

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Engenharia Florestal

**VIABILIDADE POLÍNICA E PRODUÇÃO DE SPRAY PARA  
POLINIZAÇÃO DE *Butia capitata* (Mart.) Becc.**

Keyte Lianne Almeida Santos



Keyte Lianne Almeida Santos

**ANÁLISE DA VIABILIDADE POLÍNICA PARA POLINIZAÇÃO  
ARTIFICIAL DE *Butia capitata* (Mart.) Becc.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr. Rúbia Santos Fonseca

Montes Claros  
Instituto de Ciências Agrárias – UFMG


2021

Keyte Lianne Almeida Santos. ANÁLISE DA VIABILIDADE POLÍNICA PARA  
POLINIZAÇÃO ARTIFICIAL DE *Butia capitata* (Mart.) Becc.

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. Leandro Silva de Oliveira - ICA/UFMG

Prof. Paulo Sérgio Nascimento Lopes - ICA/UFMG



---

Prof.<sup>a</sup> Rúbia Santos Fonseca - Orientadora ICA/UFMG

Montes Claros, 24 de março de 2021.

Foi pensando nas pessoas que executei este projeto, por isso dedico este trabalho a todos aqueles a quem esta pesquisa possa ajudar de alguma forma.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela minha vida, e por me ajudar durante toda a minha trajetória com todas as barreiras encontradas, me abençoando e iluminando meu caminho.

Aos meus pais e irmãs, que me acolheram nos momentos difíceis, sempre me incentivando e acreditando no meu potencial. Por nunca me julgarem pelas minhas escolhas e meus momentos de ausência.

Ao meu namorado e amigos que me apoiaram e que sempre me mostraram razões para continuar e seguir lutando pelos meus objetivos. Por sempre compartilharem momentos felizes e de descontração, e pelo suporte em momentos tristes e dolorosos.

Aos meus professores e toda a comunidade acadêmica, pelos ensinamentos, correções, pelas agregações, que me fizeram ser melhor a cada dia, melhorando o meu desempenho e contribuindo no meu crescimento profissional.

A todos que estiveram comigo, meu mais sincero e feliz, Obrigada!

*“Por vezes sentimentos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

(Madre Teresa de Calcutá)

## Resumo

*Butia capitata* (Mart.) Becc., conhecida popularmente como coquinho-azedo, ocorre na região norte de Minas Gerais, onde representa importante recurso extrativista. Essa espécie se encontra ameaçada de extinção e o cultivo tem potencial de aumentar a renda de produtores rurais e diminuir a pressão sobre as populações nativas. No entanto, são necessários estudos sobre sua reprodução, subsidiando técnicas que maximizem a frutificação. Objetivou-se desenvolver *spray* de polinização, visando facilitar o manejo dessa espécie em cultivo, além de proporcionar elevação da frutificação. Para tanto, flores foram coletadas em plantio experimental de *B. capitata* no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG. Essas flores foram mantidas em estufa a 30°C por 24h, para a extração dos grãos de pólen. O experimento foi desenvolvido em duas fases, com lotes distintos de grãos de pólen. Na fase um os grãos foram imersos nos veículos: 1- água e 2 -água com sacarose, enquanto no controle os grãos não foram embebidos em uma solução considerada veículo. A viabilidade foi avaliada para seguintes tempos após a imersão: 30min, 1, 6, 12, 24 e 48h. A fase dois, os grãos foram imersos nos veículos: 1-água, 2-água com sacarose e 3-talco, o controle os grãos também não foram embebidos em uma solução considerada veículo. A viabilidade foi avaliada para os seguintes tempos após a imersão: 1, 2, 3, 4, 5 e 6h de imersão, e avaliada também para o Controle. Nas duas fases o *spray* foi aspergido em placa de petri contendo meio de cultura (100g de sacarose, 300mg de CaCl<sub>2</sub>, 10g de ágar e 1litro de água destilada) em cada tempo, e a germinação aferida após 24h, com as placas sendo mantidas em B.O.D. a 25°C com fotoperíodo de 12h. Na primeira fase foi observado que tanto para água, quanto para sacarose, a viabilidade variou entre os tempos de imersão ( $p=0,0014$  água;  $p=0,0002$  sacarose), reduzindo nos maiores tempos. Foi verificado também que a sacarose tem a capacidade de manter a viabilidade por maior tempo. Na segunda fase, também foi observada diferença entre os tempos ( $p=0,0117$  sacarose;  $p=0,0256$  água;  $p=0,0182$  talco), com tendência à redução da viabilidade ao longo do período de embebição. Nessa fase o ‘talco’ apresentou a maior conservação da viabilidade do pólen. Os veículos talco e sacarose demonstraram resultados promissores na conservação da viabilidade do pólen, permitindo imersão de até 4 horas.

**Palavras-chave:** Frutificação. Reprodução vegetal. Palmeira.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Grãos de pólen de <i>Butia capiata</i> imersos no veículo ‘Água’ à esquerda, e no veículo ‘Sacarose’ à direita.....	17
Figura 2- Percentual de germinação do veículo Sacarose ao longo dos horários de imersão analisados.....	18
Figura 3 Percentual de germinação do veículo Água ao longo dos horários de imersão analisados.....	19
Figura 4- Percentual de germinação do veículo Sacarose ao longo dos horários de imersão analisados.....	21
Figura 5- Percentual de germinação do veículo Água ao longo dos horários de imersão analisados.....	21
Figura 6- Percentual de germinação do veículo Talco ao longo dos horários de imersão analisados.....	22
Figura 7- Percentual de germinação do veículo Controle nos horários de imersão analisados.....	22
Figura 8- Comparação dos tratamentos Água, Sacarose, Talco e Controle nos horários de imersão analisados.....	24



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Teste de <i>Kruskal-Wallis</i> para os tratamentos Sacarose e Água.....	18
Tabela 2- Teste de <i>Dunn</i> comparando Água e Sacarose nos tratamentos-horários.....	19
Tabela 3- Teste de <i>Kruskal-Wallis</i> para os tratamentos Sacarose, Água e Talco.....	20
Tabela 4- Teste de <i>Dunn</i> comparando os tratamentos-veículos em cada tratamento-horário de análise.....	23

## Sumário

<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2- REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
2.1- <i>Butia capitata</i> .....	13
2.2- Domesticação .....	14
2.3- Estratégias reprodutivas .....	14
2.4- Tecnologias de polinização .....	15
<b>3- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1- Local de estudo.....	16
3.2- Teste de viabilidade polínica.....	16
3.3- Análises estatísticas.....	17
<b>4- RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>18</b>
<b>5- CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>6- REFERÊNCIAS .....</b>	<b>27</b>

## 1- INTRODUÇÃO

Arecaceae, a família das palmeiras, é constituída por 252 gêneros e, aproximadamente, 2600 espécies. As palmeiras são amplamente distribuídas pelo mundo, ocorrendo em diferentes habitats. Constitui um dos grupos vegetais com a maior variedade de usos e importância econômica. As palmeiras nativas possuem importante papel na economia de sociedades que vivem em seus locais de ocorrência, sendo fonte de alimento e matéria prima para muitos produtos (SOUZA *et al.*, 2003).

