O. bacaba* preferably on the plateau and *O. bataua* in the lowland forest. These species seeds that do not tolerate desiccation do the propagation of these species. The objective of this study was to evaluate seed germination under the influence of two environmental factors: the water in *O. bacaba* seeds and the temperature in *O. bataua* seeds. In the desiccation study of *O. bacaba* seeds, shoot development was scored under nursery conditions, comparing ten different seed moisture contents between 40 - 5%. The freshly processed seeds, dried by using forced air, in four hours to 41% and o 39% seed moisture content, respectively, had the highest germination rates, thus the latter can be considered the safety limit of moisture content. The critical limit of water content was between 36,7 to 34,2 %, depending on the germination criteria, in which germinability was reduced by 50%. The lethal water content was ≤26% when germinability was lost. With the advancement of development sensitivity to desiccation increased, and the formation of the 1st sheath was less sensitive to desiccation than the expansion of the eophylls. The temperature effect was tested in *O. bataua* seeds with eight constant temperatures (between 5 and 40 ° C) and two alternating temperatures (12-hour cycles at 20/30 and 15/35 °C). In evaluating the effect of temperature on the germination of *O. bataua*, the formation of the germinal button was observed between 10 and 40 °C, however, with advancement in development of the seedlings, it was observed that it became more sensitive to thermal stress, and the temperature range for germination became increasingly narrow. For all germination criteria observed until the formation of the 2nd sheath, constant temperatures of 25 to 30 °C resulted in highest germination percentage in the shortest time, these thermal conditions can be recommended to assess the quality of *O. bataua* seeds.

SUMÁRIO

RESUMO..... VIII
ABSTRACT..... IX
LISTA DE FIGURAS..... XI
INTRODUÇÃO GERAL..... 12-14
REVISÃO DE LITERATURA..... 15-19
OBJETIVOS..... 20
CAPITULO I: Efeito do dessecamento na germinação de sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart..... 21-33
CAPITULO II: Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* Mart..... 34-48
SÍNTESE..... 49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 50

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. A: germinação remota. B: germinação adjacente. 15

Figura 2. A: 1º estádio de desenvolvimento com a formação do botão germinativo. B: 2º estádio de desenvolvimento com a formação da raiz primária. C: 3º estádio de desenvolvimento com a formação de bainhas e primeira folha (eofilo). 16

Figura 3. Germinação acumulada (%) de sementes recém-beneficiadas de *Oenocarpus bacaba* avaliando quatro diferentes critérios de desenvolvimento sob condições de viveiro num período de 105 dias. 25

Figura 4. Germinação acumulada (%) de quatro critérios de desenvolvimento de *Oenocarpus bacaba* ao longo do dessecamento das sementes. A linha de cor laranja indica a germinação de 50% das sementes germináveis. 26

Figura 5. Velocidade de secagem das sementes de *Oenocarpus bacaba* em ambiente natural (30 ºC ±5 ºC) e sílica gel a partir de 15%. 28

Figura 6. Critérios de desenvolvimento germinativo de sementes de *Oenocarpus bataua*. A: botão germinativo; B: raiz primária; C: 1ª bainha e D: 2ª bainha. 37

Figura 7. Germinação acumulada (%) de quatro critérios de germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* sob oito diferentes temperaturas constantes 60 dias após semeadura. 38

Figura 8. Efeito da alternância de temperatura num intervalo de 10 e 20 °C em comparação com a média de 25 °C sob quatro critérios de germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* 60 dias após a semeadura. 40

Figura 9. Velocidade de desenvolvimento (1/T50%) sob efeito da alternância de temperatura num intervalo de 10 e 20 °C em comparação com a média de 25 °C sob quatro critérios de germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* 60 dias após a semeadura. 41

Figura 10. Germinação acumulada (%) de quatro critérios germinativos de sementes de *Oenocarpus bataua* nas temperaturas de 25 (A) e 30 °C (B). 42

INTRODUÇÃO

Compondo à família Arecaceae (Palmae), as palmeiras são plantas monocotiledôneas, lenhosas, formando um grupo com morfologia muito característica, que permite mesmo aos mais leigos, a sua identificação sem maiores dificuldades (Sodré, 2005). É considerada uma das maiores famílias botânicas do mundo e estima-se que existem cerca de 200 gêneros, e entre 2000 a 2600 espécies (Ribeiro *et al*., 1999; Del Cañizo, 2002; Lorenzi *et al.*, 2004; Govaerts e Dransfield 2004). O Brasil é apontado como o terceiro país mais rico em diversidade de palmeiras nativas, possuindo 36 gêneros e 195 espécies, sendo muitas delas consideradas de importância econômica, social e ambiental (Giulietti *et al.*, 2005).

As palmeiras têm importância econômica (produção de frutos, palmito, biocombustível), social (uso em rituais religiosos e medicina natural) e ambiental (na manutenção da fauna e exercendo dominância em diversos habitats) (Mourão *et al.*, 1980; Del Cañizo, 2002; Brum, 2011). Na Amazônia, das seis espécies denominadas "oligárquicas", ou seja, aquelas que dominam um local e exercem influência sobre esse local, quatro são palmeiras (*Euterpe oleracea* Mart., *Oenocarpus bataua* Mart., *Mauritia flexuosa* L. *e Orbignya phalerata* Mart.), cujas populações naturais produzem até 11,1 toneladas de frutos/ha/ano, podendo gerar rendas substanciais e ecologicamente sustentáveis (Peters *et al.*, 1989).

No entanto, a maioria das espécies amazônicas ainda é pouco conhecida quanto ao potencial de exploração econômica e sua contribuição para o bem-estar humano, assim como na economia nacional (Clement *et al.*,1982). Desta forma, para aproveitar o potencial das palmeiras regionais e a incorporação à lista de produtos comerciais, torna-se necessária a ampliação dos estudos básicos e desenvolvimento de métodos adequados para seu manejo.

Com intuito de estimular o uso mais racional das espécies e para o desenvolvimento de técnicas eficientes de produção de mudas de palmeiras, os estudos descritivos da germinação de sementes são importantes (Pinheiro e Araújo Neto 1987; 1985). A propagação das palmeiras se dá principalmente por sementes, que apresentam para a maioria das espécies germinação irregular, lenta e frequentemente em porcentagens baixas, perdendo a viabilidade rapidamente quando desidratadas (Broschat 1994).

O processo germinativo depende de fatores intrínsecos à semente (dormência, inibidores e promotores de germinação), mas também de fatores externos. Oxigênio, água e temperatura são os principais fatores ambientais que afetam a germinação de sementes

(Bewley e Black, 1994), sendo água e temperatura normalmente manipuladas no manejo das sementes e na produção de mudas.

A água faz parte de todos os processos fisiológicos de formação e desenvolvimento da semente. No final da maturação, as sementes passam geralmente por um processo natural de dessecação ainda na planta mãe, para então serem dispersas, podendo ser secadas ainda mais para o seu armazenamento (Hong e Ellis, 2002). A tolerância à dessecação é a capacidade de sobrevivência sob ausência quase que completa de água e recuperação das atividades metabólicas após hidratação. Em relação à sensibilidade à dessecação, as sementes podem ser classificadas em ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias.

São denominadas ortodoxas as sementes que toleram secagem até um teor de água entre 2% e 5% e podem ser mantidas em armazenamento com temperatura abaixo de 0 ºC por longos períodos (Hong e Ellis 2002). As recalcitrantes, não passam pela perda de água acentuada no final da maturação e são dispersas com teores de água elevados de 20% a 50%, e não toleram o dessecamento, assim, não podem ser armazenadas por longos períodos e apresentam curta longevidade. Isso acontece porque a desidratação de sementes recalcitrantes desencadeia a desnaturação de proteínas, alterações na atividade de enzimas peroxidases e danos nos sistemas de membranas o que ocasiona a perda de viabilidade (Pammenter e Berjak 1999). As sementes classificadas como intermediárias, toleram dessecação a graus de umidade em torno de 10% a 12% e tem viabilidade reduzida a graus de umidade inferiores a esses (Ellis *et al.*, 1990).

Quanto à tolerância à perda de água, a família Arecaceae apresenta espécies com sementes classificadas nas três categorias: ortodoxas, intermediárias e recalcitrantes (Orozco-Segovia *et al.*, 2003). No caso específico das duas espécies abordadas neste estudo, *Oenocarpus bacaba* Mart. e *Oenocarpus bataua* Mart. o caráter recalcitrante já foi determinado para ambas as espécies (José *et al.*, 2012; Nazário e Ferreira, 2012), sendo a maior dificuldade no manejo das sementes visando à intolerância ao dessecamento. Entretanto, falta detalhamento sobre o grau de recalcitrância de sementes de *O. bacaba*, dificultando o planejamento na produção de mudas, principalmente no manejo e comércio das sementes.

Quanto ao comércio, há necessidades legais para a avaliação da qualidade das sementes. As Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e Instruções para Avaliação de Sementes Florestais são publicadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2013) e fornecem normas específicas para que todos os laudos sejam emitidos sob o mesmo padrão de qualidade. Sendo o conhecimento da temperatura mais adequada para a

germinação, uma das mais importantes, pois a temperatura afeta a velocidade do processo germinativo e sua porcentagem final. Na temperatura ótima a maior percentagem germinativa é alcançada em menor tempo; acima dela tem-se a máxima, e abaixo a mínima, representando limites de germinação quando extrapolados (Mayer e Poljakoff-Maiber, 1989 *apud* Ferraz e Varela, 2003). Estas temperaturas são nomeadas também de temperaturas cardeais e não são iguais para todas as espécies, pois dependem da época climática da germinação natural no habitat da espécie (Bewley e Black, 1994). Características ecológicas, tal como o grupo sucessional, podem ter participação na definição da temperatura que mais estimula o processo germinativo (Bracalion *et al.,* 2010).

As temperaturas cardeais podem se alterar também durante o desenvolvimento da planta, afetando as diversas estruturas de uma maneira distinta (Pisek *et al.,* 1973). Dessa forma, conhecer o efeito da temperatura sob os diferentes estádios germinativos é importante na definição do critério de germinação adotado para avaliar a qualidade de um lote de sementes. Em estudos fisiológicos considera-se a protrusão da primeira parte visível do embrião (geralmente a raiz primária) como a semente germinada (Bewley e Black, 1994). Na tecnologia de sementes, somente a formação de uma plântula normal é considerada como semente germinada (Brasil, 2009). Nas palmeiras podem ser considerados como critérios germinativos: a formação de botão germinativo, a protrusão da raiz primária, a formação de 1ª e 2ª bainhas e a plântula normal com a expansão dos eofilos (Iossi *et al.,* 2006; Oliveira *et al.,* 2010; Silva *et al.,* 2006; Nazário e Ferreira, 2012).

Em geral, as sementes de palmeiras requerem altas temperaturas para a uma germinação rápida e uniforme, podendo germinar entre 20 e 40º C e para a maioria das espécies, o intervalo entre 30 e 35º C apresenta os melhores resultados (Orozco-Segovia *et al.,* 2003). No entanto, para as duas espécies deste estudo não foram encontradas informações sobre suas temperaturas cardeais de germinação.

Desta forma, este trabalho visa preencher algumas lacunas de conhecimento vinculadas ao manejo e avaliação da qualidade das sementes, quanto a estudos sobre o dessecamento de sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart. e temperaturas cardeais de germinação de *Oenocarpus bataua* Mart. de modo a estimular os planos de cultivo destas espécies de alto valor nutritivo (National Academy of Sciences, 1975 *apud* Brum ,2011). Segue a seguir, uma abordagem sucinta sobre a germinação de sementes de palmeiras, uma descrição das principais características do gênero *Oenocarpus* Mart. e das espécies *Oenocarpus bacaba* Mart e *Oenocarpus bataua* Mart. visando os objetivos deste estudo.

REVISÃO DE LITERATURA

Germinação de sementes de palmeiras

Segundo o padrão de desenvolvimento das estruturas essenciais para a sobrevivência da plântula, existem dois tipos para a classificação da germinação de palmeiras: germinação remota e germinação adjacente. Na germinação remota o estádio inicial se dá com a emissão do pecíolo cotiledonar, que é alongado, em seguida a raiz primária e folhas se desenvolvem (Figura 1-A). Na germinação do tipo adjacente há a emissão do botão germinativo adjacente à semente. É a partir dessa primeira estrutura que a parte aérea e raízes se formam (Meroow e Broschat, 2012) (Figura 2).

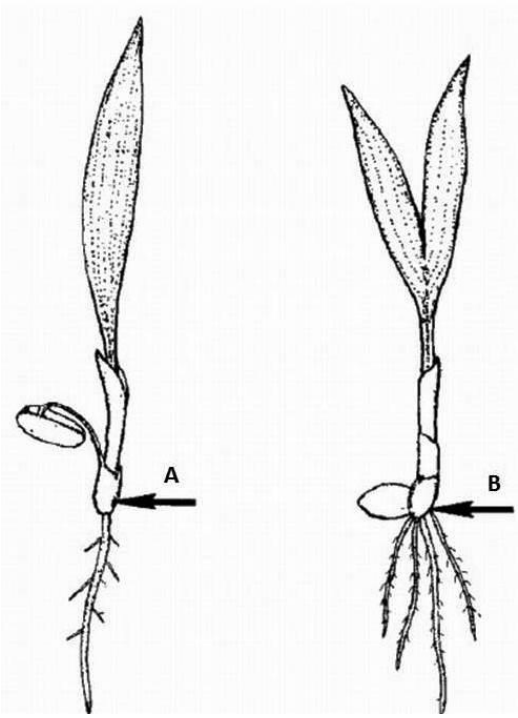

Figura 1. A: germinação remota. B: germinação adjacente.

