

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DO ENCAPSULAMENTO DE SEMENTES
RECALCITRANTES DE *Campomanesia adamantium*
(Cambess) O. BERG**

**Valéria Prado Braga
Engenheira Florestal**

**JATAÍ – GOIÁS – BRASIL
Abril – 2017**

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS
DE TESES E
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

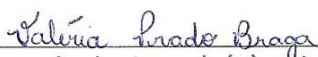
Nome completo do autor: Valéria Prado Braga

Título do trabalho: Avaliação do encapsulamento de sementes recalcitrantes de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg


3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento **SIM** **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 05/06/2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente
- Submissão de artigo em revista científica
- Publicação como capítulo de livro
- Publicação da dissertação/tese em livro

²A assinatura deve ser escaneada.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DO ENCAPSULAMENTO DE SEMENTES
RECALCITRANTES DE *Campomanesia adamantium*
(Cambess) O. BERG**

Valéria Prado Braga

Orientador: Prof. Dr. Antônio Paulino da Costa Netto
Coorientadora: Profa. Dra. Carla Gomes Machado

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Abril – 2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Prado Braga, Valéria

Avaliação do encapsulamento de sementes recalcitrantes de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg [manuscrito] / Valéria Prado Braga. - 2017.
ix, 45 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Paulino da Costa Netto; co orientadora Carla Gomes Machado.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Jataí, 2017.

Bibliografia.

1. armazenamento. 2. frutíferas do cerrado. 3. preservação de sementes. I. Paulino da Costa Netto, Antônio, orient. II. Título.

CDU 631/635



UFG

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE VALÉRIA PRADO BRAGA - Aos dezessete dias do mês de Abril de dois mil e dezessete (17/04/2017), às 09:00 horas, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Antônio Paulino da Costa Netto, - Orientador, Prof. Dr. Diego Ismael Rocha e Prof. Dr. Marcelo Fagioli, para sob a presidência do primeiro, e em sessão pública realizada no auditório do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Regional Jataí da UFG, procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: **“AVALIAÇÃO DO ENCAPSULAMENTO DE SEMENTES RECALCITRANTES DE *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. BERG”**, em nível de Mestrado, área de concentração em Produção Vegetal, de autoria de Valéria Prado Braga, discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás da Regional Jataí. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Antônio Paulino da Costa Netto, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida ao autor da dissertação que, em 30 minutos procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu o examinando, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1143/2013 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Agronomia e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA** por unanimidade, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de MESTRE EM AGRONOMIA, na área de concentração em PRODUÇÃO VEGETAL pela Universidade Federal de Goiás. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGA da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. A Banca Examinadora recomenda a publicação de artigo científico, oriundo dessa dissertação em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de procedidas às modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades de pauta, às 12:00 horas a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação e para constar lavrou-se a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em quatro vias de igual teor.

Prof. Dr. Antônio Paulino da Costa Netto
Presidente – REJ/UFG

Prof. Dr. Diego Ismael Rocha
Membro Interno – REJ/UFG

Prof. Dr. Marcelo Fagioli
Membro Externo – UNB/Brasília

DADOS CURRÍCULARES DO AUTOR

VALÉRIA PRADO BRAGA - nasceu em Jataí – GO no dia 19 de maio de 1991, é filha de Sebastião Donizete de Souza Braga e Dalva de Jesus Prado Braga. Em março de 2010 ingressou no Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí e obteve o título de Bacharela em Engenharia Florestal no mês de fevereiro de 2015. Em março de 2015 iniciou o curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia na Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, sob orientação do Prof. Dr. Antônio Paulino da Costa Netto. Em abril de 2017 submeteu-se à banca examinadora para a defesa final da dissertação intitulada Avaliação do encapsulamento de sementes recalcitrantes de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Aos meus pais, Donizete (*in memoriam*) e Dalva e minha
irmã Vanessa. Foi por vocês que cheguei até aqui.
Com todo meu amor,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, saúde, serenidade e oportunidade.

A minha mãe Dalva, por ter cumprido tão bem o papel de pai e mãe, obrigada pela educação, ensinamentos, conselhos, apoio e todo amor a mim concedido, sem você eu nada seria. E ao meu pai, pois sei que de onde está sempre olha por mim.

A Vanessa, minha irmã, amiga e companheira.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização desse trabalho.

A FAPEG pela concessão da bolsa.

Ao professor e orientador Antônio Paulino da Costa Netto pela confiança e ensinamentos a mim depositados.

A professora Carla, pelo apoio e colaboração na realização desse trabalho.

Ao professor Simério, por toda ajuda na realização das análises estatísticas.

A todos os amigos, em especial aos do programa de pós graduação, vocês tornaram essa caminhada bem mais divertida.

Ninguém chega a lugar algum sozinho, então agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa etapa.

O meu mais sincero obrigada!

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3.1. Cerrado Brasileiro	3
3.2. Aspectos sobre a gabioba.....	4
3.3. Sementes recalcitrantes.....	6
3.4. Sementes sintéticas	7
3.5. Armazenamento a curto prazo	8
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
4.1. Coleta de frutos.....	10
4.2. Qualidade fisiológica de sementes de <i>Campomanesia adamantium</i> submetidas a diferentes tempos de secagem.....	10
4.3. Produção de sementes sintéticas de gabioba.....	13
4.4. Armazenamento de sementes sintéticas de gabioba.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5.1. Qualidade fisiológica de sementes de <i>Campomanesia adamantium</i> submetidas a diferentes tempos de secagem.....	18
5.2. Produção de sementes sintéticas de gabioba.....	27
5.3. Armazenamento de sementes sintéticas de gabioba.....	35
6. CONCLUSÃO.....	40
7.REFERÊNCIAS.....	41

Avaliação do encapsulamento de sementes recalcitrantes de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. BERG

RESUMO - A gabirobeira (*Campomanesia adamantium*) é uma espécie frutífera do Cerrado, seu fruto apresenta potencial comercial no consumo *in natura* e na indústria alimentícia. No entanto, sementes de gabioba possuem comportamento recalcitrante. Espécies com esse tipo de comportamento podem ser conservadas por meio de técnicas de cultura de tecidos de plantas, como por exemplo, as sementes sintéticas. Diante disso, o objetivou-se com este trabalho o estabelecimento do protocolo para produção de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* a partir de sementes verdadeiras. Para o encapsulamento das sementes foram testados 4 concentrações de alginato de sódio (0,1,5, 2 e 3%) e 3 tempos de complexação (15, 20 e 30 minutos), não havendo interação significativa entre os fatores estudados, no entanto a medida que se aumentou a concentração de alginato aumentou o tempo de germinação e a capacidade germinativa diminuiu. Sementes sintéticas com as mesmas concentrações de alginato foram produzidas em 20 minutos de complexação e armazenadas a 4°C por 1, 7, 15, 30 e 60 dias a fim de avaliar a capacidade de armazenamentos das mesmas. As concentrações de 2% de alginato de sódio conseguiu preservar a integridade das membranas das sementes encapsuladas independentemente do tempo de armazenamento, no entanto isso não foi o suficiente para a promoção da germinação.

Palavras-chave: armazenamento, frutíferas do cerrado, preservação de sementes

Evaluation of the encapsulation of recalcitrant seeds of *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. BERG

ABSTRACT -The gabirobeira (*Campomanesia adamantium*) is a fruit species of the Cerrado, its fruit presents commercial potential in the in natura consumption and in the food industry. However, gabiroba seeds have recalcitrant behavior. Species with this type of behavior can be conserved by means of tissue culture techniques of plants, such as, for example, synthetic seeds. The objective of this work was to establish the protocol for the production of synthetic seeds of *Campomanesia adamantium* from true seeds. For the encapsulation of the seeds, 4 concentrations of sodium alginate (0.1, 1.5, 2 and 3%) and 3 complexation times (15, 20 and 30 minutes) were tested, with no significant interaction between the studied factors, however. As the alginate concentration increases the germination time increases and the germination capacity decreases. Synthetic seeds with the same concentrations of alginate were produced in 20 minutes of complexation and stored at 4 ° C for 1, 7, 15, 30 and 60 days in order to evaluate the storage capacity of the same. The concentrations of 2% sodium alginate were able to preserve the integrity of the membranes of the encapsulated seeds regardless of storage time, however this was not enough to promote germination.

Keywords: Storage, fruit of the cerrado, preservation of seeds

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país detentor da maior biodiversidade do planeta, sendo que a região do Cerrado apresenta grande diversidade de habitats. O Cerrado é um dos maiores biomas da América do Sul, perdendo apenas para a Floresta Amazônica, compreendendo uma área de aproximadamente 22% do território nacional, sendo a maior parte localizada na região centro – oeste do país.

A biodiversidade do Cerrado tem sido ameaçada devido ao intenso desmatamento para introdução de agricultura e pecuária o que pode levar algumas espécies a quase extinção.

Várias espécies com importância econômica são encontradas no Cerrado, dentre essas espécies pode-se citar a *Campomanesia adamantium*, espécie pertencente à família das Myrtaceae e conhecida popularmente como gabioba. Trata-se de uma espécie arbustiva, suas flores são pequenas de coloração creme esbranquiçada, os frutos são comestíveis e possuem uma mucilagem amarelada ligada as sementes. Frutos do gênero *Campomanesia* podem ser consumidos *in natura* ou na indústria de alimentos, além disso, suas folhas apresentam propriedades medicinais e são usadas na medicina popular no tratamento de algumas enfermidades.