Apesar da relevância econômica dessa família, poucas espécies foram profundamente estudadas e domesticadas. Para a realização de planos de manejo, conservação e mesmo cultivo de palmeiras, é preciso conhecer sobre o período reprodutivo, características morfológicas, biologia floral, interações pólen e estigma, e outras características determinantes para o sucesso reprodutivo das plantas (BRANDÃO *et al.*, 2015), porém os estudos sobre reprodução de palmeiras ainda são escassos (OLIVEIRA e RIOS, 2014).

*Butia capitata* (Mart.) Becc., popularmente conhecida como coquinho-azedo, é uma palmeira endêmica do Cerrado, distribuída nos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás. Nessas localidades o coquinho-azedo formam paisagens e fornecem frutos muito apreciados localmente, e que movimentam o extrativismo durante sua safra (LORENZI *et al.*, 2010; FLORA DO BRASIL, 2020). No norte do estado de Minas Gerais, *Butia capitata* faz parte do grupo das espécies que tem seus frutos mais coletados do cerrado, utilizados por agroextrativistas para consumo e comercialização, contribuindo diretamente para melhoria da qualidade de vida, através da renda gerada; sendo também utilizada pelos animais nativos para alimentação (AQUINO, *et al.*, 2007; MERCADANTE-SIMÕES *et al.*, 2006; LIMA, 2010). O elevado extrativismo e degradação do cerrado levaram o coquinho-azedo à condição de espécie vulnerável à extinção, enfrentando grande risco de desaparecimento se não forem realizadas ações para impedir (LEITMAN *et al.*, 2016; MARTINS, 2003).

Pensando na domesticação, variadas técnicas de polinização de plantas são utilizadas. Quando condições influenciam negativamente na produção de frutos, como secas e baixas produções de pólen na tamareira *Phoenix dactylifera* L., o uso de pólen em suspensão e aplicados por *spray* é capaz de reduzir custos e mão de obra na produção dos frutos (AWAD, 2010). Em plantas que apresentam autoincompatibilidade, como a pêra-japonesa (*Pyrus*

*pyrifolia*), a polinização artificial é a solução para aumentar a frutificação, com o pólen usualmente sendo aplicado via spray (SAKAMOTO, 2009).

Estudos com grãos de pólen em suspensão líquida para polinização de kiwi, também mostraram a efetividade da utilização da técnica, com o aumento de peso dos frutos, sendo resultados semelhantes encontrados em polinização artificial de pistache (*Pistacia vera* L.) com polinização via spray, que obteve uma melhor frutificação e aumentando o peso fresco e seco do grão. Isso refletiu também no aumento de concentrações de elementos nutritivos do grão como P, Ca, Mg, Cu e Fe (HOPPING & SIMPSON, 2012; ZERAATKAR *et al.*, 2013). Diante disso, objetiva-se gerar protocolos para a manutenção da viabilidade polínica em pólenes imersos em diferentes veículos, permitindo o desenvolvimento de *spray* de polinização artificial para o coquinho-azedo.

## 2- REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1- *Butia capitata*

Um das espécies amplamente utilizada é a *Butia capitata* (Mart.) Becc., conhecida popularmente como coquinho-azedo, coco-cabeçudo, coquinho, butiá, entre outros. É uma palmeira de ocorrência na parte central do Brasil, em Minas Gerais, Bahia e Goiás. Seus frutos são utilizados para consumo *in natura*, e fabricação de produtos como óleos, cosméticos, polpas, sucos e picolés, além de possuir grande potencial ornamental (LORENZI *et al.*, 2010).

Na região norte de Minas Gerais predominam cidades de pequeno porte com infraestrutura urbana deficiente, em que as atividades são baseadas na agropecuária e agroextrativismo. O coquinho-azedo, presente na vida de muitas famílias agroextrativistas, serve não apenas de alimento *in natura*, mas também para a produção de sucos, picolés, geleias, licores e outros produtos comercializáveis, que devido ao seu alto valor nutritivo, possui ampla aceitação no mercado. A comercialização desses produtos, é uma importante fonte de renda para os extrativistas (LIMA, 2010; SILVA, 2008).

O coquinho-azedo possui inflorescências do tipo panícula ou cacho, com ráquis e ráquulas e flores protegidas por uma bráctea. As flores são amarelas unissexuais, sendo as estaminadas dispostas em tríades espiraladas ao longo da ráquila, com uma flor pistilada no centro da tríade. (MERCADANTE-SIMÕES *et al.*, 2006). As flores pistiladas se encontram somente até a porção mediana da ráquila, e na porção apical somente flores estaminadas (FONSECA *et al.*, 2007). Resultados encontrados por Dias (2018), mostram que o coquinho-azedo apresenta baixa autocompatibilidade e não é apomítica, sendo incapaz de gerar frutos por polinização espontânea, sugerindo que a espécie é predominantemente xenogâmica. Os indivíduos de coquinho-azedo produzem em média 2,4 inflorescências por planta, e cada inflorescência possui 89,65 ráquulas com 117,86 flores masculinas e 5,78 flores femininas aproximadamente (MERCADANTE-SIMÕES *et al.* 2006).

Na espécie *B. capitata* ocorre a dicogamia protândrica, que é uma separação temporal entre as fases de maturação das flores, ocorrendo a abertura das flores masculinas em período anterior ao da abertura das flores femininas, contribuindo para a xenogamia dessa espécie (MERCADANTES-SIMÕES *et al.*, 2006). Essa separação temporal, também parece estar relacionada com a entomofilia e a anemofilia, para os gêneros *Butia* e *Syagrus* (ABREU, 2001). A síndrome de polinização é a entomofilia, sendo importante para a reprodução, pois a espécie é dependente do polinizador para frutificação (DIAS, 2018).