As duas espécies abordadas neste estudo possuem germinação do tipo adjacente (Figura 1-B), neste tipo de germinação, algumas células do cotilédone se aglomeram e emergem para fora da semente uma estrutura conhecida como botão germinativo (Figura 2-A), que se torna cilíndrico e envolto por uma bainha fechada. O haustório permanece dentro da semente, funcionando como um órgão de absorção de nutrientes, transferindo as reservas nutritivas do endosperma para a plântula em desenvolvimento (Figura 2-C). A raiz primária é pequena e substituída por raízes adventícias, que são formadas a partir do eixo embrionário.

Em seguida a parte aérea da plântula se desenvolve, formando a 1ª bainha, 2ª bainha e por fim a primeira folha (eofilo) (Costa e Marchi, 2008) (Figura 2).

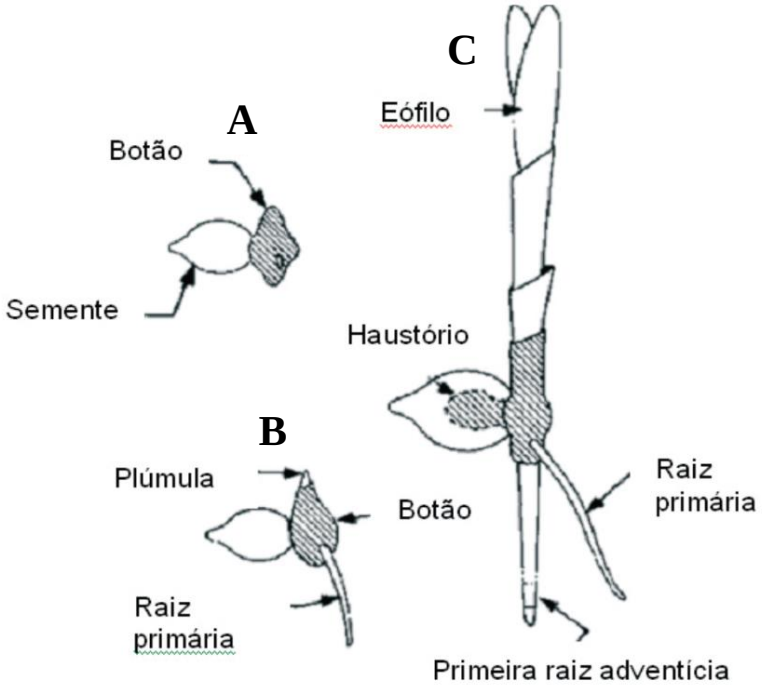

Figura 2. A: 1º estádio de desenvolvimento com a formação do botão germinativo. B: 2º estádio de desenvolvimento com a formação da raiz primária. C: 3º estádio de desenvolvimento com a formação de bainhas e primeira folha (eofilo).

***O gênero Oenocarpus* Mart.**

O gênero *Oenocarpus* faz parte da subfamília Arecoideae, uma das seis subfamílias que compõem a família Arecaceae. Esta subfamília possui seis tribos e o gênero *Oenocarpus* faz parte da tribo Areceae (Uhl e Dransfield, 1987).

Atualmente *Oenocarpus* é constituída de nove espécies (Mabberley, 2008). Porém esse número também é motivo de discussão entre os botânicos. As espécies do gênero *Oenocarpus* são caracterizadas por apresentarem um porte médio a grande, com estipe solitário ou cespitoso, visualmente anelado e de coloração marrom a cinza. As folhas são pinadas (simples apenas em *O. simplex*), com a bainha aberta ou formando uma coroa parcial na maioria das espécies. Os folíolos são numerosos e podem estar irregular ou regularmente espaçados e podem estar dispostos no mesmo plano ou em planos diferentes ao longo da ráquis. Geralmente são lineares e com a face abaxial esbranquiçada a acinzentada. As inflorescências surgem abaixo das folhas e possuem ramificações de uma ordem (exceto em

O. simplex, em que é bifurcada). Os longos pedúnculos florais são dispostos muito próximos, lembrando um rabo-de-cavalo, característica que distingue facilmente o gênero (Henderson *et al.*, 1995).

O gênero se distribui pela América do Sul e Norte da América Central, sendo que somente três espécies ocorrem além da região amazônica (Henderson *et al.*, 1995). Segundo o mesmo autor, a maior concentração de espécies ocorre na Amazônia Colombiana. De maneira geral, as espécies do gênero ocupam até 1000 m de altitude nos Andes e pelo menos 700 m nas terras altas das Guianas.

As espécies de *Oenocarpus*, de maneira geral, são usadas no preparo de um suco extraído da polpa dos frutos, denominado de "vinho" pelas populações locais (*Oenocarpus* significa "fruta de vinho") (Henderson *et al.*. 1995). A proteína presente na polpa dos frutos é comparável em qualidade à proteína animal (Balick *et al.*, 1982) e por este motivo a domesticação das espécies foi recomendada (National Academy of Sciences, 1975 *apud* Brum, 2011). Além disso, os frutos das espécies de *Oenocarpus* também são consumidos por grande número de animais como aves, macacos e roedores (Gomes-Silva *et al.*, 2004). Estes animais podem agir também como dispersores das sementes, principalmente os tucanos (Ramphastidae), que chegam a remover cerca de 80% dos frutos de *O. bacaba* (Zaminelli, 2006).

***Oenocarpus bacaba* Mart.**

O. bacaba ocorre na Amazônia em solos de terras firmes e também em áreas abertas e solos bem drenados de baixa altitude com precipitação média anual entre 1500 e 3000 mm (Miranda *et al.* 2001). Distribui-se pela Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Brasil. No Brasil, ocorre nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima (Missouri Botanical Garden, 2010). *O. grandis* Burret e *O. bacaba* var. *grandis* ((Burret) Wess.) são sinonímias botânicas de *O. bacaba* (Missouri Botanical Garden, 2010). É popularmente conhecida como bacaba (Brasil), manoco, milpesillo (Colômbia), comou (Guiana Francesa), lu (Guiana Inglesa), unguraui (Peru), koemboe (Suriname) e seje pequeño (Venezuela) (Henderson *et. al.*, 1995).

Seu potencial econômico baseia-se principalmente na utilização da polpa dos frutos e na extração de um óleo comestível das sementes, semelhante ao azeite de oliva (Peters *et. al.*, 1989). . Os resíduos do fruto podem ser utilizados como ração animal E Como uso popular o óleo é utilizado nas infecções pulmonares como a bronquite, sendo também utilizado no

tratamento da tuberculose e como purgativo. Os índios Bora do Peru usam as sementes em fase de germinação para preparar uma bebida que é utilizada nos casos de picada de cobra. A bacaba também produz palmito, sendo possível o consumo de subsistência. As folhas longas são empregadas para a cobertura e revestimentos de casas, sendo as fibras também utilizadas na confecção de artesanato como bolsas, sacolas, cestos, abanos, etc; A madeira do tronco pode ser utilizadA na construção civil, além de servir para confecção de arcos e flechas. (Medeiros, 2005).

A espécie *O. bacaba* possui estipe solitário, com 15 a 25 cm de diâmetro e até 20 m de altura (Bernal *et. al*., 1991). As folhas são geralmente espaçadas de forma irregular com até 6 m de comprimento, com 75 a 115 folíolos em cada lado, ordenados de forma irregular, agrupados a cada dois a sete folíolos e em diferentes planos ao longo da ráquis e suas sementes possuem o endosperma homogêneo (Bernal *et. al*., 1991). Seus cachos são sólidos e firmes, com cerca de 1,5 m de comprimento, os frutos são arredondados de 1,5 cm de diâmetro, a casca tem coloração roxo-escura quase preta, mesocarpo com cerca de 1,5 mm de espessura, brancacento, oleoso; a amêndoa está envolvida por um endocarpo delgado e fibroso (Medeiros, 2005). As flores são alvo-amareladas com frutos em cachos, drupas subglobosas de coloração negro-violácea, com polpa mucilaginosa muito oleaginosa, de sabor agradável, bastante utilizada para vinhos, sucos e sorvetes, além de ser útil na produção de xarope contra tosse (Peters *et. al.*, 1989).

A germinação de *O. bacaba* é do tipo adjacente ligulada, ou seja, a germinação acontece próxima à semente com a formação do botão germinativo, a partir do qual se formam a raiz primária e a parte aérea da plântula (Tomlinson, 1990). Após sete dias de semeadura em areia sob condições de viveiro, há o aparecimento do botão germinativo, e aos 35 dias a completa formação da primeira bainha. O desenvolvimento das plântulas acontece aos 125 dias, apresentando limbo de coloração verde-escura e base arroxeada (Queiroz e Bianco, 2009). A produção de mudas de *O. bacaba* é viável em viveiros, com mudas prontas para o transplantio em quatro meses e o cultivo é indicado para introdução em sistemas agroflorestais (Queiroz e Bianco, 2009).

O. bacaba é considerada uma espécie de comportamento recalcitrante, ou seja, sua semente não tolera perda de água, perdendo a viabilidade em poucas horas após o beneficiamento, sendo sementes com 26,6% de teor de água impossibilitadas de germinar (José *et. al.*, 2012).

***Oenocarpus bataua* Mart.**

O. bataua ocorre em ambientes florestais, preferencialmente encharcados, tanto em terras baixas como em terras altas, (de 50 a 500 m de altitude) (Bernal *et. al.*, 1991). Distribui-se amplamente pela Amazônia (Bolívia, Colômbia, Peru, Equador, Venezuela, Guiana, Guiana Francesa, Trinidad e Tobago e Brasil) (Missouri Botanical Garden, 2010). É popularmente conhecida como batauá, patauá (Brasil), milpesos, seje (Colômbia), trupa (Colômbia, Panamá), chapil (Equador), patawa (Guiana Francesa), turu (Guiana), unguraui (Peru), komboe (Suriname), yagua (Trinidad) e aricaguá (Venezuela) (Henderson *et al.*, 1995).

Seu potencial econômico é baseado na utilização da polpa do fruto para produção de vinho, que é bastante nutritivo e energético. Também se extrai o óleo que pode substituir o azeite de oliva, podendo ser usado ainda para conservar carnes e como combustível para iluminação (Miranda *et. al*., 2001). Ainda segundo os autores, as folhas de patauá são utilizadas como coberturas de moradias, e pelos índios na confecção de trançados, tais como abanos, bolsas, cestos etc. O caule duro e resistente é empregado em construções rurais e para fazer arcos e pontas de flechas. Como uso popular o óleo é usado no controle de queda de cabelo, caspa, bronquite e tuberculose. As raízes adventícias são usadas no combate de lombrigas, diarreias e enxaquecas. As inflorescências jovens são comestíveis, e quando queimadas suas cinzas são utilizadas pelos indígenas para obtenção de sal (Miranda *et. al*., 2001).

Essa espécie possui estipe com até 26 m de altura e 15 a 45 cm de diâmetro. As folhas podem atingir até 8 m de comprimento com 65 a 100 folíolos esbranquiçados na face abaxial, dispostos de forma regular e no mesmo plano em cada lado da ráquis. A bainha possui fibras negras e longas (Henderson *et al.*, 1995). Os frutos são ovóide-elipsóides lisos, medindo 3,5 x 1,8 cm de diâmetro, de coloração escuro arroxeado (Miranda *et al.*, 2001), com sementes contendo endosperma ruminado (Bernal *et al.*, 1991).

É uma espécie propagada por sementes, as quais começam a germinar em períodos que variam de 44 a 52 dias após a semeadura (Balick *et al.*, 1988; Villachica, 1996 *apud* Gomes-Silva, 2004). Esse intervalo de tempo pode variar devido a vários fatores como: tipo de substrato utilizado, quantidade de umidade, luz e a temperatura durante os testes de germinação (Gomes-Silva, 2004). As sementes de patauá são sensíveis ao dessecamento, sendo classificadas como recalcitrantes com teor de água crítico de 35,0% e teor de água letal de 24,3% (Nazário e Ferreira, 2012).

OBJETIVOS

Objetivo geral

Preencher lacunas de conhecimento para o manejo e avaliação da qualidade das sementes de duas palmeiras com interesse econômico na região amazônica: *Oenocarpus bacaba* e *Oenocarpus bataua.*

Objetivos específicos

- Avaliar o processo germinativo de *O. bacaba* sob efeito do dessecamento e determinar os teores de água de segurança, crítico e letal das sementes comparando quatro critérios de germinação utilizados em palmeiras.
- Avaliar o processo germinativo de *O. bataua* sob efeito de temperaturas constantes e alternadas e determinar as temperaturas cardeais comparando quatro critérios de germinação utilizados em palmeiras.

CAPÍTULO I

Efeito do dessecamento na germinação de sementes de *Oenocarpus bacaba* Mart. [1]

RESUMO

Oenocarpus bacaba é uma palmeira nativa da região Amazônica, utilizada pela população local para fabricação de sucos, a partir da polpa dos frutos e de um óleo comestível bastante nutritivo que é extraído das sementes, por esta razão a domesticação da espécie foi indicada. É uma espécie com sementes de comportamento recalcitrante, pois não toleram a perda de água. Este estudo buscou detalhar o efeito do dessecamento sobre o progresso germinativo das sementes comparando quatro critérios de germinação (1ª, 2ª bainha, eofilo fechado e expandido) e determinar o teor de água de segurança, crítico e letal. As sementes foram secadas em dez níveis de teores de água (40, 35, 30, 25, 20, 15, 12,5, 10, 7,5 e 5%). Para a avaliação do processo germinativo foram utilizadas seis repetições de 20 sementes, observando diariamente os quatro critérios de germinação no viveiro durante 105 dias. As variáveis de porcentagem de germinação e tempo médio de germinação foram calculadas para cada critério germinativo e realizado a análise de variância seguida pelo teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias. As sementes foram muito sensíveis ao dessecamento e perderam sua viabilidade em poucas horas. As sementes recém-beneficiadas possuíram teor de água de 41,1% e não apresentaram perda de germinabilidade com secagem até 39%. Pelo teor de água crítico, que reduz a porcentagem inicial em 50%, foi possível observar diferenças na sensibilidade ao dessecamento entre os critérios de germinação. O avanço do desenvolvimento aumentou a sensibilidade ao dessecamento, sendo a formação de 1ª bainha menos sensível ao dessecamento (teor de água crítico de 33%) que a expansão dos eofilos (teor de água crítico de 37%). Teores de água abaixo de 26% foram letais para as sementes. Recomenda-se que a semeadura seja feita imediatamente após o beneficiamento.