Sementes de *Campomanesia adamantium* são consideradas recalcitrantes, apresentando alto teor de água no momento da dispersão das sementes. Tal fato dificulta seu armazenamento, já que sementes classificadas como recalcitrantes não toleram os processos de dessecação e armazenamento, não podendo ser utilizados métodos convencionais de conservação da mesma forma que os utilizados para sementes ortodoxas.

Métodos de conservação de sementes recalcitrantes ainda são incipientes, no entanto, sabe-se que é necessário a manutenção do teor de água. Nesse contexto, vem-se utilizando técnicas de cultura de tecidos de plantas como a produção de sementes sintéticas. Essa técnica refere-se ao encapsulamento de órgãos ou tecidos que possam ser utilizados no cultivo *in vitro*, tendo como gel de encapsulamento o alginato de sódio. No entanto, são raros na literatura trabalhos

que utilizaram sementes botânicas como fonte de explante para produção de sementes sintéticas.

Sementes sintéticas apresentam uma gama de aplicação, dentre elas a propagação de espécies que possuem sementes recalcitrantes, além disso, permitem o transporte de material vegetal livre de contaminantes e o armazenamento a curto prazo através da manutenção dessas sementes sintéticas em refrigeradores ou a longo prazo por meio da criopreservação.

2. OBJETIVO

Avaliar a capacidade de preservação de sementes de *Campomanesia adamantium* pelo uso de sementes sintéticas a partir de sementes botânicas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Cerrado Brasileiro

A maior parte do bioma Cerrado está localizada no Planalto Central do Brasil. É o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 2.036.448 km². O Cerrado é composto de um mosaico de vários tipos de vegetação, resultantes da diversidade de solos, de topografia e de climas dessa extensa região (SILVA et al., 2008; BRASIL, 2016).

O clima da região do Cerrado é estacional. A precipitação média anual é de 1.500mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22°C e 27°C em média (KLINK; MACHADO, 2005). A precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade, concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa. Curtos períodos de seca, chamados de veranicos, podem ocorrer em meio a esta estação. No período de maio a setembro os índices pluviométricos reduzem bastante, podendo chegar à zero, disto resulta uma estação seca de três a cinco meses de duração (COUTINHO, 2002).

A área do Cerrado compreende regiões de elevadas altitudes, na porção central do país. Assim, o espaço geográfico ocupado pelo Cerrado desempenha papel fundamental no processo de distribuição dos recursos hídricos pelo país, sendo o local de origem das grandes bacias hidrográficas brasileiras e do continente sul-americano, sendo elas Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade (LIMA; SILVA, 2008; BRASIL, 2016).

As taxas de desmatamento no Cerrado têm sido historicamente superiores às da floresta Amazônica e o esforço de conservação do bioma é muito inferior ao da Amazônia: apenas 2,2% da área do Cerrado se encontram legalmente protegida. Diversas espécies animais e vegetais estão ameaçadas de extinção e estima-se que 20% das espécies ameaçadas ou endêmicas não ocorram nas áreas legalmente protegidas (KLINK; MACHADO, 2005).

Durigan et al. (2007) observaram que o uso mais frequente para solos do Cerrado destinam-se a pastagens cultivadas, plantio de cana-de-açúcar, rodovias, reflorestamento e culturas anuais.

Estudos estimam que a biodiversidade do Cerrado deverá ser totalmente destruída no ano de 2030 caso as tendências de ocupação continuem causando uma perda anual de 2,2 milhões de hectares de áreas nativas (MACHADO et al., 2004).

No cerrado são encontradas diversas frutíferas nativas com potencial para introdução ao cultivo, cuja variabilidade está cada vez mais ameaçada pelos desmatamentos indiscriminados, com o objetivo de implantar agricultura e pecuária extensivas. A gabioba (*Campomanesia* sp), é uma destas frutíferas que apresenta potencial para a introdução ao cultivo (PEIXOTO, 2005).

3.2. Aspectos sobre a gabioba

A gabioba pertence à família Myrtaceae, e também pode ser conhecida como guabioba, guabioba do campo e guavira. É uma planta de ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrada nos estados de São Paulo, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Bahia, parte de Minas Gerais e Santa Catarina, podendo chegar em regiões da Argentina e do Paraguai (PORTO; GULIAS, 2006).

A planta é um arbusto com 0,40 a 1,00 m de altura e normalmente ocorre em moitas, às flores são pequenas de coloração creme-esbranquiçada. Os frutos são bagas comestíveis arredondados, apresentam polpa amarelada, suculenta, envolvendo as sementes, são de coloração verde-amarelada e amadurecem entre setembro e novembro (PEIXOTO, 2005).

A casca e folhas apresentam efeitos terapêuticos, preparadas em infusão, são adstringentes e usadas nos tratamentos gastrintestinais, ou dos males do trato urinário (PEIXOTO, 2005), bem como atividades anti-inflamatórias (FERREIRA et al., 2013). Vinagre et al. (2010) afirmaram que o chá das folhas reduz os níveis de glicose do sangue, prevenindo alterações no pâncreas e no rins. Ainda estudando o efeito do extrato de gabioba, Klafke et al. (2010) encontraram efeito positivo na

prevenção de trombose e redução do colesterol em pacientes com hipercolesterolemia.

Além disso, extratos de folhas e galhos de *Campomanesia adamantium* apresentam compostos fenólicos sobretudo taninos, cumarinas e flavonoides o que sugere atividade antioxidante e alta absorção nos comprimentos de onda da radiação ultravioleta, indicando atividade foto protetora (SALVADOR, 2015).

A gabioba também é considerada uma planta melífera e ornamental, pois no período da floração, a planta desfolha e reverte-se inteiramente de delicadas flores brancas (ALMEIDA et al., 2000). Além disso, pode ser utilizada também para reflorestamento de áreas degradadas (GOGOSZ, 2008).

Os frutos são coletados em diferentes estádios de amadurecimento e apresentam potencial para serem utilizados “*in natura*”, na indústria de alimentos e como flavorizantes na indústria de bebidas, devido à elevada acidez, ácido ascórbico (vitamina C), minerais, fibras alimentares e hidrocarbonetos monoterpênicos, presentes em maior quantidade no óleo volátil dos frutos, e que lhes confere aroma cítrico (VALLILO et al., 2006). Santos et al. (2013) encontraram altos níveis de vitamina C no suco de gabioba, aproximadamente 240 mg/100 mL⁻¹, maior que os níveis encontrados para outras espécies tropicais exóticas como, jabuticaba e jambolão, espécies essas pertencentes a mesma família que *Campomanesia*.

As sementes possuem mucilagem intimamente aderida, porém não são encontradas substâncias inibidoras da germinação nessa mucilagem (MELCHIOR, 2006). No entanto, sementes de *Campomanesia* têm comportamento recalcitrante, não suportando a dessecação e o armazenamento (MELCHIOR et al., 2006; DOUSSEAU, 2011).

Segundo Periotto (2008), a época de frutificação da gabioba coincide com o período chuvoso, provavelmente pela alta sensibilidade a desidratação de suas sementes, desta forma, a presença de recalcitrância nas sementes requer um ambiente úmido para o sucesso de germinação e conseqüente propagação da espécie.

3.3. Sementes recalcitrantes

Durante o período de formação e maturação das sementes, a água assume papel crucial. Ao final da maturação, dois tipos de comportamento podem ser observados quanto ao teor de água das sementes: no primeiro, verificado na maioria das sementes ortodoxas, há rápida redução no teor de água, o que torna o ambiente na semente impróprio a germinação pela falta de água disponível (quiescência). No segundo, verificado na maioria das espécies recalcitrantes, o teor de água permanece elevado, uma vez que nessa fase as sementes já estão completamente formadas, inicia-se o processo germinativo (BARBEDO; MARCOS FILHO, 1998).

Sendo assim, sementes ortodoxas são aquelas que podem sofrer secagem até atingir baixos teores de água, sem ocorrência de danos ao metabolismo, podendo ser conservadas durante o armazenamento por longos períodos. Já sementes recalcitrantes são sensíveis à dessecação e ao armazenamento, sendo que valores inferiores a 15°C contribuem para a redução da longevidade das sementes recalcitrantes, isso porque essas sementes são liberadas da planta mãe em estado hidratado, em ambientes úmidos e temperaturas relativamente elevadas, onde germinam rapidamente (MARCOS FILHO, 2015).

As sementes recalcitrantes não são igualmente sensíveis à desidratação, sendo que os graus de desidratação tolerados variam de acordo com a espécie. Mecanismos que conferem resistência e manutenção da integridade das sementes podem estar ausentes, ou presentes. No entanto, quando presentes são ineficaz em sementes recalcitrantes. Além disso, a tolerância à desidratação é controlada pela interação de mecanismos e não agindo de forma isolada, assim a ausência ou expressão incompleta de qualquer fator que confere tolerância pode trazer consequências sobre a capacidade de sementes de uma espécie suportar medidas de desidratação abaixo de um nível particular de hidratação (BERJAK; PAMMENTER, 2002)

A germinação de sementes recalcitrantes geralmente é iniciada quando se desligam da planta mãe. Quanto mais rápida é a germinação, menor é o grau de tolerância à dessecação e menor é a longevidade das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A aplicação de técnicas de cultura de tecidos em fruteiras do Cerrado como a técnica de sementes sintéticas, pode resolver ou minimizar os problemas de

multiplicação, já que muitas espécies apresentam dificuldades de propagação como heterogeneidade no processo de maturação dos frutos, dormência, ou o fato de serem recalcitrantes, comprometendo a longevidade e viabilidade das sementes (PINHAL et al., 2011).