## 2.2- Domesticação

Domesticação pode ser definida como, ações e técnicas aplicadas de forma correta em populações de animais e plantas, para finalidades de necessidades do homem (JUNQUEIRA *et al.*, 2008 *apud* JUNQUEIRA *et al.*, 2012). Embora as palmeiras sejam mencionadas em várias literaturas como as plantas mais úteis ao ser humano, contrariamente, são as plantas da família botânica que menos recebem investimento para domesticação. Segundo Oliveira e Rios (2014), existem alguns fatores para o baixo número de palmeiras domesticadas, como a associação que esse grupo de plantas possui com sociedades primitivas e indígenas, dificuldades em pesquisas como genética, conservação e caracterização.

Para a *Butia capitata*, já se tem estudos acerca do armazenamento dos grãos de pólen da espécie, utilizando geladeiras e freezer. Sabe-se que os grãos de pólen podem ser armazenados até 180 dias, mantendo a taxa de germinação superior a 50%, com a prévia desidratação dos grãos. Já os grãos que são armazenados em temperatura ambiente, geram baixas taxas de germinação nos primeiros 30 dias. Essa informação é muito útil pensando na conservação de germoplasma, e o uso por melhoristas. A presença de água nos grãos podem formar cristais ao serem congelados, inviabilizando o pólen, por isso é necessária a sua desidratação quando for armazenados em freezer que possui uma temperatura baixa. (DIAS, 2018). Mas, ainda são necessários muitos estudos voltados para a domesticação das palmeiras, acerca de técnicas de plantio, reprodução e outros, o que seria de grande importância econômica para populações do norte do Estado de Minas Gerais.

## 2.3- Estratégias reprodutivas

As plantas estão a todo momento sujeitas à estresses no meio em que vivem, para garantir a sobrevivência e perpetuação, elas têm que se adaptar e melhor manejar os recursos disponíveis. O reino vegetal possui adaptações e estratégias para garantir o sucesso reprodutivo, como exemplo, características morfológicas, fisiológicas e genéticas, podendo ser tamanhos e cores de flores, quantidade de grãos de pólen e formas de atração de polinizadores e dispersores (SILVEIRA, 2010).

A ocorrência da protandria nas palmeiras, que é uma separação temporal entre as fases femininas e masculinas da planta, garante a polinização cruzada, evitando a autopolinização. A maioria das espécies é polinizada por insetos, dependendo destes para o seu sucesso reprodutivo (ABREU, 2001).

As características das inflorescências e das flores das palmeiras são peculiares, possuindo adaptações para grupos de insetos atuarem na polinização, principalmente das ordens Coleoptera e Hymenoptera (ABREU, 2001). As palmeiras polinizadas por Coleopteros podem possuir uma polinização bem específica, já da ordem Hymenoptera a maioria das palmeiras são polinizadas por espécies de abelhas caracterizando a síndrome de melitofilia. O odor adocicado e a produção de calor nas flores são as principais formas de atração desses insetos (KÜCHMEISTER *et al.*, 1998).

#### **2.4- Tecnologias de polinização**

Vários estudos a respeito de polinização de diversas espécies de plantas, constatam que a maioria dessas plantas possui dependência de polinizadores bióticos para o transporte de pólen. Muitas plantas só frutificam pela ação desses seres. Essa relação é tão antiga, que foram se desenvolvendo morfologias específicas, entre polinizadores e flores. Diversos pesquisadores começaram a estudar formas artificiais e eficientes de simular a ação de insetos e fazer a polinização em plantas para aumentar e garantir um padrão de frutificação (FREITAS, 2005; LIMA, 2004). Conhecendo o processo reprodutivo da espécie é possível ter um controle sobre o período de frutificação a partir de técnicas simples e baratas, determinando a possibilidade de sua domesticação (DIAS, 2018).

Uma tecnologia de polinização amplamente estudada e aplicada é a polinização artificial, utilizada para muitas espécies em programas de melhoramento. Essa polinização permite muitos benefícios, contribuindo com aumento da produção e qualidade de frutos, resistência a condições climáticas, pragas e doenças e variabilidade genética (CLASSEN *et al.*, 2014; NASCIMENTO, 2015).

Na da polinização controlada, um tipo muito utilizado em tamareiras (*Phoenix dactylifera* L.) é o uso de grãos de pólen em suspensão líquida, em um recipiente *spray*, que melhora a frutificação e produtividade (AWAD, 2010; COSTA e ALOUFA, 2006 *apud* DIAS, 2012). Resultados encontrados por Awad (2010) mostraram que *spray* de grãos de pólen em suspensão líquida em diferentes concentrações, aumentou a porcentagem de frutificação e o rendimento por tamareira, comparado à polinização tradicional. Constatou também que a polinização por *spray* economiza tempo e trabalho, permitindo a oferta frequente de frutos.

### 3- MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1- Local de estudo

O estudo foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais, no município de Montes Claros, Minas Gerais (latitude de 16° 44' 06" S, longitude de 43° 51' 24" W; 646 m de altitude). Montes Claros possui clima tropical, com invernos mais secos e verões chuvosos. O clima dessa região é classificado como AW segundo Köppen, com 6 meses consecutivos de estiagem, nos quais a precipitação mensal é inferior a 60 mm, a temperatura média é de 23,1°C e 869 mm de pluviosidade média anual (CLIMATE-DATA, 2021).

O plantio experimental, situado no ICA, é composto por plantas adultas, com 12 anos de idade, dispostas em um pomar com 26 indivíduos em plantio retangular, com espaçamento de 3 x 2,5 metros. Esse plantio recebe irrigação a cada 48 horas, adubações mensais e capinas manuais frequentes.

#### 3.2- Teste de viabilidade polínica

Flores masculinas foram coletadas pela manhã e encaminhadas para secagem em estufa com circulação de ar, por 24 horas a 30°C. Em seguida os grãos foram imersos em frascos de “*sprays*” de 60 ml, sendo 3 frascos por tratamento (Figura 1).

Após a imersão do pólen em veículos (tratamentos) a viabilidade foi avaliada em diferentes horários. Em cada horário foi efetuada a aspersão do conteúdo dos frascos em 3 placas de pétri com meio de cultura (100 de sacarose, 300 de CaCl<sub>2</sub>, 10g de ágar e 1litro de água destilada). Os experimentos foram divididos em duas fases, cada um com um lote diferente de pólen.

Na fase um foram avaliados os seguintes veículos:

- 1) água destilada + sacarose (40g/L de água)
- 2) água destilada
- 3) controle (sem imersão em uma solução considerada veículo)

A manutenção da viabilidade em cada veículo foi avaliada para os seguintes tempos após a imersão: 30min, 1, 6, 12, 24 e 48h. Nessa fase o Controle, foi observado somente no primeiro horário.