PALAVRAS-CHAVE: Desidratação; Propágulo; Arecaceae

1 A redação deste capítulo de dissertação, em formato de artigo, seguiu as normas da revista Journal of Seed Science. Versão impressa ISSN 0103-667X. Periódico classificado como qualis A pela Capes.

INTRODUÇÃO

Com relação à sensibilidade à dessecação e recuperação das atividades metabólicas após hidratação, as sementes podem ser classificadas em ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias (Roberts, 1973; Ellis *et. al.*, 1990). São denominadas ortodoxas as sementes que toleram secagem até um teor de água entre 2% e 5% e podem ser mantidas em armazenamento com temperatura abaixo de 0 ºC por longos períodos (Hong e Ellis, 2002). As recalcitrantes, não passam pela perda de água acentuada no final da maturação e são dispersas com teores de água elevados de 20% a 50%, e não toleram o dessecamento, assim, não podem ser armazenadas por longos períodos e apresentam curta longevidade. Isso acontece porque a desidratação de sementes recalcitrantes desencadeia a desnaturação de proteínas, alterações na atividade de enzimas peroxidases e danos nos sistemas de membranas o que ocasiona a perda de viabilidade (Pammenter e Berjak, 1999). As sementes classificadas como intermediárias, toleram dessecação a graus de umidade em torno de 10% a 12% e tem viabilidade reduzida a graus de umidade inferiores a esses (Ellis *et al.*, 1990).

É importante conhecer os limites de secagem tolerados pelas sementes de cada espécie, como o grau de umidade de segurança, crítico e letal. O teor de água de segurança é definido como o teor de água que pode ser atingido com a secagem, sem prejuízos à viabilidade das sementes. O teor de água crítico referente ao grau de umidade no qual se observa a perda de 50% do potencial germinativo das sementes e o teor de água letal corresponde ao limite abaixo do qual todas as sementes são mortas (Sacandé *et al*., 2004).

O. bacaba ocorre na Amazônia em solos de terras firmes e também em áreas abertas e solos bem drenados de baixa altitude com precipitação média anual entre 1500 e 3000 mm (Miranda *et al.* 2001). Seu potencial econômico baseia-se principalmente na utilização da polpa dos frutos e na extração de um óleo comestível das sementes, semelhante ao azeite de oliva (Peters *et al.*, 1989) por esta razão, a domesticação da espécie foi indicada (National Academy of Sciences, 1975 *apud* Brum, 2011).

O caráter recalcitrante das sementes de *O. bacaba* já é conhecido, pois sementes com 26,6% de teor de água perderam a germinabilidade (José *et. al.* 2012), entretanto o grau de recalcitrância com maior detalhamento ainda não foi estudado. Dessa forma, este trabalho busca detalhar o efeito do dessecamento sobre o progresso germinativo das sementes comparando quatro critérios de germinação (1ª, 2ª bainha, eofilo fechado e expandido) e

determinar o teor de água de segurança, crítico e letal, com a finalidade de se conhecer o grau de recalcitrância dessa espécie e melhorar o manejo das sementes para o seu cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e beneficiamento

Os frutos de *O. bacaba* foram coletados no município de Autazes - AM (distante 113 km da capital Manaus) em um plantio em propriedade particular. A primeira coleta ocorreu em setembro de 2013 e a segunda coleta em outubro do mesmo ano; ambos provenientes de sete árvores matrizes, sendo coletados cachos que estavam com todos os frutos de cor roxo-escuro. Nos dois momentos, a coleta foi realizada das mesmas matrizes sendo feita o homogeneização dos frutos, resultando em dois lotes: lote 1 proveniente do mês de setembro e lote 2 do mês de outubro.

Os frutos foram encaminhados em sacos de ráfia ao Laboratório de Sementes do INPA, onde foram imersos em água para amolecimento do epicarpo durante 24 horas em temperatura ambiente (32 ºC ± 4 ºC). A extração foi facilitada com máquina despolpadeira e as sementes foram lavadas em água corrente, friccionadas em peneira para a remoção dos restos da polpa. A retirada do excesso de água foi feita pela secagem de duas horas acima do balcão do laboratório.

Para se determinar o grau de recalcitrância das sementes de *O. bacaba* aplicou-se testes germinativos em sementes com 10 diferentes teores de água (40, 35, 30, 25, 20, 15, 12,5, 10, 7,5 e 5%). Esse teste foi dividido em dois momentos: processo de secagem e teste de germinação.

Processo de secagem

A tolerância ao dessecamento foi determinada com os dois lotes homogêneos coletados de *O. bacaba* que foram separados em 60 sacos de filó, cada um contendo 25 sementes. Foi estabelecido para o processo de secagem um delineamento inteiramente casualizado de 10 tratamentos com seis repetições de 25 sementes, sendo três repetições obtidas da primeira coleta (lote 1) e três repetições provenientes da segunda coleta (lote 2). O fator “tempo de coleta” foi calculado com base no F máximo de Hartley (Ferreira e Borghetti,

2004) com resultado > 7,0 indicando que existe homogeneidade entre as variâncias residuais . Baseado no teor de água inicial das sementes foi calculado pela fórmula citado em Hong e Ellis (1996) a massa dos sacos quando atingissem a massa do teor de água desejado

Massa da semente para teor de água desejado

$$\frac{(100 - TA\% \text{ inicial}) \times (\text{massa inicial da semente})}{(100 - TA \text{ desejado em } \%)}$$

Onde: TA: Teor de água

Os sacos identificados foram alocados acima de um ventilador na Casa de Sementes do INPA (27 ºC ± 3 ºC) e a perda de umidade foi acompanhada por pesagem em balança de precisão de 0,001g a cada duas horas, durante as primeiras 12 horas e em seguida em intervalos de 24 horas. Foi utilizado um dessecador contendo sílica gel para que os teores de água de 15, 12,5; 10; 7,5 e 5% pudessem ser atingidos. Quando os sacos alcançaram a massa desejada, foi confirmado o TA das sementes pela secagem em estufa (ver 5.3.2) e feito imediatamente o teste de germinação.

Teste de germinação

A cada teor de água estabelecido foi feito um teste de germinação com seis repetições de 20 sementes e seis repetições de 10g de sementes cortadas (cinco sementes) para determinação do TA (em base úmida) no momento da semeadura. A germinação foi realizado sob condições de viveiro, com temperatura média de 35 ± 5º C e umidade relativa do ar de 86 ± 3%.

A semeadura foi feita em caixas de plástico (25x30x5cm) contendo vermiculita de granulação média como substrato e inicialmente umedecida com água, na proporção de 3 partes de água para cada 1 parte de vermiculita, reumedecidas durante o experimento quando necessário. As avaliações foram diárias durante 105 dias, observando a emergência da parte aérea acima do substrato (1ª e 2ª bainhas) e a formação de plântula normal (desenvolvimento do eofilo fechado e expandido).

As variáveis de porcentagem de germinação e tempo médio de germinação foram analisadas e submetidas ao teste de homogeneidade e normalidade dos dados pelo teste

Shapiro-Wilk e aplicada análise de variância (ANAVA) seguida pelo teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias.

Baseada na avaliação do teor de água das sementes e a respectiva percentagem de germinação alcançada foram determinados: o teor de água letal, quando todas as sementes perderam a germinabilidade; o teor de água crítico, quando a germinabilidade inicial foi reduzida em 50% e o teor de água de segurança, quando não houve uma perda de germinabilidade significativa pela redução do teor de água das sementes (Sacandé *et al.* 2004).

RESULTADOS

As sementes recém-beneficiadas apresentaram alto teor de água (41,1%) e alta porcentagem de germinação final para todos os critérios observados (80% 1ª bainha e 2ª bainha; 76% para eofilo fechado e expandido). A emergência da parte aérea iniciou-se após 11 dias da semeadura, concluindo seu desenvolvimento entre 75 e 105 dias conforme o critério de avaliação (Figura 3).

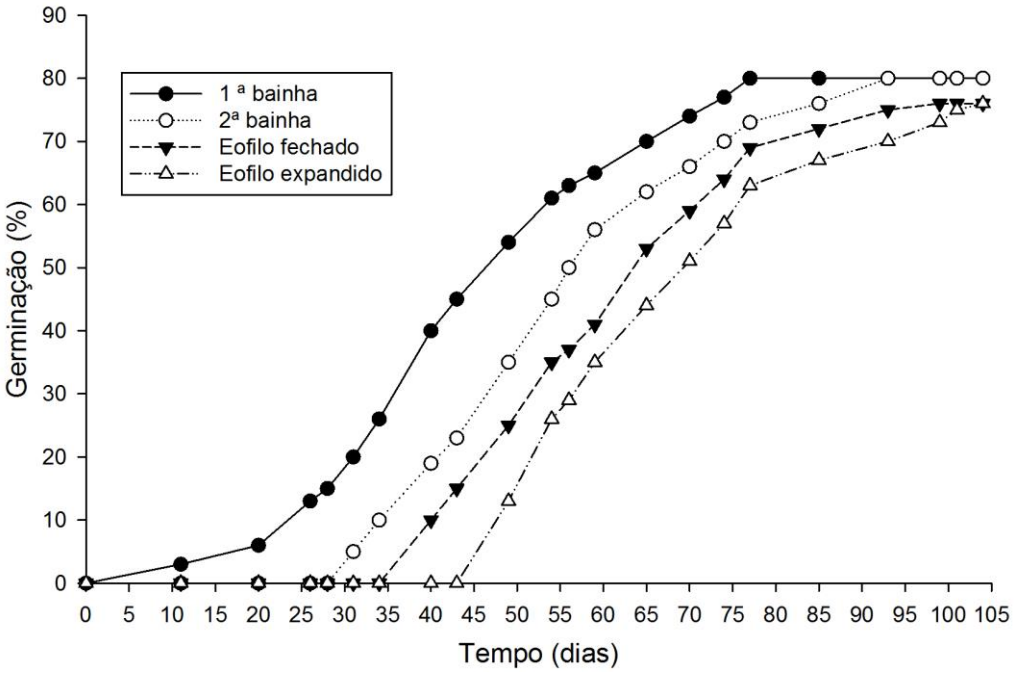

Figura 3. Germinação acumulada (%) de sementes recém-beneficiadas de *Oenocarpus bacaba* avaliando quatro diferentes critérios de desenvolvimento sob condições de viveiro num período de 105 dias.

Com a redução do teor de água das sementes ao longo do dessecamento, a germinabilidade foi reduzida e teores de água ≤26% causaram a morte das sementes. (Figura 4). O efeito da secagem das sementes na porcentagem de germinação se expressou de maneira diferente de acordo com o critério avaliado. As estruturas mais tardias do desenvolvimento da plântula foram mais sensíveis ao dessecamento, com redução de 50% de formação de eofilos fechado e expandido quando a redução do teor de água das sementes foi de 36,7% e de 35,5%, respectivamente. Enquanto que a formação da 1ª e 2ª bainha foi reduzida em 50% com teor de água de 33,1 e 34,2%, respectivamente. (Figura 4).

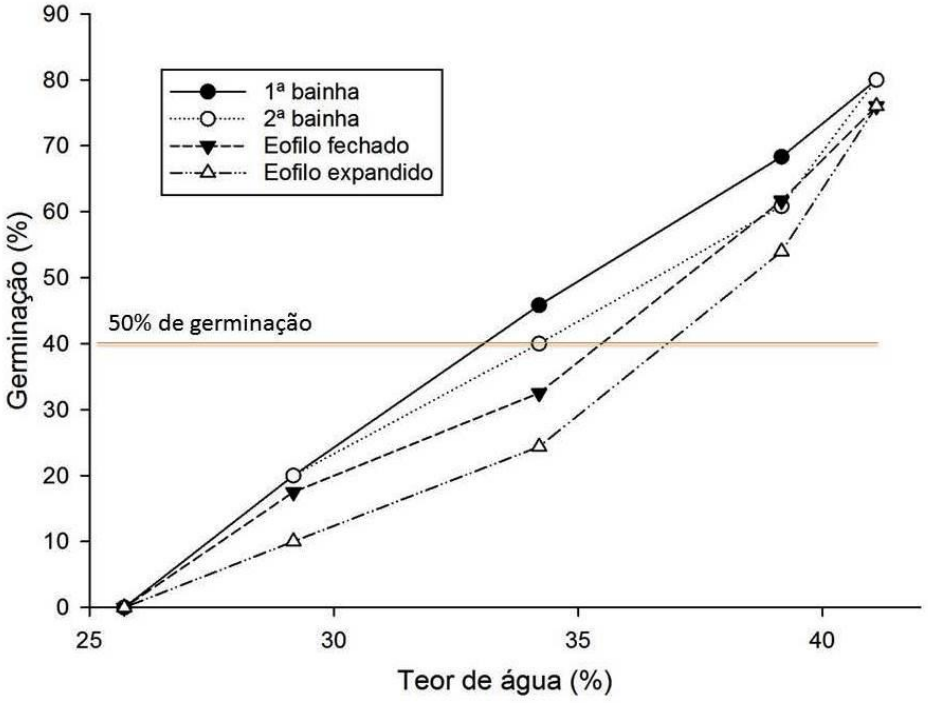

Figura 4. Germinação acumulada (%) de quatro critérios de desenvolvimento de *Oenocarpus bacaba* ao longo do dessecamento das sementes. A linha de cor laranja indica a germinação de 50% das sementes germináveis.