3.4. Sementes sintéticas

Sementes sintéticas, também denominadas sementes artificiais ou sementes clonadas, são estruturas vegetais que possuem a capacidade necessária para regenerar uma planta completamente idêntica ao seu progenitor (DURÁN, 1987).

Sendo assim, sementes sintéticas consistem no encapsulamento de embriões somáticos ou zigóticos, sementes botânicas, ápices caulinares, gemas axilares, brotos, ou outros tecidos que possam ser utilizados para cultivo *in vitro* (CID, 2004; GUERRA et al., 1999). No entanto, são raros na literatura trabalhos científicos que utilizam sementes botânicas como fonte de explante para produção de sementes sintéticas.

Trata-se de uma promissora ferramenta no âmbito da agricultura. Isto se deve, principalmente, a existência de situações onde a multiplicação a partir de sementes naturais é problemática, como nos casos de plantas que possuem sementes recalcitrantes. Assim, tais plantas podem ser multiplicadas por meios vegetativos, ou seja, utilizando-se outras partes da planta (MONDO; CÍCERO, 2008).

O encapsulamento é feito com uma matriz de alginato, na qual as partes da planta ficam completamente envolvidas e protegidas (CID, 2004). O alginato de sódio é o principal gel para o encapsulamento, por causa de suas propriedades geleificantes, baixo custo, facilidade de uso e da ausência de toxicidade. O procedimento básico para o encapsulamento consiste na mistura dos explantes com o alginato de sódio. Com o auxílio de uma ponteira e de uma pipeta aspira-se o explante e a matriz de gel, podendo-se obter sementes sintéticas de diferentes formas e tamanhos, que são colocadas em uma solução de cloreto de cálcio por períodos de 10 a 30 minutos. O alginato de sódio, na presença de cátions di e trivalentes (da solução de cloreto de cálcio) complexa-se e forma o alginato de cálcio. A resistência e dureza da cápsula são importantes, pois, em alguns casos, a

dureza excessiva da capsula dificulta ou impede a conversão ou germinação (rompimento da cápsula) do explante em plantas (GUERRA et al., 1999).

Altas concentrações de alginato de sódio inibem a conversão de explantes encapsulados, enquanto que menores concentrações resultam na formação de cápsulas frágeis, que são difíceis de manusear (SHARMA et al., 2012). No entanto, a matriz de alginato protege os explantes contra danos físicos e ambientais e minimiza processos de desidratação (IKHLAQ et al., 2010).

O gel que envolve o explante não confere apenas proteção, estando envolvido também na nutrição e pode controlar seu crescimento. Pode-se incorporar a matriz de alginato nutrientes minerais (nitratos, sulfatos, fosfatos) orgânicos, micronutrientes (boro, ferro, manganês, zinco, etc), vitaminas, reguladores de crescimento, e outros compostos que contribuem de forma decisiva para a nutrição da plântula (PANEQUE et al., 2004; SAHOO et al., 2012).

As principais vantagens potenciais deste método relacionam-se com a produção de grande quantidade de propágulos em curto espaço de tempo, a semeadura direta no campo, eliminando estruturas caras de aclimatação, como sementeiras e viveiros, e o baixo custo por planta (MONDO; CÍCERO, 2008).

Além disso, o uso de sementes sintéticas facilita o armazenamento a curto prazo de sementes que possuem comportamento recalcitrante e devido a esse fato não suportam a dessecação ou armazenamento.

3.5. Armazenamento a curto prazo

Sementes recalcitrantes são altamente sensíveis a baixas temperaturas e não podem ser secas abaixo de determinado teor de água sem que ocorram danos físicos (VILELA; PERES, 2008).

Métodos atuais de conservação e armazenamento de sementes recalcitrantes são baseados na manutenção de alto teor de água. Existe um valor mínimo de conteúdo de água, abaixo do qual há danos à germinação das sementes recalcitrantes. Assim o conteúdo de água das sementes e a temperatura de armazenamento devem manter o conteúdo de água próximo do valor mínimo. No entanto, os métodos de conservação de sementes recalcitrantes ainda não são

eficientes (BARBEDO; BILIA, 1998). Neste contexto, a tecnologia de sementes sintéticas pode ser aplicada para a conservação a curto prazo (SINGH et al., 2010).

Ikhlaiq (2010) afirma que o encapsulamento não gera efeitos negativos sobre a rebrota e mantém as características meristemáticas de sementes sintéticas armazenadas a frio. Este mesmo autor ainda afirma que o armazenamento a frio diminui as atividades metabólicas das sementes sintéticas, permanecendo em um estado quiescente que é útil para a preservação do seu reservatório nutritivo durante o armazenamento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Coleta de frutos

Frutos maduros de *Campomanesia adamantium* foram coletados no Banco de Germoplasma da Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, entre outubro e dezembro de 2015 e 2016, e levados para o Laboratório de Cultura de Tecidos de Plantas da mesma instituição. As sementes coletadas em 2015 foram utilizadas no experimento de tolerância a dessecação e produção de sementes sintéticas, enquanto que as sementes coletadas em 2016 foram utilizadas no experimento de armazenamento.

Primeiramente as sementes foram retiradas dos frutos maduros e passaram por ação manual (esfregaço) para a remoção da mucilagem, com auxílio de pó de serragem. Posteriormente foram lavadas em água corrente por 10 minutos para retirada do excesso de serragem e mucilagem.

4.2. Qualidade fisiológica de sementes de *Campomanesia adamantium* submetidas a diferentes tempos de secagem

4.2.1. Tratamentos avaliados

Dois lotes de sementes foram colocados em estufa de ventilação regulada a 30°C por 30, 60, 120, 240 e 960 minutos, comparando-se com as sementes recém colhidas e secas superficialmente (umidade inicial), totalizando 6 tratamentos com 3 repetições cada e 50 sementes por repetição (para cada lote) , sendo eles:

T0: controle (sementes frescas)

T1: 30 minutos a 30°C

T2: 60 minutos a 30°C

T3: 120 minutos a 30°C

T4: 240 minutos a 30°C

T5: 960 minutos a 30°C

4.2.2. Delineamento experimental

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 6 tratamentos e 3 repetições.

4.2.3. Avaliações

As sementes foram pesadas antes e depois da dessecação para obtenção do teor de água perdido, o que foi obtida pela fórmula descrita na RAS (BRASIL, 2009), sendo ela:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

Após a dessecação, em um dos lotes, foi avaliada a perda da viabilidade das sementes relacionadas com a perda gradativa da integridade do sistema de membranas sendo avaliadas por condutividade elétrica de acordo com Marcos Filho (2015).

$$CE = \text{leitura} / \text{peso seco} (\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1})$$

Para isto, as sementes dessecadas foram imersas em um recipiente de plástico contendo 75 mL de água destilada e mantidas em B.O.D. a 30°C por 24 horas. Após as 24 horas, foi realizada a leitura de condutividade elétrica.

O outro lote foi levado a B.O.D. para avaliação de germinação. O teste de germinação foi realizado com o substrato papel germitest, umedecido com água destilada com um volume (mL) equivalente a 2 vezes a massa do papel seco, mantido em B.O.D, regulada para manter a temperatura constante de 30°C e fotoperíodo de 16 horas de luz, de acordo com Dousseau et al (2011).

As avaliações foram realizadas diariamente sempre no mesmo horário, a partir do dia de montagem do experimento. Após a contagem o substrato era umedecido com 2 vezes o peso do papel seco. Foram consideradas plântulas germinadas e normais aquelas que atingiram 1 cm de comprimento.

Para avaliação do teste obteve-se os cálculos de porcentagem de germinação além de:

Índice de velocidade de germinação (IVG), por meio da fórmula descrita por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}; \text{ onde:}$$

IVG = índice de velocidade de germinação;

G_1, G_2, G_n = número de plântulas normais computadas na primeira, na segunda e na última contagens, respectivamente;

N_1, N_2, N_n = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagens, respectivamente

Tempo inicial (t_i), final (t_f) e médio (t_m), sincronia (Z) e frequência relativa de germinação (Fr) foram obtidos utilizando as fórmulas descritas por Santana; Ranal (2004). Foi considerado como tempo inicial (t_i) a data do dia da primeira plântula germinada e como tempo final (t_f) a data final da germinação no dia a partir do qual a germinação estabilizou.

$$t_m = \frac{\sum_{i=1}^k n_i t_i}{\sum_{i=1}^k n_i}; \text{ onde:}$$

t_m = tempo médio;

t_i = tempo entre o início do experimento e a i -ésima observação (dia);

n_i = número de sementes que germinam no tempo t_i (não o número acumulado, mas o número referido para a i -ésima observação);

k = último tempo de germinação das sementes.

$$Z = - \sum_{i=1}^k n_i fr \log_2 fr; \text{ em que:}$$

Z = sincronia

fr = frequência relativa da germinação;

\log_2 = logaritmo de base 2;

k = último dia de observação

$$fr = n_i / \sum_{i=1}^k n_i; \text{ sendo:}$$

fr = frequência relativa da germinação;

n_i = número de sementes germinadas no dia i ;

k = último dia de observação.

4.2.4. Análise estatística

Após a obtenção dos dados, os mesmos, foram submetidos ao teste de homogeneidade de Barlett, sendo todas as variâncias homogêneas, não necessitando de transformação dos dados.

Assim, os dados originais, foram submetidos à análise de regressão sendo verificada significância de equações lineares e quadráticas até 5% de probabilidade pelo teste de F. Para as variáveis onde houve significância para as duas equações, optou-se pela que apresentava maior valor de R^2 e que explicasse o resultado biológico.