Na fase dois foram avaliados os veículos:



- 1) água destilada + sacarose (40g/L de água)
- 2) água destilada
- 3) talco (carbonato de sódio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)
- 4) controle (sem imersão em uma solução considerada veículo)

A manutenção da viabilidade foi aferida para os seguintes horários: 1, 2, 3, 4, 5, 6h.

As placas foram armazenadas em estufa Biochemical Oxygen Demand (B.O.D) com temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas e avaliadas após 24h. Foram contados aleatoriamente 300 grãos de pólen por placa. Os grãos foram considerados germinados quando o comprimento do tubo polínico foi igual ou maior ao diâmetro do grão.

Figura 1- Grãos de pólen de *Butia capiata* imersos no veículo 'Água' à esquerda, e no veículo 'Sacarose' à direita.



Do autor, 2021.

Durante a realização dos experimentos, a cada horário de aspersão do pólen sobre as placas de pétri, foram feitas observações em microscópio de luz, para verificar a integridade dos grãos de pólen; e durante os intervalos entre uma aspersão e outra, os frascos eram mantidos em B.O.D a 25°C.

### 3.3- Análises estatísticas

Foi utilizado o teste *Shapiro-wilk* para verificar se os dados seguem um padrão normal de distribuição. Foi observada distribuição não-normal, mesmo após transformação com *arcsen*. Diante disso, os dados foram submetidos ao *Kruskal-Walils*, e quando significativo, ao teste post-hoc de *Dunn*. Para todos os testes foi definido o nível crítico de 5% de confiança.

#### 4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

##### Fase um

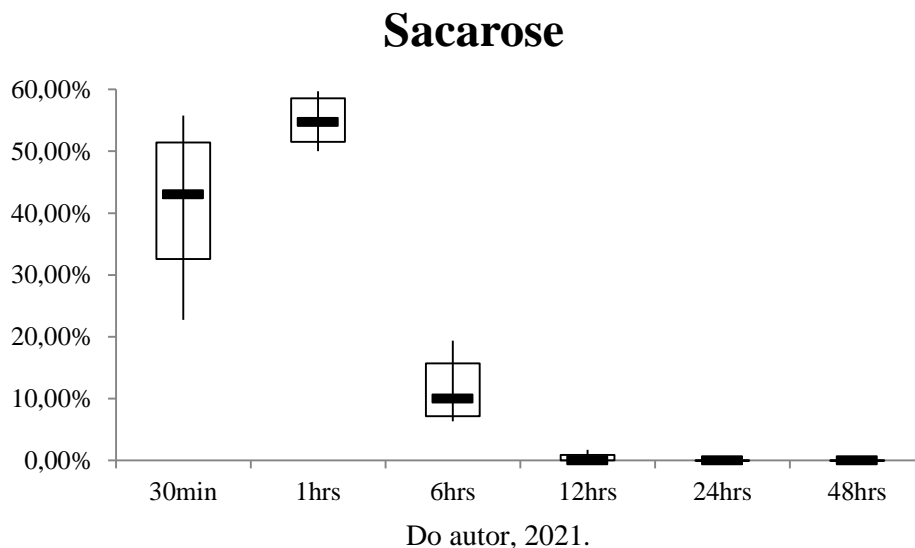
A viabilidade polínica variou entre os diferentes tempos de imersão dos grãos de pólen no veículo ‘Sacarose’ (Tabela 1). A maior porcentagem de germinação foi de 59,73% e ocorreu no pólen sujeito a 1h de embebição (Figura 2), foram observados grãos de pólen germinando até as 12h com 1,71% de germinação. Ao comparar os horários par a par, foi verificado que houveram diferenças somente na comparação do tempo de 1h com 12, 24 e 48h ( $p < 0,05$ ), as demais comparações em pares não foram significativas ( $p > 0,05$ ).

Tabela 1- Teste de *Kruskal-Wallis* para os tratamentos Sacarose e Água.

Tratamento	H	G.L	p-valor
Sacarose	24,75	5	0,0002
Água	19,7747	5	0,0014

Do autor, 2021. H= valor do teste KW, G.L= graus de liberdade do teste.

Figura 2- Percentual de germinação do veículo Sacarose ao longo dos horários de imersão analisados.

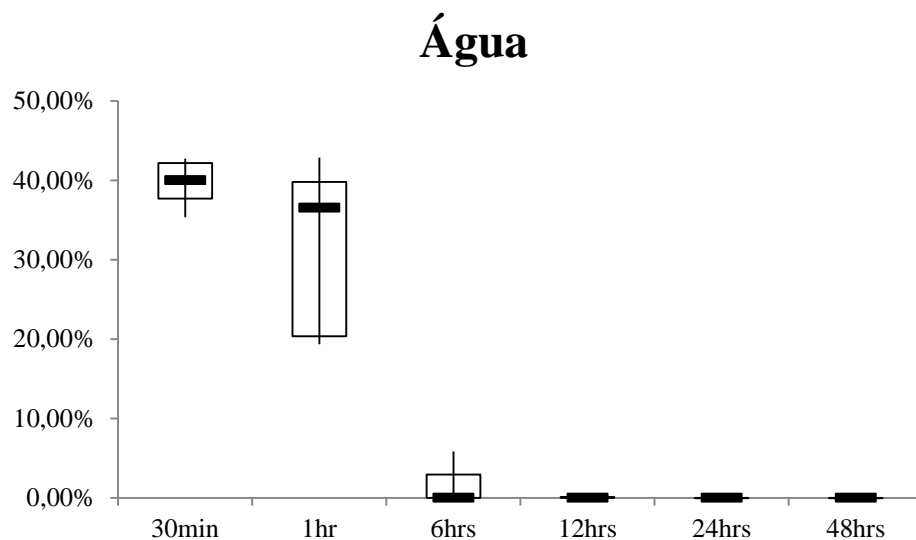


A queda das taxas de germinação foi evidente e isso pode estar relacionado à influência do veículo sobre a germinabilidade do pólen. Outros fatores também podem ter interferido na germinação, como a umidade e temperatura de armazenamento, condições genéticas da planta, o estágio fisiológico e idade da flor, além da composição do meio de cultura (ABDELGADIR,

2012). O horário de 30min teve uma germinação menor do que o horário de 1h, o que pode estar relacionado a um estímulo à germinação promovido pela sacarose, que atua como fonte de energia.