As sementes recém-beneficiadas (TA de 41,1%) apresentaram porcentagem final de germinação entre 76,0 e 80,0% para todos os critérios. Uma redução de 1,9% do teor de água já reduziu significativamente o desenvolvimento da 2ª bainha e das estruturas posteriores (Tabela 1). Desta forma, as sementes não toleraram o dessecamento e o teor de água de segurança, que é atingido quando a perda de umidade não prejudica a germinação das

sementes, é o mesmo valor encontrado nas sementes recém-beneficiadas (TA de 41,1%). A redução do grau de umidade para 34,2% resultou em diferenças significativas nos critérios de germinação (para 1ª e 2ª bainhas em comparação com eofilo fechado e expandido) (Figura 4 e Tabela 1). Com teor de água de 35,5 e 36,7% o desenvolvimento do eofilo (fechado e expandido) já alcançou o teor de água crítico. Com o avanço da desidratação as diferenças entre os critérios tendem a se reduzir de novo. Não houve germinação das sementes com teor de água ≤ 25,7%, indicando que este TA já alcançou ou ultrapassou o teor de água letal (Tabela 1 e Figura 4).

Tabela 1. Germinação final (%) e tempo médio de germinação (dias) de quatro critérios de desenvolvimento germinativo acima do substrato sob o efeito de secagem em sementes de *Oenocarpus bacaba*.

Teor de água (%)	1ª bainha		2ª bainha		Eófilo fechado		Eófilo expandido	
Germinação final (%)								
41,1	80,0	a A	80,0	a A	76,0	a B	76,0	a B
39,2	67,4	b A	60,5	b A	61,2	b A	52,0	b A
34,2	45,8	bc A	40,0	c A	32,5	c B	24,4	c B
29,2	20,0	c A	20,0	d A	17,5	d A	10,0	d A
25,7	0,0	d	0,0	e	0,0	e	0,0	e
Tempo médio de germinação (dias)								
41,1	40,1	c A	54,8	c B	61,3	a C	69,0	a D
39,2	36,1	a A	46,2	b A	66,8	b B	69,3	a B
34,2	31,7	b A	43,7	b A	69,1	b B	71,2	a B
29,2	25,1	a A	37,1	a A	68,8	b B	69,0	a B

Números seguidos pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas comparam valores na vertical e letras maiúsculas comparam na horizontal.

As sementes recém-beneficiadas, com teor de água de 41,1%, apresentaram de acordo com o critério avaliado, tempo médio de germinação entre 40 e 69 dias. A redução do teor de água das sementes para 39,2% reduziu significativamente o tempo médio de formação da 1ª e 2ª bainha, entretanto o tempo para a formação do eofilo fechado aumentou após o dessecamento. Com o avanço da desidratação, o tempo para a formação da 1ª bainha foi reduzido, desta forma, a secagem reduziu o tempo médio de emergência das estruturas menos complexas (1ª e 2ª bainhas), mas manteve ou aumentou o das estruturas mais desenvolvidas.

A secagem das sementes sofreu uma redução linear ao longo do tempo e, inserindo nesta correlação os efeitos do dessecamento na germinação (linhas verticais), foi notado que, com apenas quatro horas de secagem já foi ultrapassado o teor de água de segurança, causando uma redução significativa da germinabilidade. O teor de água crítico (no qual ocorre perda de 50% de germinabilidade) foi atingido após 62 horas e a secagem das sementes por 125 horas foi letal para as sementes (Figura 5).

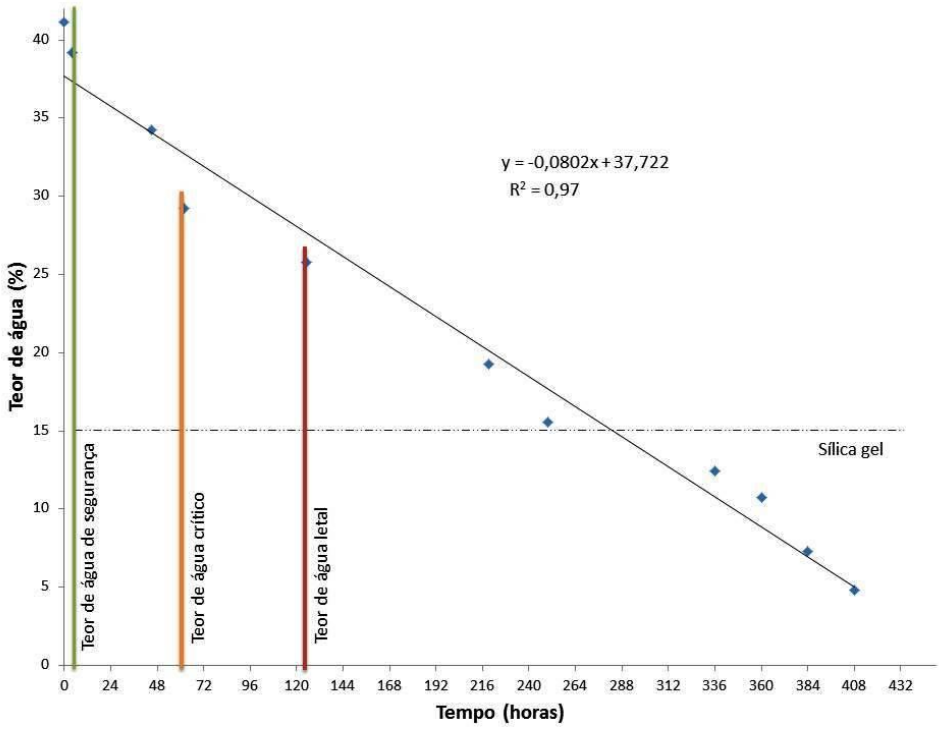

Figura 5. Velocidade de secagem das sementes de *Oenocarpus bacaba* em ambiente natural (30 ºC ±5 ºC) e sílica gel a partir de 15%.

DISCUSSÃO

O fato das sementes de *O. bacaba* neste estudo não germinarem com teor de água menor que 26%, confirma que é uma espécie recalcitrante, pois o teor de água letal está dentro dos limites propostos por Roberts (1973), Ellis *et. al.* (1990), Hong e Ellis (2002) e Sacandé *et. al.* (2004).

Estudos sobre o efeito do dessecamento na germinação de sementes de *O. bacaba* já foram iniciados anteriormente, José *et. al.* (2012) avaliaram a protrusão do botão germinativo e o crescimento da raiz primária (maior que 2 mm); a porcentagem de germinação mais alta (91,1%) foi alcançada com teor de água de 39,9% antes da secagem das sementes; e nenhuma

semente germinou após secagem a um teor de água de 26,6%. No presente estudo, as sementes recém-beneficiadas de *O. bacaba* apresentaram teor de água de 41,0% e também obtiveram a maior germinação final (80,0%) sem secagem. Neste estudo também, nenhuma semente germinou com teor de água ≤ 25,7%, indicando teores de água inicial e letal similares ao estudo de José *et al*. (2012). Entretanto, foi possível verificar que as sementes não toleram nenhuma secagem, pois com apenas 2% de redução do teor de água em relação ao inicial foi observada uma redução significativa em todos os critérios de germinação e as perdas foram maiores nas estruturas mais desenvolvidas.

Com relação ao tempo médio de germinação da testemunha, comparando apenas o desenvolvimento da 1ª bainha, foi observado que os resultados obtidos neste estudo (40 dias) são muito próximos aos encontrados por Queiroz e Bianco (2009), que também estudaram a germinação de sementes de *O. bacaba* em condições de viveiro e relataram um tempo médio de 35 dias para a emergência da 1ª bainha.

A velocidade de secagem foi linear ao longo do tempo e em 62 horas (cerca de três dias) as sementes alcançaram seu teor de água crítico com perda significativa da germinabilidade. José *et.al.* (2012) aplicaram a secagem em sementes de *O. bacaba* em sala de secagem (20 °C e 50% UR) e as sementes levaram dois dias para baixar de 39,9% para 33,9% de teor de água, sendo um período similar ao deste estudo, entretanto, para alcançar a secagem letal foram necessários cerca de 12 dias, sendo mais devagar do que 125h (cerca de 5 dias) neste estudo. A comparação dos resultados indica claramente a importância do ambiente para a velocidade do dessecamento das sementes. Porém, em termos práticos, ambos os estudos indicam que já houve uma perda significativa da germinabilidade após três dias de secagem, e desta forma o produtor deve semear as sementes imediatamente após o beneficiamento.

Em um estudo de dessecamento com a espécie do mesmo gênero, *O. bataua* (patauá), foram testados seis teores de água (38,0%, 32,1%, 27,9%, 24,2%, 19,7% 18,4%) e avaliadas as plântulas que apresentaram a primeira folha bífida. A germinação inicial foi alta (88,1%) e o teor de água de segurança foi definido para 35,0%, sendo letais valores menores do que 24,3% (Nazário e Ferreira, 2012).

Comparando os resultados de *O. bacaba* com *O. bataua*, verifica-se que *O. bataua* aparentemente tolera uma redução do teor de água maior do que *O. bacaba*. Um dos fatores que pode ajudar a diferenciar espécies segundo seu comportamento durante o armazenamento é a composição química de suas sementes (Panza *et. al.*, 2009). Ambas as espécies possuem sementes com composição química similar, porém o índice de oxidação em *O. bacaba* é mais

alto (0,38) que em *O. bataua* (0,22) (Meyer, 2013). No momento, não é possível indicar no embrião de *O. bacaba* os eventos bioquímicos responsáveis pela sua curta longevidade e o comportamento recalcitrante, mas sabe-se que os ácidos graxos são predominantes, constituindo 76% das reservas destas sementes (Meyer, 2013). Os ácidos graxos fazem parte das membranas celulares e por sua natureza são sensíveis a oxidação (Spiteller, 2003). Uma alta insaturação de ácidos graxos nas estruturas da membrana aumenta geralmente sua fluidez, mas também o processo oxidativo e com isso a susceptibilidade à degradação (Panza *et. al.*, 2009). Dessa forma, uma secagem leve já pode ter causado danos nas membranas celulares das sementes de *O. bacaba* provocando a perda de germinabilidade em poucas horas.

Outro evento peculiar observado neste estudo foi o fato de que a redução do teor de água reduziu o tempo para formação principalmente da 1ª bainha, pois o efeito foi menos evidente nas estruturas mais tardias. Foi observado em outras palmeiras que um leve dessecamento pode facilitar a germinação, pois o opérculo que protege a abertura por onde o botão germinativo é emitido, é formado por fibras do endocarpo (Orozco-Segovia *e.t al.*, 2003). O ressecamento dessas fibras pode facilitar a abertura do opérculo, acelerando a germinação. Esse comportamento pode explicar ainda, o motivo da diminuição do tempo médio de germinação dos critérios posteriores com o avanço do dessecamento.

CONCLUSÃO

Sementes de *O. bacaba* são muito sensíveis ao dessecamento, perdendo sua viabilidade em poucas horas após o beneficiamento. Nas condições testadas podiam ser secadas por apenas quatro horas sem perda de germinabilidade. Após cinco dias de secagem todas as sementes estavam mortas. Desta forma é recomendado que a semeadura fosse feita imediatamente após o beneficiamento.

Segundo o nosso conhecimento este é o primeiro estudo que compara o efeito da secagem sobre quatro critérios de germinação de uma palmeira. O estudo mostra que o avanço do desenvolvimento aumenta a sensibilidade ao dessecamento, sendo a formação de primeira bainha menos sensível ao dessecamento que a expansão dos eofilos. Consequentemente, avaliando a sensibilidade ao dessecamento de estádios menos desenvolvidos da planta, os resultados podem superestimar a tolerância a este estresse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brum, H. D. 2011. *Distribuição Espacial de Três Espécies de Palmeiras do Gênero Oenocarpus ao longo de um gradiente edafo-topográfico na Amazônia Central.* Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 141pp.

Ellis, R.H.; Hong, T.D.; Roberts, E.H. 1990. An intermediate category of seed storage behaviour I. Coffee. *Journal of Experimental Botany*, 41: 1167-1174.

Ferreira AG; Borghetti F. 2004**.** *Germinação: do básico ao aplicado*. Porto Alegre: Artmed, 323pp..

Hong, T.D.; Ellis, R.H. 2002. Storage. *In*.: Vozzo, J.A. *Topical Tree Seed Manual*. Washington DC.: United States Department of Agriculture. Forest Service, 125-136 p.

José, A.C.; Erasmo, E.A.L.; Coutinho, A.B. 2012. Germinação e tolerância à dessecação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes*, 34: 651 – 657.

Meyer, M. J. 2013. *Teor e composição de ácidos graxos de óleos e frutos de palmeiras nativas.* Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 81pp.

Miranda, I.P.A.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N.S. 2001. *Frutos de Palmeiras da Amazônia*. MCT/INPA, Manaus, Am. 120pp.

Nazário, P.; Ferreira, S. A. N. 2012. Emergência de plântulas de patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.) em função do dessecamento das sementes. *Informativo Abrates*, 22 (1): 22-25.

Orozco-Segovia, A.; Batis, A.I.; Rojas-Aréchiga, M.R.; Mendoza, A. 2003. Seed biology of palms: a review. *Palms*, 47 (2): 79-94.

Pammenter, N.W.; Berjak, P. 1999. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. *Seed Science Research*, 9: 13–37.
Panza, V.; Pighin, D.; Láinez, V.; Pollero, R. J.; Maldonado, S. 2009. Storage lipids and proteins of *Euterpe edulis* Mar. seeds. *Biocell* 133(2): 99-106.