Foi calculado o ponto de máximo ou mínimo para equações quadráticas a partir da derivada primeira da equação.

4.3. Produção de sementes sintéticas de gabioba

4.3.1. Tratamentos avaliados

Para produção de sementes sintéticas foram testados 4 concentrações de alginato de sódio (0; 1,5; 2 e 3%) e 3 tempos de complexação no cloreto de cálcio (15, 20 e 30 minutos) com 3 repetições cada, sendo que cada repetição era composta por 50 sementes.

4.3.2. Delineamento experimental

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, sendo 4 concentrações de alginato de sódio (0; 1,5; 2 e 3%) e 3 tempos de complexação no cloreto de cálcio (15, 20 e 30 minutos) com 3 repetições.

4.3.3. Avaliações

Primeiramente as sementes foram colocadas nas soluções de alginato de sódio por 5 minutos, em seguida, com a ajuda de uma pipeta, cada semente foi resgatada da solução de alginato e gotejada uma a uma em solução de cloreto de cálcio (50 mM) para complexação da cápsula.

Após o período de complexação, as unidades formadas foram mergulhadas em água destilada para remoção do excesso de cloreto de cálcio e distribuídas em caixas plásticas medindo 11,5 x 11,5 x 0,5 tendo como base papel germitest, umedecido com 2 vezes o peso do papel (50 sementes por caixa) e colocadas na B.O.D regulada a 30°C para controle da germinação.

A taxa de germinação (rompimento da cápsula) foi avaliada diariamente durante um período de 15 dias, sendo consideradas germinadas aquelas sementes cujas plântulas conseguiram romper a cápsula de alginato.

Na testemunha, ou 0% de alginato (sementes que não foram imersas nas diferentes concentrações de alginato de sódio, mas que foram inseridas nas soluções de cloreto de cálcio) não há formação de cápsulas por isso não foi considerado que as mesmas conseguiram romper a cápsula, no entanto, houve 100% de germinação.

Além da porcentagem de germinação também foi avaliado IVG, Sincronia, tempo inicial, tempo final, tempo médio de germinação e frequência relativa, utilizando as mesmas fórmulas descritas anteriormente.

4.3.4. Análise estatística

Após a obtenção dos dados, os mesmos, foram submetidos ao teste de homogeneidade de Barlett, sendo todas as variâncias homogêneas, não necessitando de transformação dos dados.

Assim, os dados originais, foram submetidos à análise de variância para todas as características avaliadas. Quando ocorreu interação significativa foram realizados os respectivos desdobramentos. Foi realizada regressão linear e quadrática dos dados devido a significância para a avaliação da concentração de alginato de sódio.

Verificando-se significância para as duas equações, optou-se pela que apresentava maior valor de R^2 e quando a significância foi observada apenas para tempo de complexação as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foi calculado o ponto de máximo ou mínimo para equações quadráticas a partir da derivada primeira da equação.

4.4. Armazenamento de sementes sintéticas

4.4.1. Tratamentos avaliados

Para testar o armazenamento de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* a partir de sementes botânicas, as cápsulas foram produzidas utilizando o mesmo protocolo mencionado anteriormente, com concentrações de 0, 1,5, 2 e 3% de alginato, no entanto, foram complexadas por um período de 20 minutos.

Foram produzidos dois lotes de sementes com 25 sementes cada, estes foram armazenados e mantidos em refrigerador na temperatura de 4°C por 1, 7, 15, 30 e 60 dias.

4.4.2. Delineamento experimental

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com esquema fatorial de 4 x 5, sendo 4 concentrações de alginato e 5 períodos de armazenamento com 3 repetições.

4.4.3. Avaliações

Para o armazenamento, as sementes sintéticas foram distribuídas em caixas plásticas, medindo 11,5 x 11,5 x 0,5, tampadas, tendo como base papel germitest, umedecido com 2 vezes o peso do papel, sendo que cada caixa continha 25 sementes.

As sementes foram pesadas antes e depois do armazenamento para obtenção do teor de água perdido, o que foi obtida pela fórmula descrita na RAS (BRASIL, 2009), sendo ela:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

Após o tempo de armazenamento, em um dos lotes, a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pela perda de vigor através do sistema de integridade de membranas, avaliadas por condutividade elétrica de acordo com Marcos Filho (2015).

$$CE = \text{leitura} / \text{peso seco} (\mu\text{S. cm}^{-1}. \text{g}^{-1})$$

Para isto, as sementes sintéticas resfriadas foram imersas em um recipiente de plástico contendo 75 mL de água destilada e mantidas em B.O.D a 30°C por 24 horas. Após as 24 horas, foi realizada a leitura de condutividade elétrica.

Já o outro lote foi retirado do armazenamento no refrigerador e levado imediatamente para B.O.D regulada a 30°C com fotoperíodo de 16 horas de luz,

para avaliação de germinação, sendo consideradas germinadas aquelas que conseguiram romper a cápsula de alginato.

4.4.4. Análise estatística

Após a obtenção dos dados, os mesmos, foram submetidos ao teste de homogeneidade de Barlett, sendo todas as variâncias homogêneas, não necessitando de transformação dos dados.

Assim, os dados originais, foram submetidos à análise de variância para todas as características avaliadas. Quando ocorreu interação foram realizados os respectivos desdobramentos. Como se trata de dois fatores quantitativos, havendo significância apenas para um deles foi feita regressão para os modelos linear e quadrático e foi escolhido a que apresentava maior valor de R^2 .

Foi calculado o ponto de máximo ou mínimo para equações quadráticas a partir da derivada primeira da equação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Qualidade fisiológica de sementes de *Campomanesia adamantium* submetidas a diferentes tempos de secagem.

Na Tabela 1 estão apresentados o resumo da análise de variância do tempo inicial, tempo médio, tempo final, sincronia, IVG e porcentagem de germinação em relação ao tempo de secagem das sementes de *Campomanesia adamantium*. Verificou-se que tempo médio e tempo final foram significativos apenas para regressão linear, sendo as demais variáveis significativas para regressão linear e quadrática, no entanto, foi escolhido a equação que apresenta maior valor de R².

Tabela 1. Resumo da análise de variância do tempo inicial (Ti), tempo médio (Tm), tempo final (Tf), sincronia (Z), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Germinação (%) para diferentes períodos de dessecação de sementes de *Campomanesia adamantium*

	QUADRADOS MÉDIOS						
	GL	Ti	Tm	Tf	Z	IVG	% Germ
Regressão Linear	1	107,14**	98,33 **	33,60 **	0,032 **	159,23 **	4388,57**
Regressão Quadrática	1	14,29**	0,28 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,013 **	70,19 **	3017,40**
Coefficiente de Variação (%)		7,2	14,87	12,57	17,6	10,73	10,01

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

ns: não significativo

Pode-se observar, pela Figura 1, que o teor de água perdido das sementes de gabioba foi aumentando em função do tempo de secagem, chegando até 36% de água perdida em 960 minutos, ou seja, à medida que se aumentou o período de secagem das sementes estas diminuíram o seu conteúdo de água em função do tempo.

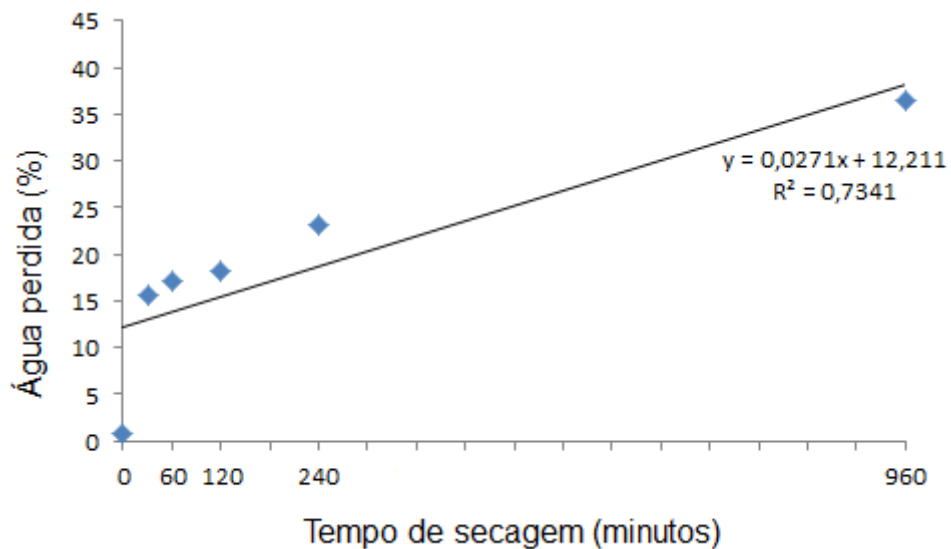


Figura 1. Porcentagem de água perdida em sementes de *Campomanesia adamantium* submetida aos tempos de secagem: 30, 60, 120, 240 e 960 minutos.

A germinação das sementes de gabioba foi afetada pelo tempo de secagem. Ao se avaliar a porcentagem de germinação (Figura 2), notou-se que a testemunha foi a que obteve maior taxa de germinação (100%), sendo que a secagem até 570 minutos (ponto de mínimo) faz com que a germinação decresça. Após esse ponto a germinação volta a aumentar, demonstrando que a perda de água afeta a capacidade germinativa. O aumento da germinação após 570 minutos de secagem deve-se provavelmente a manutenção da umidade do substrato, já que o mesmo era umedecido diariamente com 2 vezes o peso do papel germitest promovendo a reidratação das sementes o que permitiu a sua germinação, no entanto, o tempo inicial de germinação dessas sementes (secas por 960 minutos) foi maior que as sementes submetidas aos demais períodos de secagem.