Para o veículo 'Água' também foram verificadas diferenças na germinação ao longo do tempo de imersão (Tabela 1). O veículo obteve maior porcentagem de germinação no tratamento 30min, e não houve mais germinação após às 6h de imersão (Figura 3). O horário de 30min foi distinto dos horários 24h e 48h ( $p < 0,05$ ).

Figura 3- Percentual de germinação do veículo Água ao longo dos horários de imersão analisados.



Do autor, 2021.

Comparando os veículos 'Sacarose' x 'Água', não houveram diferenças significativas entre eles no horário de 30min, e nos demais horários, os dois veículos são diferentes (Tabela 2).

Tabela 2- Teste de *Dunn* comparando Água e Sacarose nos tratamentos-horários.

<b>Comparação</b>	<b>Tempo</b>	<b>p-valor</b>
Sacarose x Água	30min	0,1732
Sacarose x Água	1h	0,0090
Sacarose x Água	6h	0,0090
Sacarose x Água	12h	0,0109

Do autor, 2021.

Para o primeiro lote de pólen, o Controle foi realizado somente no primeiro horário, por isso não houve como constatar o comportamento da germinação ao longo do tempo, nem gerar análises estatísticas, isso devido que na fase um, foi um delineamento inicial, que sofreu melhoras e reajustes na fase dois. A viabilidade inferior na água pode estar relacionada à ausência de moléculas geradoras de energia no meio, para manter a viabilidade, como a sacarose.

Liu (2013), ao estudar a influência de ácido bórico e de sacarose no crescimento e germinação de pólen de *Areca catechu* L., também uma palmeira, concluiu que a sacarose pode regular o potencial osmótico do tubo polínico durante o crescimento, havendo um equilíbrio entre as pressões osmóticas internas e externas do pólen, preservando a vitalidade e atuando também como uma fonte de nutrientes e energia. Como o veículo 'Água' não continha sacarose em sua solução, a viabilidade do pólen foi menor, refletindo na porcentagem de germinação.

A água com sacarose possibilitou uma vitalidade maior para o pólen do que água pura, isso porque a sacarose atua como uma fonte de nutriente para a germinação e formação dos tubos polínicos, como constatado por Abdelgadir (2012) no estudo de viabilidade polínica, germinação de pólen e crescimento de tubo polínico para *Jatropha curcas*. A sacarose age diretamente sobre a germinação do pólen, pois ela também atua na indução de modificações fisiológicas e metabólicas, como o aumento da permeabilidade do tubo polínico que podem levar desde o crescimento do tubo polínico, até o rompimento dos grãos de pólen (SOUZA et al., 2013)

### Fase dois

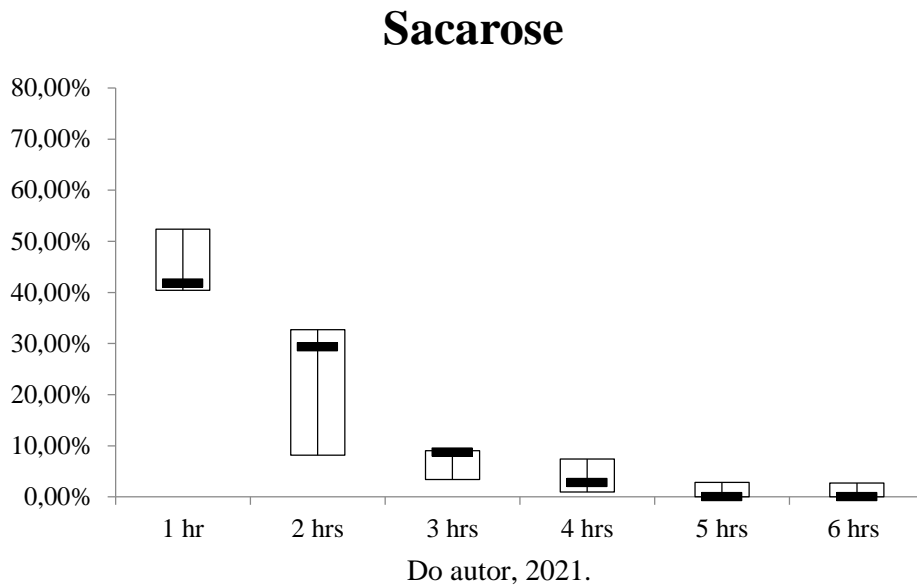
Foram evidenciadas diferenças significativas entre os diferentes tempos de imersão para 'Sacarose' (Tabela 3). As maiores taxas de germinação ocorreram após 1h (41,80%), e após as 4 horas não foram observados grãos de pólen germinando (Figura 4).

Tabela 3- Teste de *Kruskal-Wallis* para os tratamentos Sacarose, Água e Talco.

Tratamento	H	G.L	p-valor
Sacarose	14,7076	5	0,00117
Água	12,7778	5	0,0256
Talco	13,257	5	0,01852
Controle	7,5965	5	0,1799

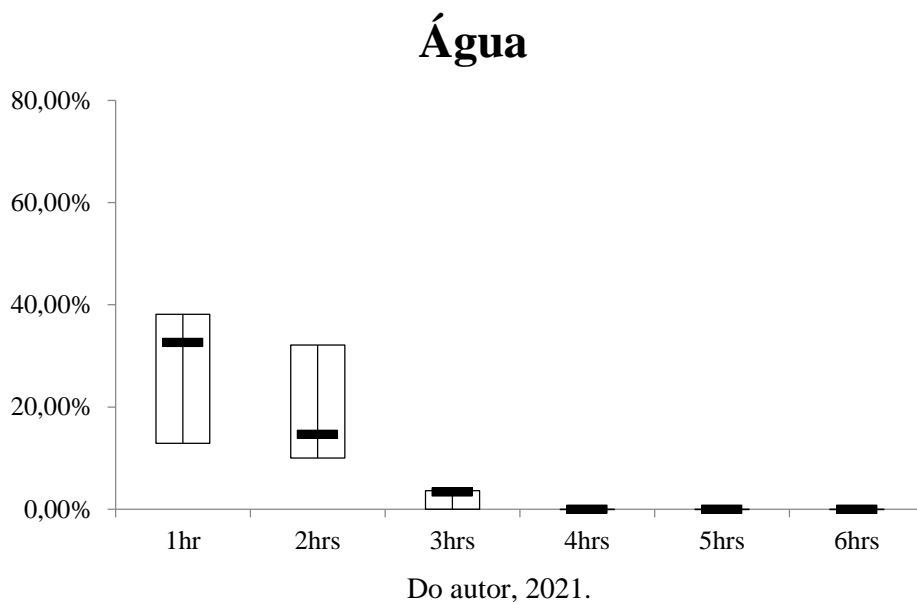
Do autor, 2021. H= valor do teste KW, G.L= graus de liberdade do teste.