Panza, V.; Pighin, D.; Láinez, V.; Pollero, R. J.; Maldonado, S. 2009. Storage lipids and proteins of *Euterpe edulis* Mar. seeds. *Biocell* 133(2): 99-106.

Peters, C. M.; Balick, M. J.; Kahn, F.; Anderson, A. B. 1989. Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: utilization and conservation of an important tropical resource. *Conservation Biology*, 3(4): 341- 349.

Queiroz M. S. M.; Bianco R. 2009**.** Morfologia e desenvolvimento germinativo de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Arecaceae) da Amazônia ocidental. *Revista Árvore*, 33 (6): 1037-1042.

Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology,* 1:499-514.

Sacandé, M.D.; Joker, M.E.; Dullo, K.A. 2004. *Comparative storage biology of tropical tree seeds*.International Plant Genetic Resources Institute. 363pp.

Spiteller, G. 2003. The relationship between changes in the cell wall, lipid peroxidation, proliferation, senescence and cell death. *Physiologia Plantarum*,119: 5-18.

Tomlinson, P.B. 1990. *The structural biology of palms*. Clarendon Press, Oxford. 477 pp.

CAPÍTULO II

Efeito da temperatura na germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* Mart. [2]

RESUMO

Oenocarpus bataua é uma palmeira amazônica indicada para domesticação, devido ao valor nutritivo dos frutos e do óleo das sementes. Sua propagação se dá por sementes que não toleram desidratação. O presente trabalho objetivou determinar as temperaturas cardeais de germinação e a alternância de temperatura em torno da temperatura ótima comparando quatro critérios de germinação utilizados em palmeiras (botão germinativo, raiz primária e formação da 1ª e 2ª bainha). A germinação foi observada em oito temperaturas constantes entre 5 e 40 ºC e duas alternadas (20/30 e 15/35 ºC), com quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. A semeadura ocorreu entre papel de germinação em caixas de plástico em câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 horas. As temperaturas constantes de 25 e 30 °C resultaram numa percentagem mais alta de germinação em menor tempo para todos os critérios de germinação, podendo estas condições térmicas ser recomendadas para avaliação da qualidade das sementes. O desempenho da germinação foi melhor sob temperatura constante (25 ºC) em comparação com as temperaturas alternadas com *input* de energia igual. O botão germinativo foi formado entre 10 a 40 ºC, porém com o avanço do desenvolvimento, a tolerância ao estresse térmico ficou mais estreita. Este trabalho indicou que sementes de *O. bataua* toleraram a temperatura de 15 ºC, com início do alongamento da raiz após aproximadamente 30 dias. Desta forma, esta temperatura pode ser recomendada para um acondicionamento úmido das sementes de curto prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Termo-estressse; Propágulo; Arecaceae

---

1 A redação deste capítulo de dissertação, em formato de artigo, seguiu as normas da revista Acta Amazonica. Versão impressa ISSN 0044-5967 e on-line ISSN 1809-4392. Periódico classificado como qualis A pela Capes.

INTRODUÇÃO

A resposta à temperatura tem sido caracterizada pelas chamadas ‘temperaturas cardeais’, que são as temperaturas mínima (Tb), máxima (Tc) e ótima (To). Temperatura ótima representa a temperatura ou intervalo térmico onde a germinação é máxima e uniforme, enquanto que Tb e Tc correspondem aos limites térmicos extremos a partir dos quais o processo deixa de ocorrer (Labouriau, 1983). No intervalo delimitado por Tb e Tc a temperatura afeta não apenas a germinabilidade (capacidade de germinação averiguada pela porcentagem final de sementes germinadas) como também – e principalmente – a velocidade (recíproca dos tempos de germinação, 1/t) (Labouriau, 1983). Na maioria dos casos, a velocidade de germinação aumenta com a temperatura no intervalo entre Tb e To (faixa infra-ótima) e diminui entre To e Tc (faixa supra-ótima). (Cardoso, 2011).

A temperatura ótima para a germinação é resultado da adaptação fisiológica das sementes às condições ambientais dos locais de ocorrência ou de cultivo da espécie, podendo haver relação direta entre essa temperatura e o bioma onde as sementes foram produzidas. Além desse fator, características ecológicas da espécie, tal como o grupo sucessional, podem ter participação na definição da temperatura que mais estimula o processo germinativo As temperaturas mínima e máxima são de interesse biogeográfico e ecológico e podem elucidar algumas restrições no estabelecimento da espécie (Bracalion *et. al.,* 2010).

As temperaturas cardeais podem se alterar também durante o desenvolvimento da planta, afetando as diversas estruturas de uma maneira distinta (Pisek *et al.,* 1973). Em estudos fisiológicos considera-se a protrusão da primeira parte visível do embrião (geralmente a raiz primária) como semente germinada (Bewley e Black, 1994). Na tecnologia de sementes, somente a formação de uma plântula normal é considerada como semente germinada (Brasil, 2009). Devido ao processo de germinação específico em palmeiras, diversos critérios germinativos foram utilizados como: a formação de botão germinativo (p.ex. *Oenocarpus minor* Mart. (Silva *et al.*,2006); *Euterpe oleraceae* Mart. (Beckmann-Calvacante *et. al*., 2012)), o alongamento da raiz primária (p.ex. *Phoenix roebelenii* O'Brien (Iossi *et. al.,* 2003)), a formação da 1ª e 2ª bainha (p.ex. *Euterpe edulis* Mart. (Andrade *et. al*., 1999)), e a plântula normal com a expansão dos eofilos (p.ex. *Oenocarpus bataua* Mart. (Nazário e Ferreira, 2012)).

O. bataua é uma palmeira amazônica de ambientes florestais, em solos preferencialmente encharcados, tanto em terras baixas como em terras altas, (de 50 a 500 m

de altitude) (Bernal *et. al.* 1991). Indicada para domesticação, devido ao valor nutritivo dos frutos e do óleo das sementes que pode substituir o azeite de oliva (National Academy of Science, *1975apud* Brum, 2011 ; Miranda *et. al*., 2001,). Na revisão não foram encontrados estudos que abordassem a influência da temperatura na germinação das sementes de *O. bataua*.

Em geral, as sementes de palmeiras germinam entre 20 e 40º C e para a maioria das espécies, o intervalo entre 30 e 35º C apresenta germinação rápida e uniforme e a alternância de temperatura foi indicada para a quebra de dormência de algumas palmeiras (Orozco-Segovia *et al.,* 2003). O presente trabalho busca avaliar a alternância de temperatura e determinar as temperaturas cardeais de germinação de quatro critérios germinativos das sementes de *O. bataua,* esperando preencher esta lacuna de conhecimento e motivar os programas silviculturais para esta espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de *O. bataua* foram coletados no município de Manaus em uma população natural no campus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), de seis árvores matrizes. As matrizes foram selecionadas pelo estádio de maturação dos frutos, coletando-se apenas os cachos nos quais todos os frutos tinham cor roxo-escuro.

Os frutos foram imersos em água para amolecimento do epicarpo durante 24 horas em temperatura ambiente (32 ± 4 ºC). Após extração com máquina despolpadeira, as sementes foram lavadas em água corrente e friccionadas sobre peneira para a remoção dos restos da polpa e uma secagem de duas horas acima do balcão do laboratório retirou o excesso de água.

O fator “tempo de coleta” foi calculado com base no F máximo de Hartley (Ferreira e Borghetti, 2004) com resultado > 7,0 indicando que existe homogeneidade entre as variâncias residuais .O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos de quatro repetições de 25 sementes para cada temperatura constante (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 ºC) e de dois tratamentos de quatro repetições de 25 sementes para as temperaturas alternadas (20/30 e 15/35 °C com termoperíodo de 12 horas), com *input* de energia igual a 25 C.

A germinação das sementes foi testada em germinadores das marcas Eletrolab®, LMS® e Fanem® (precisão ± 2 °C) com fotoperíodo de 12 horas fornecido por lâmpadas fluorescentes com luz branca fria (P.A.R: 42 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$). A semeadura foi feita entre seis

camadas de papel de germinação, previamente descontaminadas em estufa a 70 ºC por 3 horas e umedecidas com água destilada na proporção de 3g de água para cada 1g de papel, reumedecidas quando necessário, colocadas em caixas de plástico de tamanho 25 x 30 x 5 cm, envoltas por sacos de plástico fino, a fim de evitar dessecamento excessivo. A avaliação da germinação foi feita cinco vezes por semana durante 60 dias, observando o desenvolvimento das seguintes estruturas morfológicas: botão germinativo, raiz primária (≥ 5mm) , formação da 1ª bainha e da 2ª bainha (Figura 8).

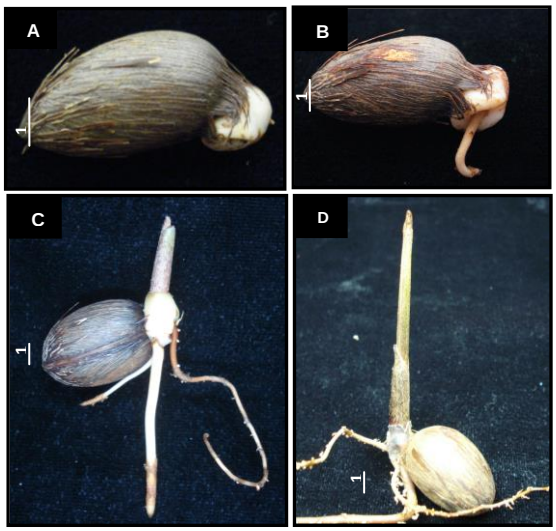

Figura 6. Critérios de desenvolvimento germinativo de sementes de *Oenocarpus bataua*. A: botão germinativo; B: raiz primária; C: 1ª bainha e D: 2ª bainha.

Nas temperaturas acima de 35 ºC e abaixo de 15 ºC, as sementes não germinadas ou estagnadas no processo de desenvolvimento após 30 dias de semeadura, foram transferidas para a temperatura constante de 30 °C, apontada por diversos autores (Odelota 1987; Carpenter, 1988; Muñoz *et. al.*, 1992; Addae-Kagyah *et. al.*, 1998; Broschat, 1998, Ehara *et. al.*, 1998, Orozco-Segovia *et. al.*, 2003) como ótima para germinação de palmeiras e observadas por mais 15 dias.

No final do teste de germinação foram determinadas para cada critério de germinação, as seguintes variáveis: porcentagem de germinação (%G), tempo para 50% de germinação das sementes germináveis (t ½), tempo médio de germinação (tm), velocidade de germinação (1/ t50) (Labouriau 1983) e índice de velocidade de germinação (IVG) *(*Maguire, 1962 *apud* Santana e Ranal, 2004). As variáveis foram submetidas ao teste de homogeneidade e normalidade Shapiro-Wilk e aplicada análise de variância (ANAVA) seguida pelo teste Tukey

($p < 0,05$) para comparação das médias. A temperatura ótima para a germinação foi determinada utilizando a fórmula proposta por Olff *et. al.*(1994).

RESULTADOS

No gradiente de temperatura testado, as sementes alcançaram um desempenho máximo entre 92 e 96% de germinação em todos os critérios de desenvolvimento avaliados. Entretanto, o efeito da temperatura se expressou de maneira diferente em cada critério. A temperatura de 5 °C foi letal para as sementes. Entre 10 e 40 °C houve a emissão do botão germinativo, que variou de 74,7 a 96,0%, alcançando valores mais altos nas temperaturas de 30 e 35 °C. Entre as temperaturas de 15 a 35 °C a protrusão de raiz variou de 92 a 96% sem diferença estatística. Entre 20 e 35 ºC a formação da 1ª bainha variou de 64 a 96%, alcançando os maiores valores entre 25 e 30 °C. Nas temperaturas de 25 e 30 °C a porcentagem de formação da 2ª bainha variou de 94 a 96%. Desta forma, com o avanço do desenvolvimento, a temperatura tolerada ficou cada vez mais estreita, onde somente na faixa de 25 a 30 °C houveram condições adequadas para o desenvolvimento de todos os critérios acima de 92% de germinação (Figura 7).

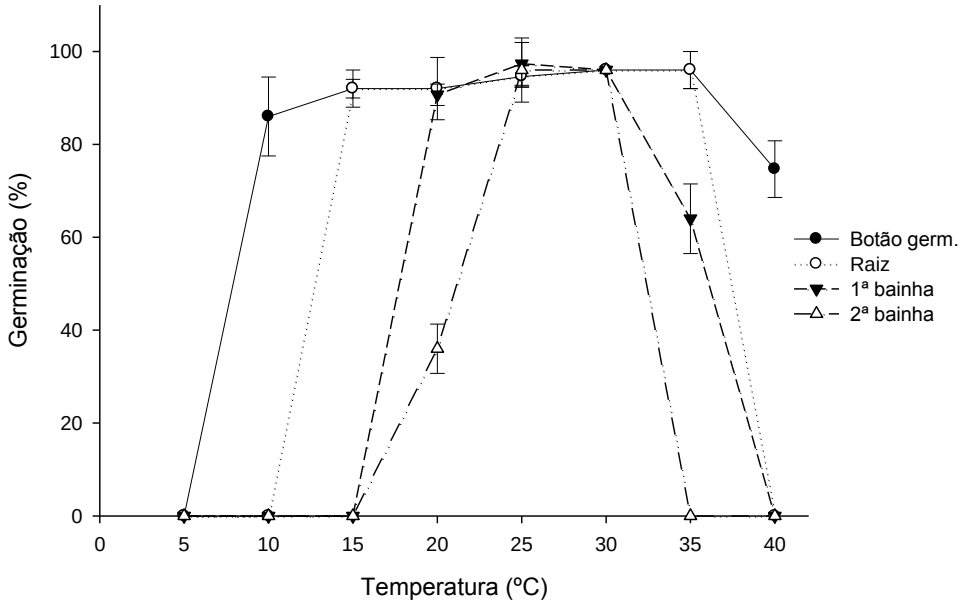

Figura 7. Germinação acumulada (%) de quatro critérios de germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* sob oito diferentes temperaturas constantes, 60 dias após semeadura.