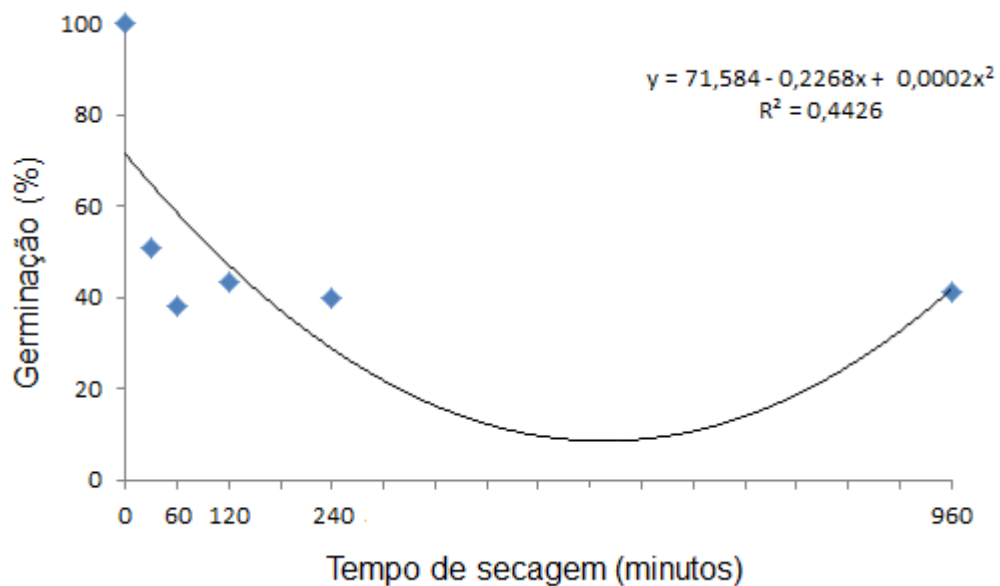


Figura 2. Porcentagem de germinação em sementes de *Campomanesia adamantium* submetida aos tempos de secagem: 30, 60, 120, 240 e 960 minutos.

Como houve a manutenção da umidade das sementes, permitindo a reidratação, acredita-se que não se atingiu os teores letais de água possibilitando a germinação das sementes embora tenham apresentado maior tempo inicial. Segundo Bilia et al. (1998), sementes recalcitrantes apresentam teores de água definidos como críticos, abaixo dos quais a viabilidade é reduzida e os teores letais de água relacionados a perda total da viabilidade.

Ao se avaliar o IVG (Figura 3) percebeu-se que assim como a germinação, à medida em que se aumentou o tempo de dessecação o IVG decresceu, chegando a ser nula após 240 minutos de secagem, voltando a aumentar após 960 minutos. O IVG representa o número de sementes germinadas por unidade de tempo, estando diretamente relacionada ao comportamento germinativo. Sendo assim, quanto maior o IVG maior é a velocidade de germinação, e mais vigoroso é o lote de sementes. A retomada da velocidade de germinação após 960 minutos deve-se provavelmente a reidratação das sementes promovida pela umidificação do substrato.

Devido os valores de IVG serem nulos após 240 minutos de secagem, ao se ajustar a equação de regressão obteve-se valores negativos, no entanto, sabe-se que não existe valores menores que zero para índice de velocidade de germinação (IVG).

Dresch et al. (2015), avaliando dois métodos de dessecação em sementes de *Campomanesia adamantium*, perceberam que o índice de velocidade de germinação decresceu com a dessecação, independente dos métodos aplicados. Esses autores ainda afirmaram que as sementes de *C. adamantium* possuem comportamento recalitrante devido a sua sensibilidade a dessecação. Melchior et al. (2006) também afirmou que a germinação e IVG de sementes de *Campomanesia adamantium* diminuiram continuamente a medida que se diminui a porcentagem de água das sementes.

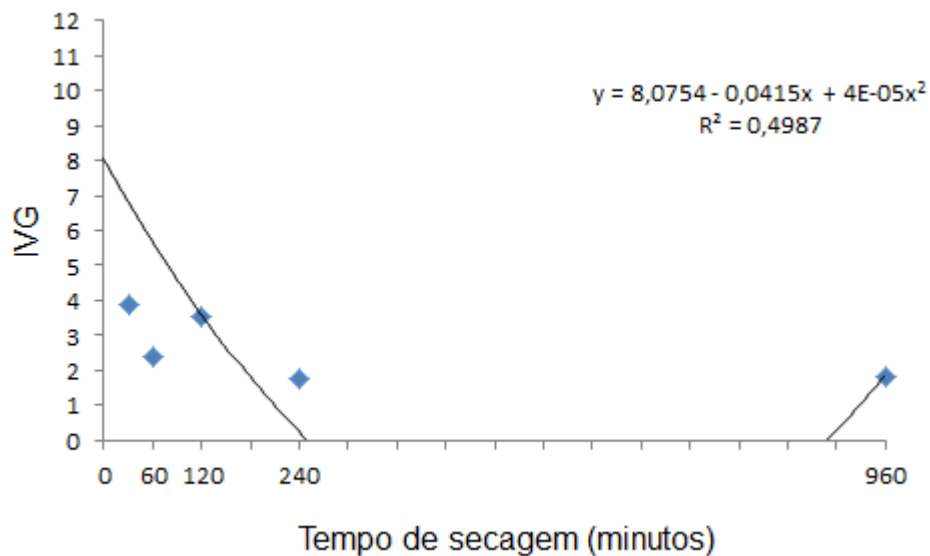


Figura 3. Índice de velocidade de germinação em sementes de *Campomanesia adamantium* submetida aos tempos de secagem: 30, 60, 120, 240 e 960 minutos de secagem.

De forma geral a sincronia de germinação de sementes de gabioba avaliadas nesse trabalho foi baixa, já que quanto mais próximos de 1 maior é a sincronia da germinação, indicando maior homogeneidade do processo germinativo (Figura 4). À medida que se aumentou o tempo de secagem a sincronia diminuiu, até o ponto mínimo de 666 minutos, após esse período os valores voltam a aumentar, isso porque a germinação (Figura 2) e o IVG (Figura 3) também aumentaram.

Oliveira (2011) observou que a secagem a sombra por 24 horas não interfere na sincronia da germinação de sementes de *Campomanesia adamantium*.

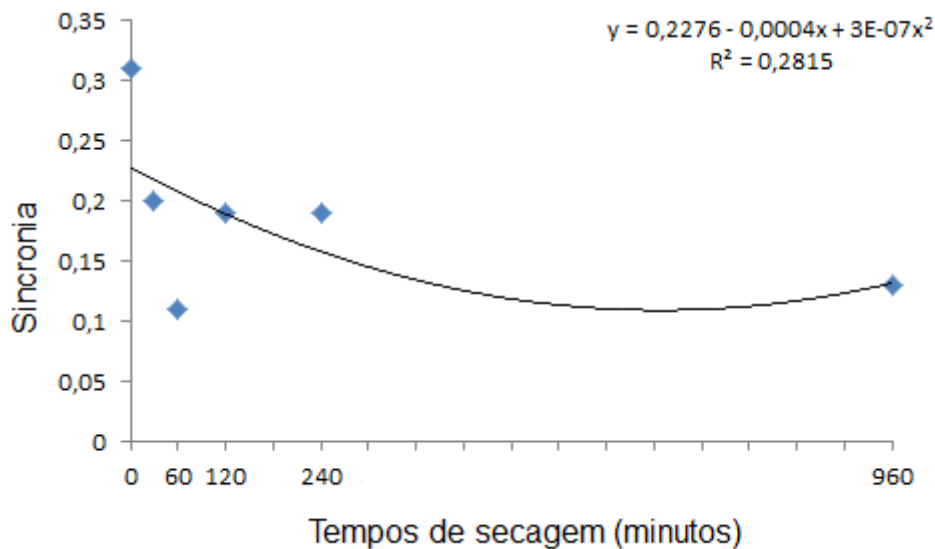


Figura 4. Sincronia de germinação em sementes de *Campomanesia adamantium* submetida aos tempos de secagem: 30, 60, 120, 240 e 960 minutos.

Em relação ao tempo inicial de germinação, percebeu-se que este aumentou à medida que se aumentou o tempo de secagem, chegando no ponto máximo aos 690 minutos, após esse período o início do processo germinativo tende a diminuir (Figura 5 A).

Já em relação ao tempo final, sementes que não passaram por desidratação, ou que permaneceram por até 240 minutos em processo de secagem, finalizaram o processo de germinação mais rápido que aquelas que permaneceram por 960 minutos, ou seja, o tempo final aumentou à medida que se aumentou o tempo de secagem (Figura 5 B).

O tempo médio de germinação aumentou à medida que se aumenta o período de secagem das sementes (Figura 5 C). Quanto menor o tempo inicial, final e médio, melhor é o processo germinativo.

Oliveira et al. (2011) avaliando a secagem por 24 horas em sementes de *C. adamantium* afirmou que a secagem não afetou o tempo inicial e final de emergência, diferentemente do que foi observado no presente trabalho, mas aumentou o tempo médio de emergência das plântulas de *C. adamantium*, o que também foi comprovado nesse estudo.