Figura 4- Percentual de germinação do veículo Sacarose ao longo dos horários de imersão analisados.



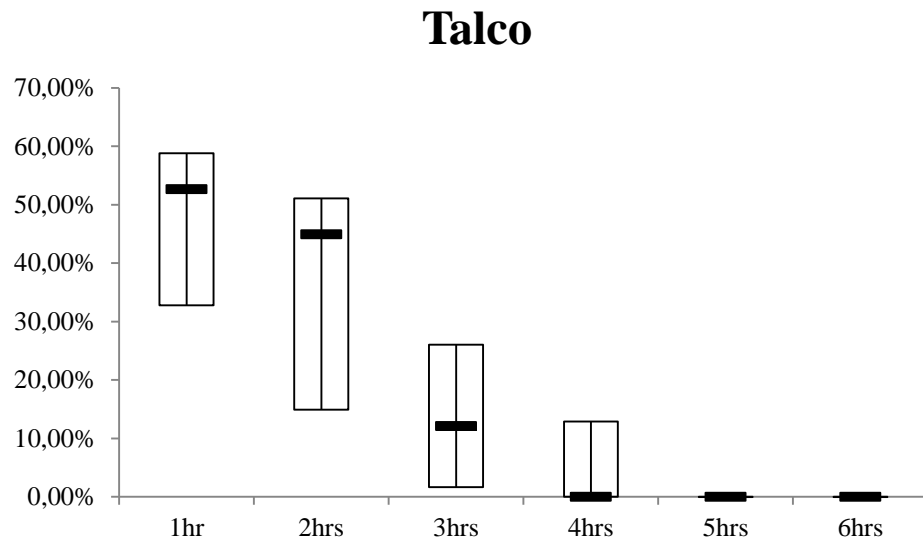
Foi evidenciado que há diferenças significativas entre os tempos para 'Água' (Tabela 3). O horário com maior taxa de germinação foi o de 1h (38,12%), após 3h não houve mais germinação (Figura 5).

Figura 5- Percentual de germinação do veículo Água ao longo dos horários de imersão analisados.



Para ‘Talco’ foram evidenciadas diferenças significativas entre os tempos (Tabela 3). O Talco apresentou germinação de 52,69% após 1h e de 44,96% após 2h. A germinação cessou após as 4h (Figura 6).

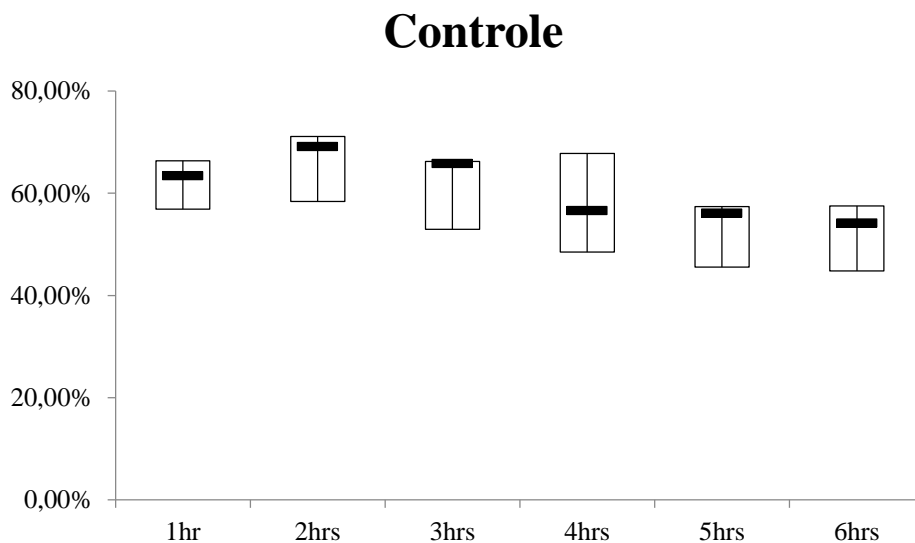
Figura 6- Percentual de germinação do veículo Talco ao longo dos horários de imersão analisados.



Do autor, 2021.

No Controle não houve diferenças significativas entre os diferentes tempos (Tabela 3), mantendo germinação acima de 44% em todos os horários avaliados (Figura 7).

Figura 7- Percentual de germinação do veículo Controle nos horários de imersão analisados.



Do autor, 2021.

No Controle, os grãos de pólen não foram imersos em solução considerada veículo, isso fez com que o pólen mantivesse uma alta viabilidade mesmo no último horário de análise. Essa alta viabilidade foi refletida nas altas taxas de germinação em todos os horários, e sendo considerado o melhor tratamento em comparação com os demais.

A comparação dos tempos nos veículos Controle x Sacarose x Água x Talco, em cada horário (Tabela 4), demonstrou diferenças significativas entre os horários 1h e 4h.

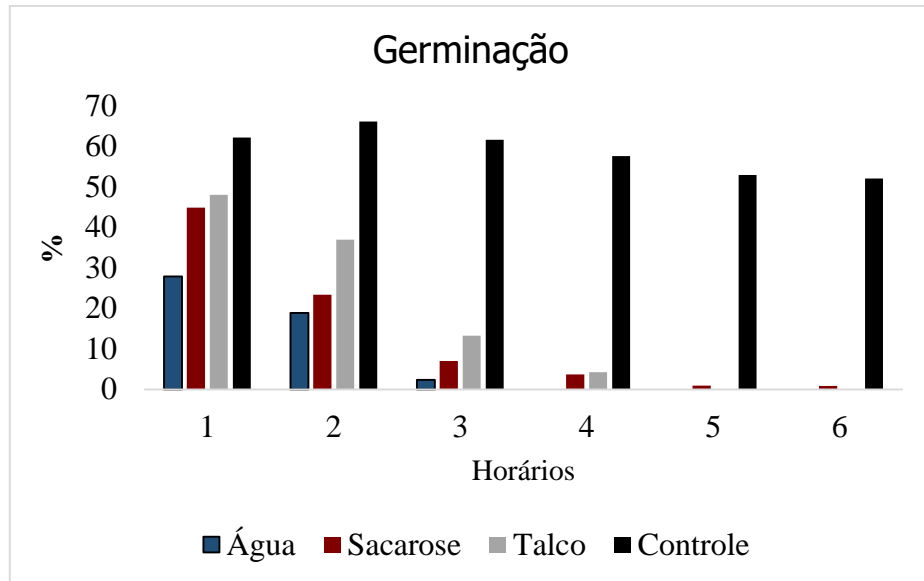
Tabela 4- Teste de *Dunn* comparando os tratamentos-veículos em cada tratamento-horário de análise.