Com relação ao tempo médio de desenvolvimento, a emissão de botão germinativo variou de 12,9 a 3,3 dias nas temperaturas entre 10 e 40 °C, com tempo significativamente menor sob temperatura de 30 a 40 °C, indicando condições mais adequadas. A protrusão da raiz ocorreu entre 26,1 e 5,7 dias entre 15 e 35 °C com menor tempo nas temperaturas entre 25 a 35 °C. A formação da 1ª bainha demorou entre 49,3 e 20,8 dias nas temperaturas entre 20 e 35 °C, enquanto que a 2ª bainha necessitou entre 51,9 e 49,3 dias à 25 °C e 30 °C, respectivamente. Para todos os critérios germinativos, a temperatura de 30 °C foi a que apresentou menor tempo de germinação (Tabela 2).

Tabela 2. Tempo médio (dias) necessário para o desenvolvimento de quatro critérios de germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* sob o efeito de sete temperaturas constantes (ANAVA, p > 0,05).

Temperatura	Botão Germinativo		Raiz		1ª Bainha		2ª Bainha	
10 ºC	12,9 ± 5,1	b	-		-		-	
15 ºC	8,9 ± 4,0	ab	26,1 ± 5,0	c	-		-	
20 ºC	8,0 ± 3,7	ab	13,6 ± 1,9	b	49,3 ± 3,7	c	59,2 ± 3,8	b
25 ºC	5,1 ± 1,3	ab	5,7 ± 0,4	a	26,3 ± 0,4	b	51,9 ± 1,2	a
30 ºC	4,2 ± 4,2	a	8,0 ± 1,4	a	20,8 ± 1,0	a	49,3 ± 2,4	a
35 ºC	3,3 ± 3,3	a	7,3 ± 0,8	a	24,6 ± 0,7	b	-	
40 ºC	4,4 ± 4,4	a	-		-		-	

Números seguidos pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito das temperaturas constantes apresentou diferença significativa nos índices de velocidade de germinação (IVG) dos critérios avaliados (Tabela 3). Na emissão do botão germinativo, o índice foi mais alto à 35 °C, enquanto o IVG da protrusão de raiz indicaram valores mais altos entre 20 e 30 °C. O IVG para formação de 1ª bainha foi estatisticamente igual entre as temperaturas de 25 a 35 °C, enquanto que o IVG de formação da 2ª bainha foi mais alto à 25 e 30 °C (Tabela 3).

Verificou-se que apenas para formação do botão germinativo o maior IVG foi alcançado na temperatura de 35 °C, entretanto a continuação do desenvolvimento (formação de raiz, 1ª e 2ª bainhas), apresentou melhor desempenho sob temperatura de 30 °C.

Tabela 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* de quatro critérios de desenvolvimento sob o efeito de sete temperaturas (ANAVA, p > 0,05).

Temperatura	Botão Germinativo		Raiz		1ª Bainha		2ª Bainha	
10 ºC	0,307 ± 0,05	c	-		-		-	
15 ºC	0,328 ± 0,02	c	0,193 ± 0,04	c	-		-	
20 ºC	0,436 ± 0,00	bc	0,433 ± 0,00	a	0,001 ± 0,02	b	0,122 ± 0,05	b
25 ºC	0,449 ± 0,01	bc	0,459 ± 0,01	a	0,514 ± 0,03	a	0,364 ± 0,05	a
30 ºC	0,514 ± 0,01	b	0,455 ± 0,01	a	0,521 ± 0,01	a	0,400 ± 0,00	a
35 ºC	0,758 ± 0,04	a	0,342 ± 0,04	b	0,504 ± 0,13	a	-	
40 ºC	0,622 ± 0,13	b	-		-		-	

Números seguidos pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

A fórmula proposta por Olff *et. al.* (1994) permite calcular a temperatura ótima baseada nas percentagens de germinação obtidas. Desta forma, a indicação da temperatura ótima não é limitada às temperaturas testadas e o resultado pode indicar valores intermediários aos tratamentos. Os seguintes valores foram obtidos: 25,9 ºC para formar botão germinativo; 26,4 ºC para formação da raiz; 26,9 ºC para 1ª bainha e 26,2 ºC para 2ª bainha.

Utilizou-se na análise das temperaturas alternadas a temperatura constante de 25 °C como referência (controle), por se tratar da média do *input* de energia aplicado nos dois termoperíodos testados. Após 60 dias de observação não houve efeito significativo da alternância de temperatura sobre o desenvolvimento do botão germinativo, da raiz e da 1ª bainha. Entretanto, a formação da 2ª bainha alcançou somente 21,3% com alternância térmica de 20/30 °C e não se desenvolveu (0%) com alternância térmica maior (15/35 °C) (Figura 8).

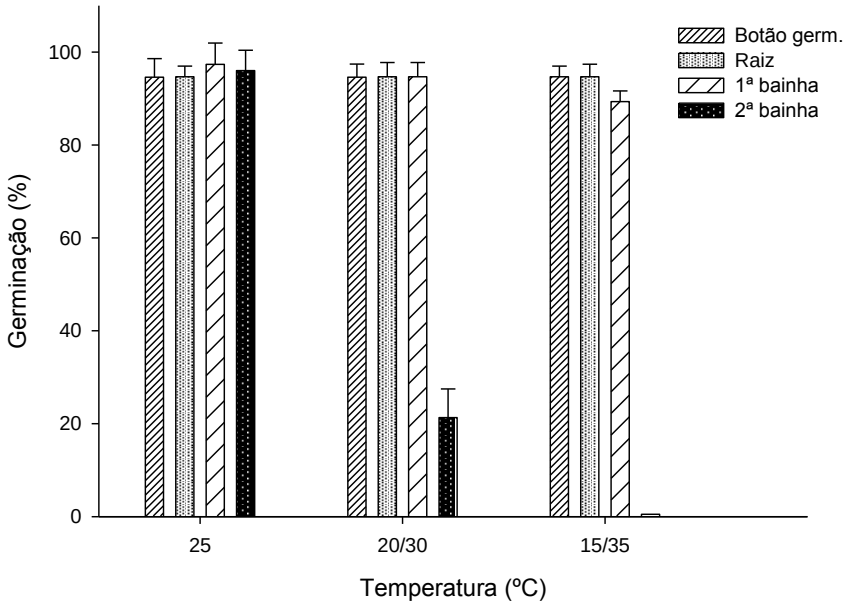

Figura 8. Efeito da alternância de temperatura (12h/12h) com variação de 10 e 20 °C em torno da média de 25 °C sob quatro critérios de germinação de sementes de *Oenocarpus bataua*, 60 dias após a semeadura.

Nas temperaturas alternadas, houve diferença significativa na velocidade de germinação apenas na formação de botão germinativo. Este foi mais estimulado sob alternância de temperatura maior (15/35 °C), quando comparada com a alternância de temperatura menor (20/30 ºC) e temperatura constante (25 ºC). A continuação do desenvolvimento, com a formação de raiz, 1ª e 2ª bainhas, não sofreu influência significativa pela alternância térmica (Figura 9).

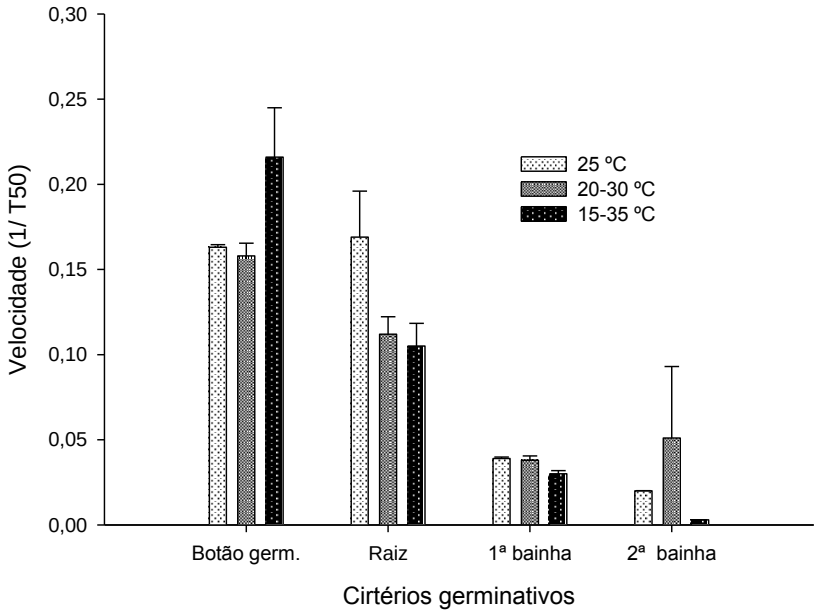

Figura 9. Velocidade de desenvolvimento (1/T50%) sob efeito da alternância de temperatura num intervalo de 10 e 20 °C em comparação com a média de 25 °C sob quatro critérios de germinação de sementes de *Oenocarpus bataua* 60 dias após a semeadura.

Para a avaliação da qualidade das sementes, há necessidade de indicar o tempo para a primeira e segunda contagem no teste de germinação nas Regras de Análises de Sementes (RAS). Para a espécie deste estudo, *O. bataua*, é sugerido que a primeira contagem seja feita quando houver 90% de germinação. O desenvolvimento dos quatro critérios germinativos nas temperaturas mais adequadas (25 e 30 ºC) é ilustrado na Figura 10 e o valor de 90% das sementes germináveis é indicado como linha horizontal.

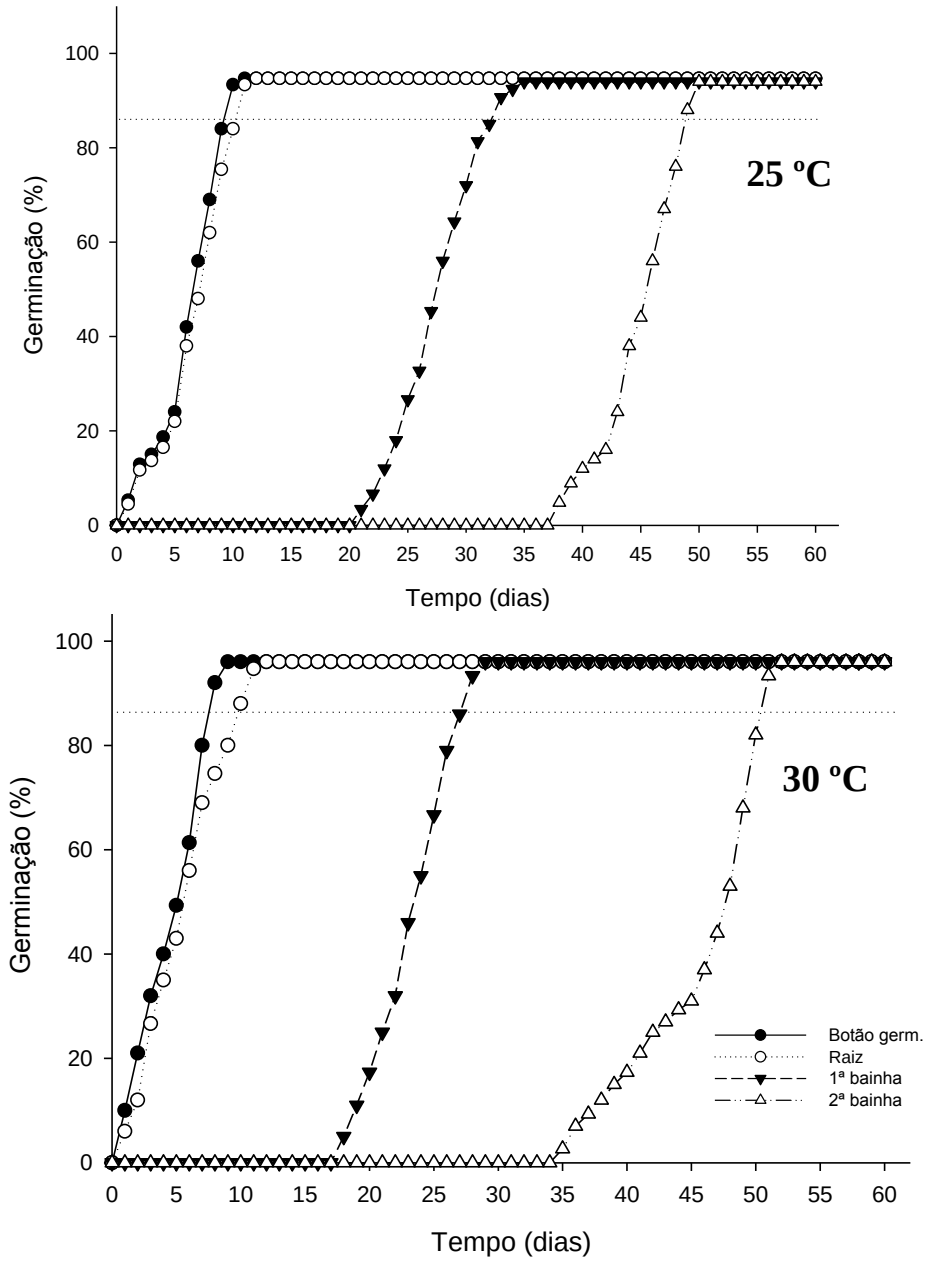

Figura 10. Germinação acumulada (%) de quatro critérios germinativos de sementes de *Oenocarpus bataua* nas temperaturas de 25 e 30 °C.