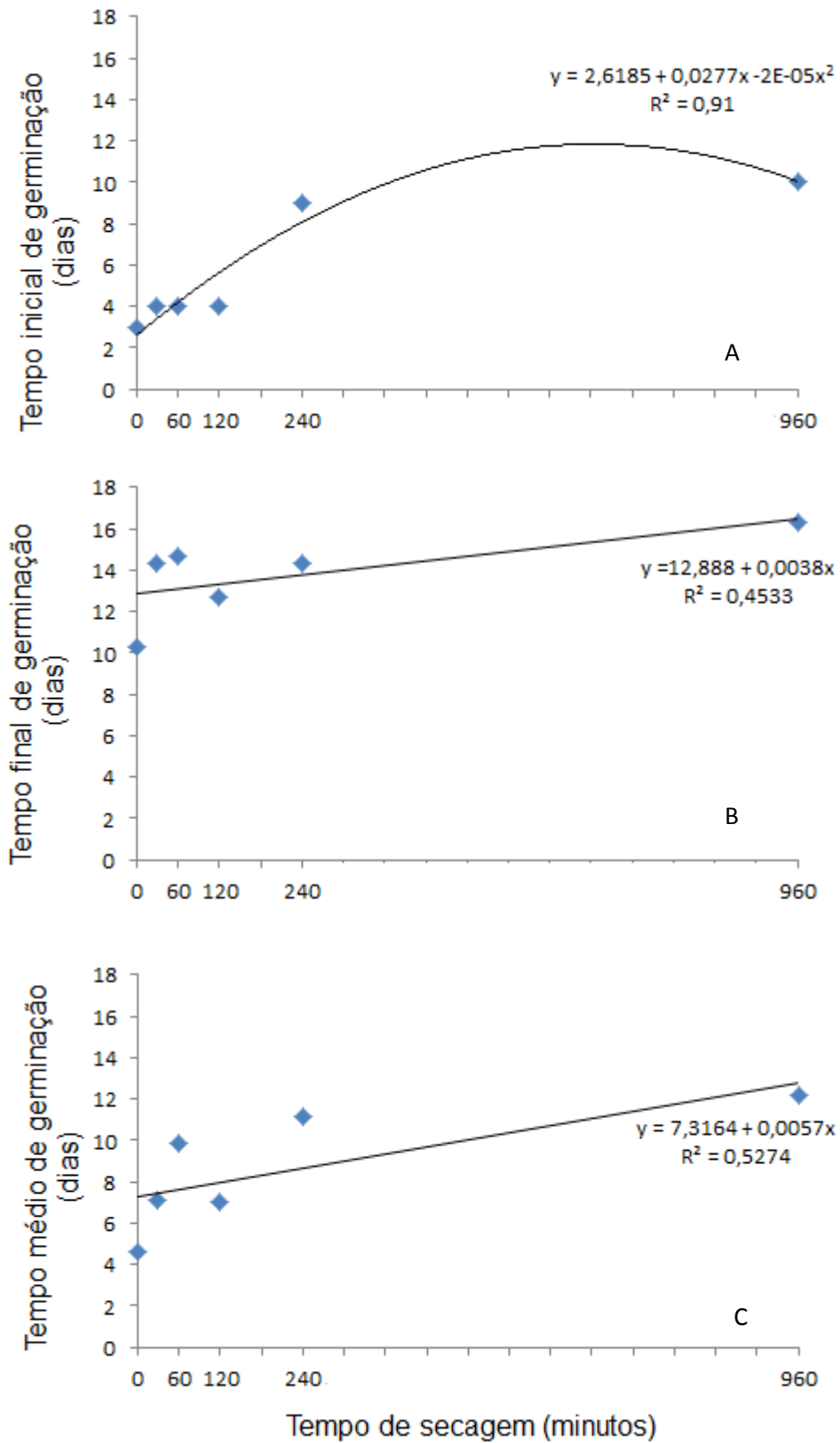


Figura 5. Tempo inicial (A), tempo final (B) e tempo médio (C) de germinação em sementes de *Campomanesia adamantium* submetidas aos tempos de secagem: 30, 60, 120, 240 e 960 minutos.

Resultado semelhante foi encontrado por Nascimento et al. (2007) que verificou que a desidratação crescente afetou a germinação e vigor de sementes de açaí, aumentando o tempo médio de germinação. O efeito negativo da dessecação sobre a qualidade fisiológica de sementes de açaí comprova a recalcitrância de suas sementes, comportamento esse igual ao encontrado para sementes de *Campomanesia adamantium*.

Pelos polígonos de frequência relativa (Figura 6) pôde-se observar a lenta germinação das sementes de gabioba à medida que se aumenta os tempos de secagem. Esses polígonos ilustram o comportamento da velocidade de germinação entre os diferentes períodos de secagem avaliados.

Tal comportamento comprova claramente a recalcitrância das sementes de *Campomanesia adamantium*, já que, quanto maior a redução no teor de água das sementes, maior a redução na velocidade de germinação, e maior o tempo inicial, final e médio de germinação.

Pelo polígono de frequência relativa da testemunha (0 minutos de secagem) notou-se que o processo germinativo iniciou por volta do 2º dia, havendo um pico de germinação ao 4º dia, atingindo 100% de germinação, e 37,5% de frequência relativa.

Após 30 minutos de secagem houve uma queda na germinação de aproximadamente 50% (18,18% de frequência relativa), o que comprova que pouca perda de água afetou a capacidade germinativa das sementes de *Campomanesia adamantium*, além disso, as sementes que foram secas de 30 a 120 minutos tiveram o tempo inicial de germinação aumentado, iniciando o processo a partir do 3º dia.

Já aquelas sementes que foram secas por 240 e 960 minutos tiveram a germinação iniciada por volta do 8º dia, atingindo o máximo aos 11 e 14 dias de germinação respectivamente.

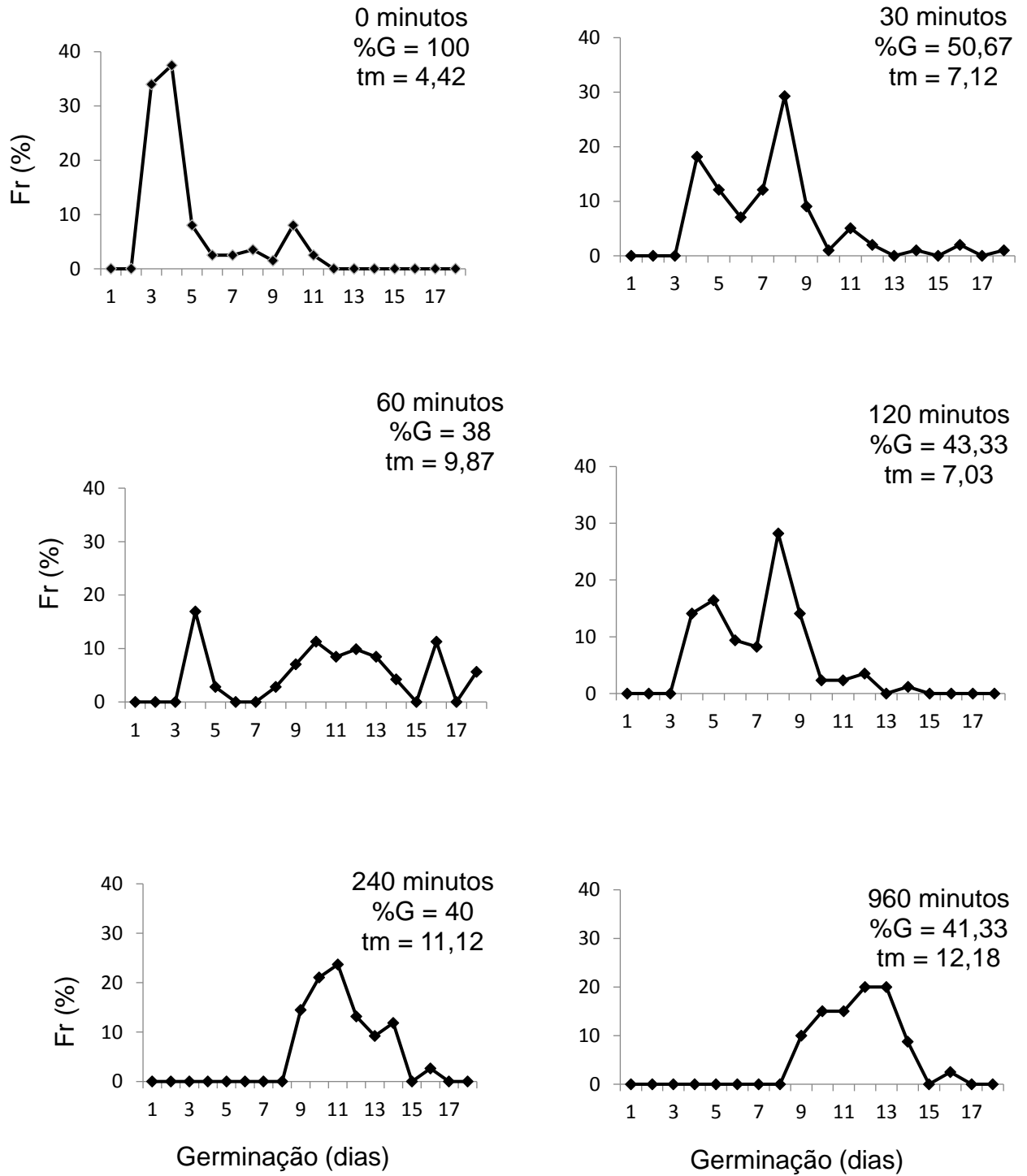


Figura 6. Distribuição da frequência relativa de germinação de sementes de gabioba submetidas aos tempos de secagem: 30,60, 120,240 e 960 minutos.