<b>Comparação</b>	<b>Tempo</b>	<b>p-valor</b>
Controle x Sacarose x Água x Talco	1h	0,0434
Controle x Sacarose x Água x Talco	2h	0,0534
Controle x Sacarose x Água x Talco	3h	0,0534
Controle x Sacarose x Água x Talco	4h	0,0444
Controle x Sacarose x Água x Talco	5h	0,0867
Controle x Sacarose x Água x Talco	6h	0,0867

Do autor, 2021.

Como pode ser visto na Figura 8, o veículo ‘Controle’ gerou uma maior taxa de germinação em todos os horários de análise, seguido por ‘Talco’, ‘Sacarose’ e ‘Água’ respectivamente. A partir do horário de 4h, o veículo ‘Água’ não teve mais pólen germinados, enquanto ‘Talco’ e ‘Sacarose’ tiveram ainda germinações (12,88%; 7,41%). Assim as diferenças são atribuídas ao ‘Controle’, pela continuidade das altas taxas de germinação. Todos os veículos, exceto o ‘Controle’ se tornaram iguais a partir de 3h ( $p > 0,05$ ), pelas baixas taxas de germinação, pois o pólen foi perdendo a sua viabilidade ao longo do tempo.

Figura 8- Comparação dos tratamentos Água, Sacarose, Talco e Controle nos horários de imersão analisados.



Do autor, 2021.

Existem diversos fatores que influenciam a germinação do pólen em condições laboratoriais. Fatores como a espécie botânica, o estado nutricional da planta, o meio de cultura utilizado, temperatura e período de armazenamento, estágio de desenvolvimento das flores que foram doadoras do pólen, qualidade do pólen e condições climáticas do local de ocorrência das plantas (SOARES, *et al.*, 2008). A redução de germinação do pólen ao longo do tempo, observada em todos os veículos, pode estar relacionado a essas condições.

Algumas hipóteses que podem explicar o veículo Talco ter gerado melhores taxas de germinação que os demais veículos, pode ser que por não ser uma solução líquida, manteve a viabilidade do pólen por mais tempo, e a sua forma em pó exigiu uma maior quantidade de grãos de pólen, para que o talco não causasse a sobreposição. Além disso, o pólen misturado ao talco não foi aspergido nas placas pelo spray, foi feita a deposição com auxílio de pincel, o que pode ter proporcionado uma quantidade maior de pólen sobre o meio de cultura.

Foi possível verificar a queda de taxas de germinação ao longo do tempo em todos os veículos, isso pode se dá pelas temperaturas de armazenamento em B.O.D. não terem sido adequadas, ocasionando a perda da viabilidade do pólen. Como durante a cada horário de aspersão do pólen sobre as placas de pétri, foi verificado a integridade dos grãos de pólen, foi observado que eles não haviam comprometido a integridade física.

O uso de sprays de polinização para a *Phoenix dactylifera*, a tamareira, é essencial para a frutificação. Estudos de Awad (2010), sobre polinização de tamareira por spray de suspensão de grãos de pólen em água, demonstrou que a polinização por spray aumentou significativamente



a porcentagem de frutificação, em contraste com a polinização tradicional. A tamareira enfrenta grandes problemas relacionados à seca, que resulta em florações anormais e frutificações baixas, problemas superados com o uso do spray, o que pode ser uma técnica de sucesso também para o coquinho-azedo possibilitando a sua utilização em sistemas de plantio.

Awad (2010) encontrou resultados importantes para o cultivo da tamareira, como redução do tempo de polinização comparado com o método tradicional, a quantidade de pólen necessária foi cerca de metade da quantidade usada na polinização manual, corroborando o spray como uma técnica que reduz tempo e trabalho e, conseqüentemente, os custos. Podendo então, ser utilizado spray para polinizações em cultivos de coquinho-azedo, o que poderá permitir ter um controle sobre a produção de frutos.

Durante a realização das fases em laboratório, foram percebidos alguns problemas práticos do recipiente spray. Em alguns momentos haviam entupimentos no orifício de saída do líquido, e travamento da parte que pressiona para sair o conteúdo. Além disso não foi possível medir a quantidade de líquido e a quantidade de pólen que eram aspergidos.

Após estes resultados encontrados nesta pesquisa, é possível analisar que o uso de spray na polinização de coquinho azedo pode trazer resultados satisfatórios, mas sendo necessários ainda estudos a campo, com a polinização *in vivo* para observar a frutificação nos indivíduos de coquinho azedo. Este trabalho deixa contribuições para o melhoramento genético, na manipulação do pólen e também impactos no manejo na utilização de técnicas de polinização que trazem resultados esperados.

É importante ressaltar que este é um estudo pioneiro na utilização de spray para polinização de *Butia capitata* e a metodologia empregada ainda necessita de ajustes, porém é um estudo que traz novas perspectivas para a domesticação da espécie, sendo um estudo inovador. Sendo assim, este trabalho se torna um ponto inicial para posteriores avanços da polinização artificial para o coquinho-azedo.

## 5- CONCLUSÃO

O pólen de *Butia capitata* apresenta decréscimo de viabilidade ao longo do tempo em condições de imersão. O Controle proporcionou maiores taxas de germinação dos grãos de pólen e melhor viabilidade polínica, porém os veículos de água destilada com adição de sacarose e o veículo talco também apresentaram resultados satisfatórios de germinação, mantendo um tempo de 4h de utilização do spray.

## 6- REFERÊNCIAS

ABDELGADIR, H. A. et al. Pollen viability, pollen germination and pollen tube growth in the biofuel seed crop *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae). **South African Journal of Botany**. v. 79. p. 132-139, Mar. 2012.

ABREU, S.A.B. **Biologia reprodutiva de *Mauritia flexuosa* L. (Arecaceae) em vereda no município de Uberlândia-MG**. 2001. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

AQUINO, C.F. *et al.* Resposta do coquinho-azedo à adubação mineral e orgânica em fase de desenvolvimento inicial. In: **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, out. 2007. v. 2, n. 2, p. 1374-1377.

AWAD, M. A. Pollination of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Khenazy by pollen grain-water suspension spray. **Journal of Food, Agriculture & Environment**. Helsinki, Finland, oct. 2010. vol.8, p.313-317.