A quantidade de dias necessários para a primeira e segunda contagem dos quatro critérios encontra-se na Tabela 3. Na qual, é possível observar que independentemente do critério avaliado, a segunda contagem pode ser feita cerca de dois a três dias após a primeira. Entretanto, o tempo para alcançar a primeira contagem aumenta com o progresso germinativo, sendo completado em menos do que duas semanas para o botão germinativo e protrusão da raiz, aumentando para cerca de um mês para formação da 1ª bainha e necessitando aproximadamente de 50 dias para formar 2ª bainha.

Tabela 4. Período necessário para alcançar 90% de germinação (1 ª contagem) e concluir o teste de germinação (2ª contagem) indicado para quatro diferentes critérios estabelecidos durante a germinação e o desenvolvimento de *Oenocarpus bataua* em duas temperaturas recomendadas.

Temperatura		**Botão Germ (d)**	**Raiz (d)**	**1ª Bainha (d)**	**2 ª Bainha (d)**
25 °C	1ª contagem	8,7	10,0	31,9	48,8
	2ª contagem	11,1	12,1	35,3	50,9
30 °C	1ª contagem	7,2	10,1	27,1	50,3
	2ª contagem	9,3	12,1	29,1	52,9

DISCUSSÃO

Este estudo se difere dos demais encontrados na literatura pela comparação do efeito da temperatura sobre quatro critérios de germinação, ao longo do desenvolvimento inicial de *O. bataua* avaliados em uma ampla faixa de temperaturas constantes (10 - 40 ºC) e duas temperaturas alternadas com mesmo input energético. A maioria dos estudos anteriores avaliaram um ou dois critérios de germinação e geralmente temperaturas em torno da temperatura ótima esperada de 20 a 30 ºC e as vezes até 35 ºC. Desta forma, a comparação deste estudo com outros é limitada. Foi observado que com o avanço do desenvolvimento das sementes de *O. bataua*, a tolerância à temperatura estreitou-se durante os 60 dias de duração deste experimento. O critério de *O. bataua* que se mostrou mais tolerante a temperaturas extremas foi o botão germinativo, que resultou em mais de 70% de germinação à 40 ºC, a formação da raiz primária ocorreu até 35 ºC e os demais critérios até 30 ºC.

A temperatura máxima de formação do botão germinativo acima de 40 ºC, como encontrado neste estudo com *O. bataua*, não foi encontrada para outras espécies de palmeiras. O efeito da temperatura constante entre 20 e 40 °C foi estudado com sementes de *Phoenix roebelenii* O´Brien (tamareira-anã), observando apenas a formação de raiz primária,

a temperatura de 40 ºC não foi tolerada (Iossi *et. al.,* 2003). A emissão do botão germinativo foi avaliada em *Euterpe oleraceae* Mart. (açai-do-pará) e *Euterpe edulis* Mart. entre 20 e 35 ºC, em ambas as espécies foi observada a germinação sem diferença estatística entre 30 e 35 ºC (Beckmann-Calvacante *et. al*., 2012). Entretanto, a temperatura de 35 ºC foi letal em outros estudos, como por exemplo para a formação da raiz primária e plântula normal de *E. edulis* (Andrade *et. al*., 1999) e *Oenocarpus minor* (Silva *et. al*., 2006), estes autores não observaram o botão germinativo. Dessa maneira, na revisão sobre outras palmeiras, nenhuma se mostrou tão tolerante termicamente quanto *O. bataua*, independente dos critérios utilizados.

Em algumas espécies de palmeiras altas temperaturas são necessárias para quebrar a dormência, mas não necessárias na subsequente germinação (Orozco-Segovia *et. al.,* 2003). Na germinação de palmeiras há necessidade da abertura do opérculo, que é uma estrutura formada por fibras do mesocarpo ou endocarpo que funciona como uma barreira mecânica, pois pode dificultar a entrada de água e atrasar a germinação, dessa forma, o tempo médio de germinação da maioria das espécies de palmeiras é de 50 a 100 dias (Orozco-Segovia *et. al.,* 2003). A ação da alta temperatura pode ter facilitado a abertura do opérculo nas sementes de *O. bataua* e desta forma ter acelerado o processo germinativo . Isso pode explicar a maior e mais rápida formação do botão germinativo a 35 °C e a continuação do desenvolvimento com maiores taxas germinativas na temperatura de 30 °C (Figura 11).

A temperatura mais adequada, que desencadeia uma germinação rápida e uniforme se situa entre 30 e 35º C para a maioria das espécies de palmeiras (Orozco-Segovia *et. al.,* 2003). Dos estudos citados anteriormente, 30 ºC foi mais adequada para *E. edulis* (Beckmann-Calvacante *et. al*., 2012) e *P. roebelenni* (Iossi *et. al.,* 2003) e 35 ºC para *E. oleraceae*e (Beckmann-Calvacante *et. al*., 2012). Desta forma, os resultados de *O. bataua* se enquadraram, pois a temperatura de 30 °C foi a mais adequada considerando o desenvolvimento de todos os critérios estudados e apoiado também pela determinação através da fórmula do Olff *et. al.* (1994) que resultou em temperaturas ótimas entre 26 a 27 °C.

As recomendações técnicas para análise de sementes florestais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2013), utiliza como critério de avaliação de *O. bataua* a formação de plântula normal, sendo o estádio após a formação da 2ª bainha. Baseada em Cavalcante *et. al.,* (2011) e Jordan (1970) a temperatura de 25 °C é indicada com tempo final de contagem aos 88 dias. Neste estudo, a temperatura de 25 ºC, mas também, a de 30 ºC podem ser recomendadas para avaliar a qualidade das sementes desta espécie. Entretanto a necessidade de um período de quase três meses para a execução do teste é muito

longo para sementes recalcitrantes. Foi observado neste estudo que, uma vez fornecida a temperatura adequada, todas as sementes que formaram botão germinativo deram prosseguimento ao desenvolvimento. O botão germinativo é de difícil visualização entre as fibras do endocarpo, desta forma recomenda-se utilizar o comprimento de ≥ 5mm da raiz como critério para a avaliação da qualidade. Baseado neste critério é possível realizar a primeira contagem 10 dias após a semeadura, onde deve ser alcançada cerca de 90% das sementes germináveis e a contagem final pode ser feita aos 12 dias. Utilizando como critério a 1ª bainha há necessidade de extender a avaliação final para um mês e para a 2ª bainha para cerca de 50 dias. Entretanto sendo uma espécie recalcitrante, a avaliação da viabilidade por testes indiretos como tetrazólio pode ser levado em consideração.

A temperatura mínima para germinação de palmeiras é geralmente indicada em torno de 20 ºC, mesmo para espécies do mediterrâneo (Orozco-Segovia *et. al.*, 2003). Neste estudo as sementes de *O. bataua* toleraram até 15 ºC, com mais de 90% de formação de raiz após 26 dias. A temperatura mínima ficou situada entre 10 e 15 ºC, pois 10 ºC já foi letal para o desenvolvimento das sementes. Esta temperatura não foi testada em *E. edulis* mas as sementes recalcitrantes toleraram o armazenamento úmido a 15 e 12 ºC durante 12 meses (Andrade *et al.*, 2001). O fato de avaliar diferentes criterios em uma ampla faixa térmica fez com que pudesse ser indicado para *O. bataua* um armazenamento a curto prazo a 15ºC.

Com relação à alternância de temperatura, não foi observado efeito significativo no processo nem na porcentagem de germinação das sementes de *O. bataua* observando três dos quatros critérios avaliados (botão germinativo, protrusão de raiz e 1ª bainha). Entretanto o efeito da temperatura alternada foi negativo sobre o desenvolvimento da 2ª bainha durante os 60 dias de observação (Figura 8). Contudo sob um período maior (120 dias, dados não apresentados), o desenvolvimento da 2ª bainha alcançou valores similares aos da temperatura constante. Há poucos estudos sobre o efeito da alternância de temperatura sobre a germinação de palmeiras. Em *E. oleraceae*, observando apenas o botão germinativo, não houveram diferenças entre o desempenho_na temperatura constante de 25º C em comparação com a alternada de 20/30 e 25/35 °C. Entretanto, em *E. edulis*, as temperaturas alternadas de 20/30 °C e 25/35 ºC resultaram em porcentagens mais altas do botão germinativo (Beckmann-Calvacante *et. al.*, 2012), porém para a formação de raiz e da plântula normal, o efeito da temperatura alternada 20/30 ºC em comparação com a constante de 25 ºC não obteve diferença estatística e a alternância de 25/35 ºC causou menores taxas de formação de plântula normal (Andrade *et. al.* 1999).

CONCLUSÃO

Na avaliação do efeito da temperatura sobre o processo germinativo de *O. bataua*, com quatro critérios de germinação utilizados em palmeiras, os critérios de estádios mais desenvolvidos são mais sensíveis ao estresse térmico. Desta forma com o avanço do desenvolvimento, a faixa de temperatura de germinação fica cada vez mais estreita.

Para todos os critérios observados, até a formação de 2ª bainha, temperaturas constantes de 25 e 30 °C resultaram numa percentagem mais alta de germinação em menor tempo, podendo estas condições térmicas serem recomendadas para avaliar a qualidade das sementes.

A temperatura constante de 25 ºC resulta em taxas germinativas maior ou igual para todos os critérios quando comparadas a temperaturas alternadas com input de energia igual.

Sementes de *O. bataua* toleram a temperatura de 15 ºC. Sob estas condições o processo germinativo é retardado e o desenvolvimento da raiz ocorre após de cerca de 30 dias. Desta forma, esta temperatura pode ser recomendada para um acondicionamento de curto prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Addae-Kagyah, K.A.; Osafo D.M.; Olympio N.S.; Atubra O.K. 1988. Effect of seed storage, heat pretreatment and its duration on germination and growth of nursery stock of the idolátrica palm, *Elaeis guineensis* var *idolatrica* (Chevalier). *Tropical Agriculture,* 65: 77–83.

Andrade, A.C.S.; Loureiro, M.B.; Souza, A.D.O.; Ramos, F.N.; Cruz, A.P.M. 1999. Reavaliação de efeito de substrato e da temperatura na germinação de sementes de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.). *Revista Árvore*, 23(3): 279-283.

Beckmann-Cavalcante, M. Z.; Pivetta, K.F.L.; Iha, L.L.; Takane, R.J. 2012. Temperatura, escarificação mecânica e substrato na germinação de sementes das palmeiras juçara e açaí. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 7 (4): 569-573.

Bernal, R.G.; Galeano, G.; Henderson, A. 1991. Notes on *Oenocarpus* (Palmae) in the Colombian Amazon. *Brittonia*, 43: 154-164.

Bewley, J.D.; Black, M. 1994. *Seed physiology of development and germination* . 2. ed. Plenum Press, New York, USA. 657pp

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. *Instruções para análise de sementes de espécies florestais*. Brasília, 98 pp.

Brancalion, P. H. S; Novembre, A. D. L. C; Rodrigues, R. R. 2010. Temperatura ótima de germinação de sementes espécies arbóreas brasileiras. *Revista Brasileira de Sementes.*43(4): 015-021.

Broschat, T.K. 1998. Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (pindo palm) seed germination. *HortTechnolog,* 8: 586–587.

Brum, H. D. 2011. *Distribuição Espacial de Três Espécies de Palmeiras do Gênero Oenocarpus ao longo de um gradiente edafo-topográfico na Amazônia Central.* Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 141pp.

Cardoso, V. J. M. 2011. Metodologia para análise de dependência térmica de germinação pelo modelo graus-dia. *Oecologia Australis,* 15 (2): 236-248.

Carpenter, W.J. 1988. Temperature affects seed germination of four Florida palm species. *HortScience,* 23: 336-337.

Cavalcante, G.G.E; Silva, W.M.; Nascimento, C.R.; Gonçalves, R.B.; Melo, R.S; Sousa, S.A.; Barbosa J.B.F. 2011. Morfologia de plântulas de *Oenocarpus bacaba* Mart. *In: Congresso Brasileiro de Sementes,* Natal/RN. Anais...Natal: Abrates, 2011. CD-ROM.

Ehara, H.; Komada, C.; Morita, O. 1998. Germination characteristics of Sago palm seeds and spine emergence in seedling produced from spineless palm seeds. *Principes,* 42: 212–217.

Iossi, E.; Sader, R.; Pivetta, K.F.L.A; Barbosa, J.C. 2003. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenni* O'Brein). *Revista Brasileira de Sementes*, 25 (2): 63-69.

Jordan, C.B. 1970. A study of germination and use in twelve palms of Northeastern Peru. *Principes* 14: 26–32.

José, A.C.; Erasmo, E.A.L.; Coutinho, A.B. 2012. Germinação e tolerância à dessecação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes,* 34: 651 – 657.

Labouriau, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington. 174pp.

Miranda, I.P.A.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N.S. 2001. *Frutos de Palmeiras da Amazônia*. MCT/INPA, Manaus, Am. 120pp.

Muñoz, B.; Orta, R.; Medero, E. 1992. Algunos aspectos de la germinación de semillas de *Roystonea regia* (H. B. K.) O.F. Cook 1. c. var. *regia. Ciencias Biológicas* 24: 119-123.

Nazário, P.; Ferreira, S. A. N. 2012. Emergência de plântulas de patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.) em função do dessecamento das sementes. *Informativo Abrates*, 22 (1): 22-25.

Odetola, J.A. 1987. Studies on seed dormancy, viability and germination in ornamental palms. *Principes*, 31: 24–30.

Olff, H., Pegtel, D.M., Van Groenendael, J.M., Bakker, J.P. 1994. Germination strategies during grassland successions. *Journal of Ecology*, 82: 69–77.

Orozco-Segovia, A.; Batis, A.I.; Rojas-Aréchiga, M.R.; Mendoza, A. 2003. Seed biology of palms: a review. *Palms*, 47 (2): 79-94.