O efeito negativo da dessecação na qualidade fisiológica e vigor das sementes foi comprovado pelos resultados de condutividade elétrica, sendo que a medida que se aumentou os períodos de secagem, aumentou os valores de condutividade elétrica até o ponto máximo de 463 minutos (Figura 7).

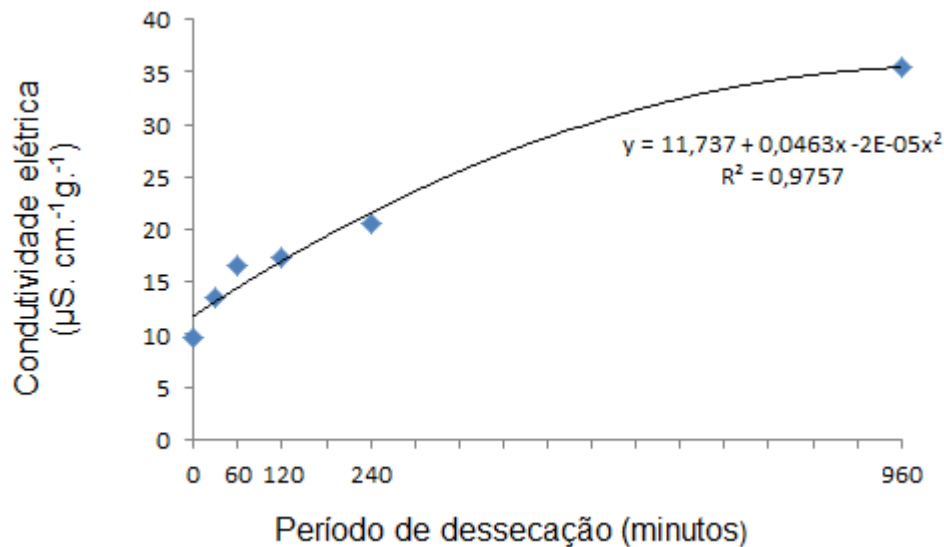


Figura 7. Efeito da secagem sobre os resultados da condutividade elétrica da solução de embebição das sementes de *Campomanesia adamantium* submetidas aos tempos de secagem: 30, 60, 120, 240 e 960 minutos.

O valor da condutividade elétrica é medido em função da quantidade de lixiviados na solução de embebição das sementes, esta por sua vez, está relacionada diretamente a integridade das membranas celulares (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999). Sementes que permitem a saída de grandes quantidades de eletrólitos apresentam maior condutividade indicando maior permeabilidade das membranas e, portanto deterioração mais avançada ou menor vigor (POPINIGIS, 1985).

Em sementes recalcitrantes, a água subcelular está associada às superfícies macromoleculares, assegurando, em parte, a estabilidade de membranas e macromoléculas. A perda de água estrutural durante o processo de secagem de sementes recalcitrantes causaria alteração de sistemas metabólicos e das membranas celulares, resultando no início do processo de deterioração (FARRANT et al., 1988), que, inicialmente, acarreta redução de vários atributos de performance e vigor da semente e, finalmente, resulta na perda da capacidade germinativa (MARTINS et al., 2009).

Tais resultados corroboram com os resultados de Daniel (1969) que afirmou que a primeira consequência de danos térmicos é a alteração estrutural das membranas celulares.

A integridade das membranas é criticamente importante para viabilidade das sementes, uma vez que qualquer ruptura indevida causada pela dessecação pode ter consequências imediatas para as sementes durante a reidratação (KERMODE; FINCH- SAVAGE, 2002).

5.2. Produção de sementes sintéticas de gabioba

Na Tabela 2 estão apresentados o resumo da análise de variância do tempo inicial, tempo médio, tempo final, sincronia, IVG e germinação em relação à concentração de alginato e tempo de complexação em cloreto de cálcio.

Analisando-se os fatores, observou-se que não houve interação significativa para nenhuma variável analisada, no entanto, observando o fator concentração isoladamente, notou-se que houve significância para todas as variáveis, tanto para regressão linear quanto quadrática, exceto IVG que foi significativo apenas para regressão linear.

Tabela 2. Resumo da análise de variância do tempo inicial (Ti), tempo médio (Tm), tempo final (Tf), sincronia (Z), Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Germinação (%) para os fatores concentração de alginato e tempo de complexação em cloreto de cálcio de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium*

		Quadrados médios						
Fonte de Variação	GL	Ti	Tm	Tf	Z	IVG	Germ	
Concentração (C)	3	20,47 --	58,51 --	141,70 --	0,110 --	142,73 --	66,48 --	
Tempo de complexação (T)	2	0,08 ^{ns}	1,97 ^{ns}	1,36 ^{ns}	0,009 ^{ns}	8,04 ^{ns}	13,53 ^{ns}	
C X T	6	0,30 ^{ns}	1,57 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,016 ^{ns}	2,22 ^{ns}	23,45 ^{ns}	
Resíduo	24	0,47	3,33	4,64	0,011	9,19	11,33	
Coeficiente de Variação (%)		30,54%	49,49%	37,28%	65,30%	54,12%	3,43%	
Regressão para concentração								
Regressão Linear	1	42,05 **	144,97 **	293,89 **	0,2106 **	354,76 **	138,69 **	
Regressão Quadrática	1	14,69 **	20,78 *	64 **	0,1154**	28,61 ^{ns}	49 *	

-- Os tratamentos são quantitativos. O teste de F não se aplica

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

ns Não significativo

Quanto à germinação observou-se que há uma diminuição da germinação à medida que se aumenta a concentração de alginato (Figura 8). Isso acontece pois quanto maior a concentração de alginato mais rígida são as cápsulas, dificultando o rompimento de cápsulas e conseqüentemente a germinação.

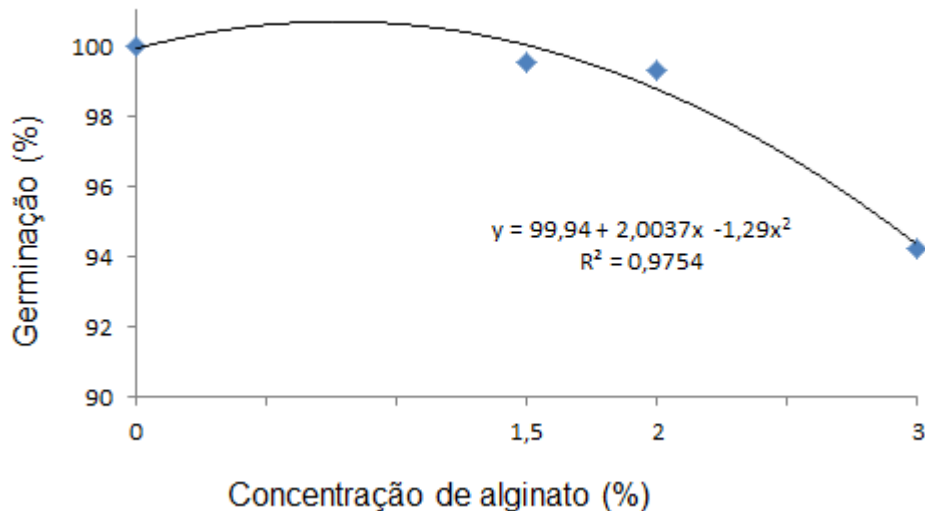


Figura 8. Efeito da concentração de alginato sobre a capacidade de germinação de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* produzidas a partir de sementes verdadeiras.

Não foi encontrado na literatura trabalhos que utilizassem sementes verdadeiras como fonte de explante para produção de sementes sintéticas. No entanto Guedes (2007), ao trabalhar com sementes pré - germinadas para produção de sementes sintéticas de pimenta longa, também não encontrou interação entre os tempos de complexação e concentração de cápsulas de alginato da mesma forma do que foi observado no presente trabalho com *Campomanesia adamantium*.

Já Daud et al. (2008), obtiveram melhores resultados quando micro brotos de *Saintpaulia ionantha* foram encapsulados com 3% de alginato de sódio, o tempo de complexação ótimo para essa espécie foi de 30 minutos, produzindo cápsulas firmes, claras, de tamanho uniforme e de fácil manipulação.

Sarmah et al. (2010) trabalhando com sementes sintéticas de orquídeas a partir de explantes foliares, também obtiveram melhores resultados usando 3% de alginato de sódio, ao passo que 2 % de alginato produzia cápsulas mal formadas, o que não foi comprovado nesse trabalho. Esses autores também afirmaram que a frequência de conversão dos explantes em plantas depende da duração da exposição ao cloreto de cálcio, sendo que 30 minutos foi o período ideal.

Campos (2014) avaliando a produção de sementes sintéticas de *Campomanesia pubescens* a partir de ápices caulinares, obteve 100% de rompimento da cápsula utilizando 20 minutos para a complexação, esses dados são semelhantes aos encontrados nesse trabalho, o que sugere que, espécies diferentes dentro de um mesmo gênero, em condições de encapsulamento, apresentam comportamento germinativo similares.