BRANDÃO, D. S.; MENDES, A. D. R.; SANTOS, R. R.; ROCHA, S. M. G.; LEITE, G. L. D.; MARTINS, E. R. Biologia floral e sistema reprodutivo da erva-baleeira (*Varronia curassavica* Jacq.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, 2015. v.17, n.4, p.562-569.

CLASSEN, A.; PETERS, M.K.; FERGER, S.W.; HELBIG-BONITZ, M.; SCHMACK, J.M.; MAASSEN, G.; SCHLEUNING, M.; KALKO, E.K.V.; BOHNING-GAESE, K.; STEFFAN-DEWENTER, I. Complementary ecosystem services provided by pest predators and pollinators increase quantity and quality of coffee yields. **Revista Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, 2014. v.281, p. 1-7.

CLIMATE-DATA. **Montes Claros clima (Brasil)**. 2021. Disponível em:< <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/montes-claros-2886/#:~:text=A%20Montes%20Claros%20est%C3%A1%20em,Claros%20tem%20um%20clima%20tropical.&text=Segundo%20a%20K%C3%B6ppen%20e%20Geiger,valor%20da%20pluviosidade%20m%C3%A9dia%20anual.>> Acesso em 14 de março de 2021.

DIAS, R. C. S. FABRÍCIO, A. A. TEIXEIRA, F. A. OLIVEIRA, V. R. ANDRADE, K. M. N. S. S. DAMACENO, L. S. Caracterização morfológica de tamareiras de propagação por sementes. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2, 2012, Petrolina. **Anais eletrônicos da Embrapa**. Petrolina: Embrapa, 2012. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/941613/caracterizacao-morfologica-de-tamareiras-de-propagacao-por-sementes>>. Acesso em: 28 setembro 2020.

DIAS, W. P. A. **Emissão de inflorescência, biologia reprodutiva e armazenamento de grãos de pólen em *Butia capitata* (Mart.) Becc. sob condições de cultivo.** 2018. 39 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2018.

FONSECA, R. S.; RIBEIRO, L. M.; SIMÕES, M. O. M.; MENINO, G. C. de O.; JESUS, F. M. de; REIS, S.B. Morfometria da flor e inflorescência de *Butia capitata* (Mart) Becc. (Arecaceae) em diferentes fases de desenvolvimento, no cerrado de Montes Claros- MG. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, jul. 2007. v.5, supl.1, p.657-659.

**FLORA do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 14 out. 2020.

FREITAS, B. M. FONSECA, V. L. I. A importância econômica da polinização. **Mensagem Doce**, São Paulo, 2005. vol. 80, p. 44-46.

HOPPING, M. E. SIMPSON, L. M. Supplementary pollination of tree fruits. N.Z. **Journal of Agricultural Research**, Private Bag, Auckland, New Zealand, 2012, vol. 25, p. 245-250.

JUNQUEIRA, N. T. V. JUNQUEIRA, K. P. PEREIRA, A. V. PEREIRA, E. B. C. BRAGA, M. F. CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. FALEIRO, F. G. Frutíferas nativas do cerrado: extrativismo e a busca da domesticação. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, v.22, 2012, Bento Gonçalves. **Anais Embrapa**. Bento Gonçalves: Embrapa Cerrados, 2012. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=942261&biblioteca=vazio&busca=942261&qFacets=942261&sort=&paginaAtual=1>>. Acesso em: 02 setembro 2020.

KÜCHMEISTER, H. WEBBER, A. C. SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. GOTTSBERGER, G. A polinização e sua relação com a termogênese em espécies de Arecaceae e Annonaceae da Amazônia central. **Acta Amazônica**, [S. l.], v. 28, n.3, p. 217-125, 1998.

LEITMAN, P.; SOARES, K.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R. C. **Arecaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil.** [Rio de Janeiro]: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=F B15704>>. Acesso em: 26 set. 2020.

LIMA, C. G. B. **Polinização e sistema reprodutivo da palmeira *Astrocaryum aculeatum* Meyer na região de Manaus, Amazonas- AM.** 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, Universidade Federal da Amazônia, Manaus, 2004.

LIMA, V. V. F. SILVA, P. A. D. SCARIOT, A. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do coquinho azedo**. 1 ed. [S. l]: Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 60 p.

LIU, L. HUANG, L. LI, Y. Influence of Boric Acid and Sucrose on the Germination and Growth of Areca Pollen. **American Journal of Plant Sciences**. v. 4, p. 1669-1674, 2013.

LORENZI, H. *et al.* **Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2010. 382p.

MARTINS, E. R. **Projeto conservação de recursos genéticos de espécies frutíferas nativas do Norte Mineiro: coleta, ecogeografia e etnobotânica**. 2003. 76 f. Relatório- Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2003.

MERCADANTE-SIMÕES, M. O.; FONSECA, R. S.; RIBEIRO, L. M.; NUNES, Y. R. F. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Mart.) Beccari (Arecaceae) em uma área de cerrado no norte de Minas Gerais. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 8, n.2, p. 143-149, 2006.

NASCIMENTO, H. R. **Viabilidade polínica e polinização controlada em macaúba (*Acrocomia aculeata*)**. 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

OLIVEIRA, M. S. P; RIOS, S. A. **Potencial econômico de algumas palmeiras nativas da Amazônia**. In VI Encontro amazônico de agrárias. Amazônia: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2014.

SAKAMOTO, D. *et al.* Spray pollination as a labor-saving pollination system in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm.f.) Nakai): Development of the suspension médium. **Scientia Horticulturae**. v.119, p. 280-285, 2009.

SILVA, P. A. D. **Ecologia populacional e botânica econômica de *Butia capitata* (Mart.) Beccari no Cerrado no norte de Minas Gerais**. 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Brasília, 2008.

SILVEIRA, C. L. **Características vegetativas e reprodutivas das plantas e fatores abióticos do meio e suas relações com a alocação de biomassa floral e a seleção sexual em Angiospermas**. 2010. 148 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

SOARES, et al. In vitro germination and viability of pollen grains of banana diploids. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. v.8. p.111-118, 2008.

SOUZA, et al. Efeito da concentração de sacarose na germinação *in vitro* do pólen de cinco acessos de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 35, n. 3, p. 677-684, Setembro 2013.

SOUZA, L. A. et al. Morfologia e anatomia da flor de *Pilocarpus pennatifolius* Lem, (Rutaceae). **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.26, n.2, p.175-184, 2003.

ZERAATKAR. H. et al. Preliminary evaluation of artificial pollination in pistachio using pollen suspension spray. **Plant Knowledge Journal**. vol. 2, n. 3, p. 94-98, 2013.