Pisek, A.; Larcher, W.; Vegis, A.; Napp-Zinn, K. 1973. The normal temperature range. *In:* Precht H, J Christophersen, H Hensel & W Larcher (eds) *Temperature and life*: Springer, Berlin, Germany. p 102-194.

Santana, D. G.; Ranal, M. A. 2004. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Editora UnB, Brasília. 248pp.

Silva, B. M. S.; Cesarino, F. ; Lima, J.; Pantoja T. F.; Vitti Môro, F. 2006. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (Arecaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (2): 289-292.

SÍNTESE

Sementes de *O. bacaba* são muito sensíveis ao dessecamento, perdendo sua viabilidade em poucas horas. As sementes recém-beneficiadas apresentam teor de água de 41,1% e podem ser secadas sem perda de germinabilidade até um de teor de água de 39%. No teor de água crítico, que reduz a porcentagem inicial em 50%, é possível observar diferenças na sensibilidade ao dessecamento entre os critérios de germinação. Com o avanço do desenvolvimento aumenta a sensibilidade ao dessecamento, sendo a formação de primeira bainha menos sensível ao dessecamento (teor de água crítico de 36%) que a expansão dos eofilos (teor de água crítico de 33%). Teores de água abaixo de 26% são letais para as sementes. É recomendado que a semeadura fosse feita imediatamente após o beneficiamento.

Na avaliação do efeito da temperatura constante e alternada sobre o processo germinativo de *O. bataua,* o desempenho da germinação foi melhor sob temperatura constante em comparação com as temperaturas alternadas com *input* de energia igual. O botão germinativo é formado entre 10 a 40 ºC, porém com o avanço do desenvolvimento, a tolerância ao estresse térmico fica cada vez mais estreita. As temperaturas constantes de 25 e 30 °C resultam numa percentagem mais alta de germinação em menor tempo para todos os critérios de germinação (da formação do botão germinativo até a formação da segunda bainha), podendo estas condições térmicas ser recomendadas para avaliação da qualidade das sementes.

Este trabalho indica que sementes de *O. bataua* toleram a temperatura de 15 ºC. Este resfriamento retarda o processo germinativo e o desenvolvimento da raiz acontece somente após cerca de 30 dias. Desta forma, esta temperatura pode ser recomendada para um acondicionamento úmido das sementes de curto prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Addae-Kagyah, K.A.; Osafo D.M.; Olympio N.S.; Atubra O.K. 1988. Effect of seed storage, heat pretreatment and its duration on germination and growth of nursery stock of the idolátrica palm, *Elaeis guineensis* var *idolatrica* (Chevalier). *Tropical Agriculture*, 65: 77–83.

Andrade, A.C.S.; Loureiro, M.B.; Souza, A.D.O.; Ramos, F.N.; Cruz, A.P.M. 1999. Reavaliação de efeito de substrato e da temperatura na germinação de sementes de palmiteiro (*Euterpe edulis* Mart.). *Revista Árvore*, 23(3): 279-283.

Balick, M. J.; Anderson, A. B.; Silva, M. F. 1982. Palm taxonomy in Brasilian Amazônia: the state of systematic collections in regional herbaria. *Brittonia*, 34: 463-477.

Beckmann-Cavalcante, M. Z.; Pivetta, K.F.L.; Iha, L.L.; Takane, R.J. 2012. Temperatura, escarificação mecânica e substrato na germinação de sementes das palmeiras juçara e açaí. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 7 (4): 569-573.

Bernal, R.G.; Galeano, G.; Henderson, A. 1991. Notes on *Oenocarpus* (Palmae) in the Colombian Amazon. *Brittonia*, 43: 154-164.

Bewley, J.D.; Black, M. 1994. *Seed physiology of development and germination* . 2. ed. Plenum Press, New York, USA. 657pp.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. *Regras para análise de sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 395pp.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. *Instruções para análise de sementes de espécies florestais*. Brasília, 98 pp.

Brancalion, P. H. S; Novembre, A. D. L. C; Rodrigues, R. R. 2010. Temperatura ótima de germinação de sementes espécies arbóreas brasileiras. *Revista Brasileira de Sementes.*43(4): 015-021.

Broschat, T. K. 1994. Palm seed propagation. *Acta Horticulturae*, 360: 141-147.

Broschat, T.K. 1998. Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (pindo palm) seed germination. *HortTechnolog*, 8: 586–587.

Brum, H. D. 2011. *Distribuição Espacial de Três Espécies de Palmeiras do Gênero Oenocarpus ao longo de um gradiente edafo-topográfico na Amazônia Central.* Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo. 141pp.

Cardoso, V. J. M. 2011. Metodologia para análise de dependência térmica de germinação pelo modelo graus-dia. *Oecologia Australis*, 15 (2): 236-248.

Carpenter, W.J. 1988. Temperature affects seed germination of four Florida palm species. *HortScience*, 23: 336-337.

Cavalcante, G.G.E; Silva, W.M.; Nascimento, C.R.; Gonçalves, R.B.; Melo, R.S; Sousa, S.A.; Barbosa J.B.F. 2011. Morfologia de plântulas de *Oenocarpus bacaba* Mart. *In: Congresso Brasileiro de Sementes*, Natal/RN. Anais...Natal: Abrates, 2011. CD-ROM.

Clement, C.R.; Lleras Pérez, E.; Van Leeuwen, J. 2005. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. *Agrociencias*, 9 (1-2): 67-71.

Costa, C.J.; Marchi, E.C. Germinação de sementes de palmeiras com potencial para produção de agroenergia.*Informativo ABRATES*, v.18, n.1, p.39-50, 2008.

Del Cañizo, J. A. 2002. *Palmeras*. Ediciones Mundiprensa, Euros, hardbound. Madrid, ES. 709 pp.

Ehara, H.; Komada, C.; Morita, O. 1998. Germination characteristics of Sago palm seeds and spine emergence in seedling produced from spineless palm seeds. *Principes*, 42: 212–217.

Ellis, R.H.; Hong, T.D.; Roberts, E.H. 1990. An intermediate category of seed storage behaviour I. Coffee. *Journal of Experimental Botany*, 41: 1167-1174.

Ferraz, I.D.K.; Varela, V.P. 2003. Temperatura ótima para a germinação das sementes de trinta espécies florestais da Amazônia. *In*: *Projeto Jacarandá – fase 2: pesquisas florestais na Amazônia Central* (organizadores Higuchi, N.; Santos, J.; Sampaio, P.T.B.; Marenco, R.A.; Ferraz, J.; Sales, P.C.; Saito, M. & Matsumto, S.) Editora INPA, Manaus-AM. Vol. 1 168pp

Giulietti, A.M.; Harley, R.M.; Queiroz, L.P.; Wanderley, M.G.L.; Van den Berg, C. 2005. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1): 52-61

Gomes-Silva, D. A. P., Wadt, L. H. O.; Ehringhaus, C. 2004. *Ecologia e manejo do patauá (Oenocarpus bataua Mart.) para produção de frutos e óleo. Rio Branco – AC.* EMBRAPA ACRE, 37pp.

Govaerts, G. R.; Dransfield, J.; Zona, S.; Hodel, D. R.; Henderson, A. 2004. Lista Mundial de Arecaceae - *Oenocarpus. In: O Conselho de Curadores da Royal Botanic Gardens*, Kew.

Henderson, A.; Galeano, G.; Bernal, R. 1995. *Field Guide to the palms of the Americas.* Princeton University Press, New Jersey

Hong, T.D.; Ellis, R.H. 2002. Storage. *In*.: Vozzo, J.A. *Topical Tree Seed Manual*. Washington DC.: United States Department of Agriculture. Forest Service, 125-136 p.

Iossi, E.; Sader, R.; Pivetta, K.F.L.A; Barbosa, J.C. 2003. Efeitos de substratos e temperaturas na germinação de sementes de tamareira-anã (*Phoenix roebelenni* O'Brein). *Revista Brasileira de Sementes*, 25 (2): 63-69.

Jordan, C.B. 1970. A study of germination and use in twelve palms of Northeastern Peru. *Principes* 14: 26–32.

José, A.C.; Erasmo, E.A.L.; Coutinho, A.B. 2012. Germinação e tolerância à dessecação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). *Revista Brasileira de Sementes*, 34: 651 – 657.

Labouriau, L. G. 1983. *A germinação das sementes*. Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, Washington. 174pp.

Lorenzi, H.; Souza, H.M.; Costa, J.T.M.; Cerqueira, L.S.C.; Ferreira, E. 2004. *Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa, SP. 432pp.

Mabberley, D.J. 2008. *Marbbeley's Plant-Book. A portable dictionary of plants, their classification and uses*. Cambridge University Press. 1021pp.

Medeiros, M. S. 2005. *Informação técnica folder bacaba, para produtores rurais*. Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO. 2pp.

Merrow, W. A.; Broschat, K. T. 2012. Palm seed germination. A review. Environmental Horticulture Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, **BUL274** University of Florida, 9pp.

Meyer, M. J. 2013. *Teor e composição de ácidos graxos de óleos e frutos de palmeiras nativas.* Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 81pp.

Miranda, I.P.A.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N.S. 2001. *Frutos de Palmeiras da Amazônia*. MCT/INPA, Manaus, Am. 120pp.

Missouri Botanical Garden, 2010. Disponível em www.mobot.org. Acesso em 15 de setembro de 2012.

Mourão, A. P.; Bezerra, G. B.; Batista Filho, S. M. 1980. Potencialidades dos óleos de andiroba, copaíba branca, castanha-do-Pará e pupunha, como combustíveis alternativos para o óleo diesel, *In*: *Anais dos 1º e 2º Encontro de Profissionais de Química da Amazônia*. Belém, PA. p 9-10/ São Luís, MA. p 13-14.

Muñoz, B.; Orta, R.; Medero, E. 1992. Algunos aspectos de la germinación de semillas de *Roystonea regia* (H. B. K.) O.F. Cook 1. c. var. *regia. Ciencias Biológicas* 24: 119-123.

Nazário, P.; Ferreira, S. A. N. 2012. Emergência de plântulas de patauá (*Oenocarpus bataua* Mart.) em função do dessecamento das sementes. *Informativo Abrates*, 22 (1): 22-25.

Odetola, J.A. 1987. Studies on seed dormancy, viability and germination in ornamental palms. *Principes,* 31: 24–30.

Olff, H., Pegtel, D.M., Van Groenendael, J.M., Bakker, J.P. 1994. Germination strategies during grassland successions. *Journal of Ecology,* 82: 69–77.

Oliveira, B. A.; Mendonça, M. S.; Araújo, P. G. M. 2010. Aspectos anatômicos do embrião e desenvolvimento inicial de *Oenocarpus minor* Mart: uma palmeira da Amazônia. *Acta botânica brasileira* 24(1): 20-24.

Orozco-Segovia, A.; Batis, A.I.; Rojas-Aréchiga, M.R.; Mendoza, A. 2003. Seed biology of palms: a review. *Palms,* 47 (2): 79-94.

Pammenter, N.W.; Berjak, P. 1999. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. *Seed Science Research,* 9: 13–37.

Panza, V.; Pighin, D.; Láinez, V.; Pollero, R. J.; Maldonado, S. 2009. Storage lipids and proteins of *Euterpe edulis* Mar. seeds. *Biocell* 133(2): 99-106.

Peters, C. M.; Balick, M. J.; Kahn, F.; Anderson, A. B. 1989. Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: utilization and conservation of an important tropical resource. *Conservation Biology*, 3(4): 341- 349.

Pinheiro, C. U. B.; Araújo Neto, A. 1985. Germinação de sementes de palmeiras do complexo babaçu (*Palmae cocosoideae*). São Luís: *Embrapa* , nº13, 4p.

Pinheiro, C. U. B.; Araújo Neto, A. 1987. Descrição do processo germinativo de semente de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.). São Luís: *Embrapa* – Comunicado técnico, nº14, 7p.

Pisek, A.; Larcher, W.; Vegis, A.; Napp-Zinn, K. 1973. The normal temperature range. *In:* Precht H, J Christophersen, H Hensel & W Larcher (eds) *Temperature and life*: Springer, Berlin, Germany. p 102-194.

Queiroz M. S. M.; Bianco R. 2009**.** Morfologia e desenvolvimento germinativo de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Arecaceae) da Amazônia ocidental. *Revista Árvore*, 33 (6): 1037-1042.

Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers C.A.; Costa, M.A. da S.,; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.,; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R.; Procópio, L.C. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central.* INPA, Manaus, AM. 816pp.

Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology,* 1:499-514.

Sacandé, M.D.; Joker, M.E.; Dullo, K.A. 2004. *Comparative storage biology of tropical tree seeds*.International Plant Genetic Resources Institute. 363pp.

Santana, D. G.; Ranal, M. A. 2004. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Editora UnB, Brasília. 248pp.

Silva, B. M. S.; Cesarino, F. ; Lima, J.; Pantoja T. F.; Vitti Môro, F. 2006. Germinação de sementes e emergência de plântulas de *Oenocarpus minor* Mart. (Arecaceae). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 28 (2): 289-292.

Sodré, B. J. 2005. *Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico*. Monografia. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 65pp.

Spiteller, G. 2003. The relationship between changes in the cell wall, lipid peroxidation, proliferation, senescence and cell death. *Physiologia Plantarum*,119: 5-18.

Tomlinson, P.B. 1990. *The structural biology of palms*. Clarendon Press, Oxford. 477 pp.

Uhl, N. W.; Dransfield, J. 1987. A classification of palms based on the work of Harold E. Moore Jr. *Genera Palmarum,* 2: 285 – 610.

Zaminelli, J.C. 2006. *Efeito da Fragmentação florestal sobre a dinâmica de dispersão de Oenocarpus bacaba Mart. (Arecaceae).* Dissertação de Mestrado. INPA/UA, Manaus, Amazonas. 53pp.