Mujib; Siddiqui (2012) afirmaram que a concentração do polímero, viscosidade do alginato, concentração e tempo de exposição ao cloreto de cálcio são fundamentais para determinar o sucesso na técnica de encapsulamento. Isso porque o alginato de sódio na presença de cátions di e trivalentes complexa-se e forma o alginato de cálcio, ou seja, ocorre uma permuta iônica e os íons de sódio são substituídos por íons de cálcio, formando cápsulas de alginato de cálcio. A rigidez da cápsula é modulada pelas concentrações de alginato de sódio e cloreto de cálcio, bem como o tempo de complexação (SAHOO et al., 2012). A resistência e dureza da cápsula são importantes, pois, em alguns casos, a dureza excessiva da cápsula dificulta ou impede a conversão do explante em plantas (GUERRA et al., 1999).

De acordo com Daud et al. (2008), a concentração de alginato de sódio e cloreto de cálcio influenciam a capacidade germinativa das sementes sintéticas, pois, em concentrações mais elevadas de alginato as cápsulas formadas ficaram muito duras, suprimindo a capacidade dos brotos e raízes para emergir, ao passo que em uma menor concentração de alginato formam-se cápsulas sem forma definida, o que não foi observado no presente trabalho, resultando também na redução da germinação.

Lee-Espinosa et al. (2009) afirmou que a germinação de sementes sintéticas é facilitada quando a consistência da cápsula é macia, quando se eleva a concentração de alginato pode-se criar sistemas eficientes de conservação a médio prazo, mantendo o material viável por tempo considerável, no entanto quando se aumenta a concentração de alginato, também aumenta o tempo de germinação, o que pode ser comprovado nesse trabalho.

Observou-se um aumento contínuo do IVG (Figura 9) à medida que se aumenta as concentrações de alginato de sódio, comportamento contrário ao observado para as sementes que passaram por diferentes períodos de secagem.

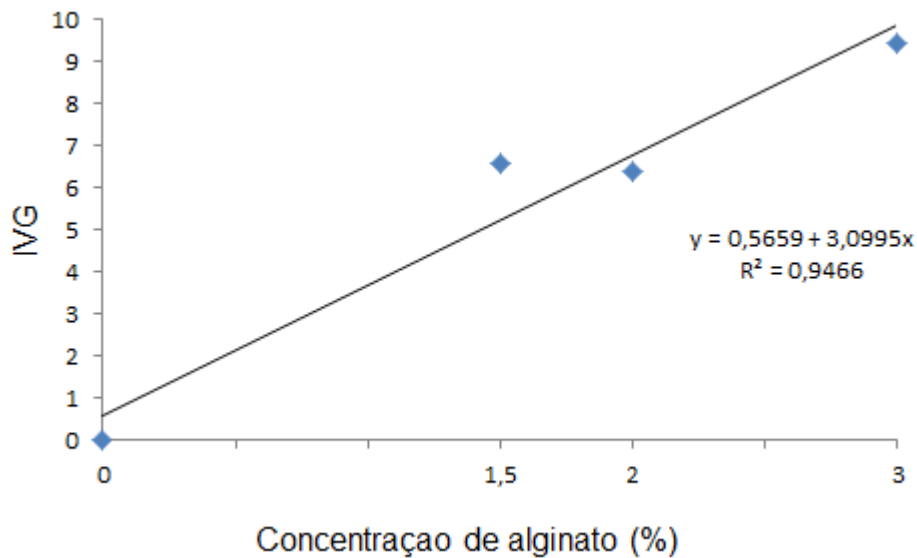


Figura 9. Efeito da concentração de alginato sobre o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* produzidas a partir de sementes verdadeiras.

A sincronia de germinação das sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* é baixa, da mesma forma que o observado para sementes não encapsuladas e que permaneceram por diferentes períodos em processo de secagem. No entanto, à medida que se aumentou o tempo de secagem dessas sementes, a sincronia diminuiu. Já para sementes sintéticas, à medida que se aumentou a concentração de alginato, aumentou a sincronia, até o ponto máxima de 2,30% a partir desse ponto a sincronia diminuiu (Figura 10).

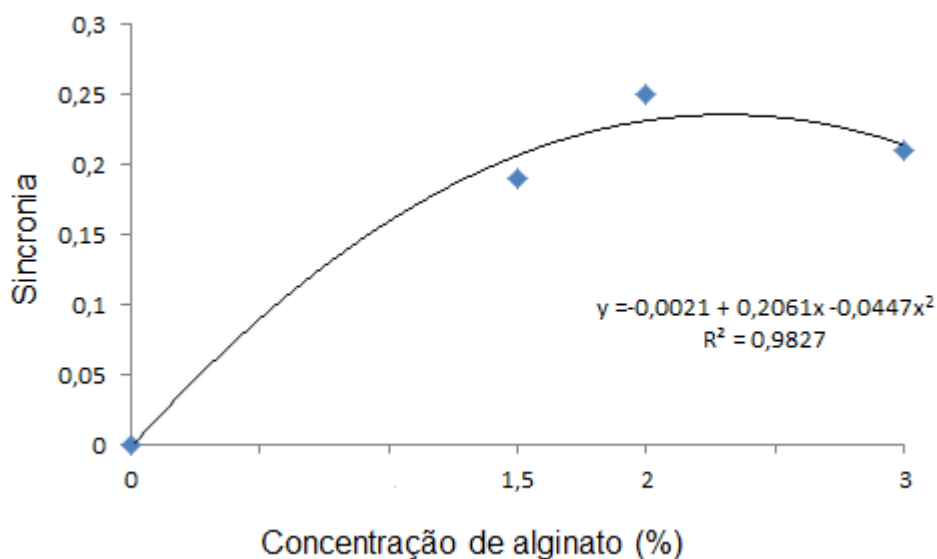


Figura 10. Efeito da concentração de alginato sobre a sincronia de germinação de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* produzidas a partir de sementes verdadeiras.

Em relação ao tempo inicial, final e médio de germinação, observou-se que esses aumentam à medida que se aumentou a concentração de alginato (Figura 11). O aumento nos tempos de germinação também foi observado para sementes de *Campomanesia adamantium* que permaneceram em processo de secagem por diferentes períodos.

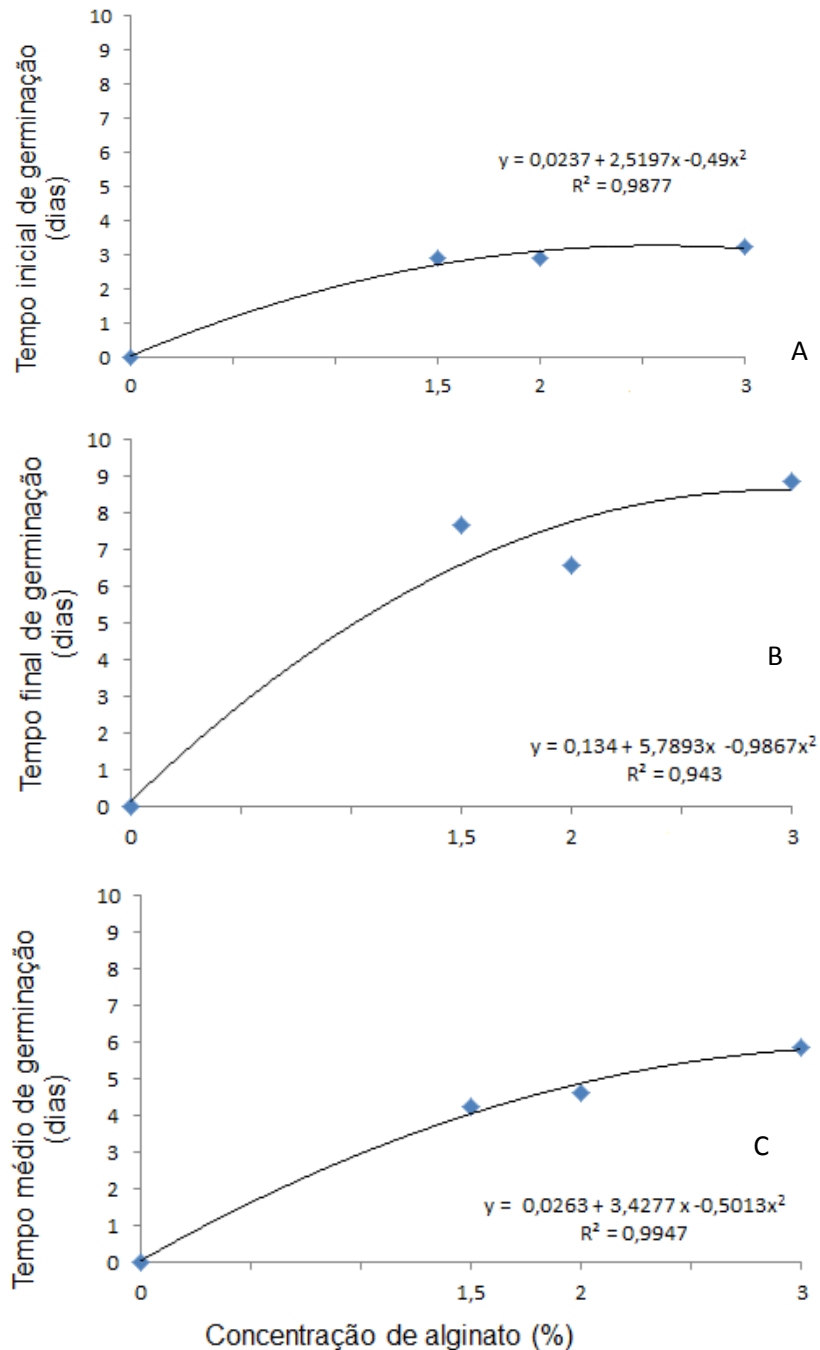
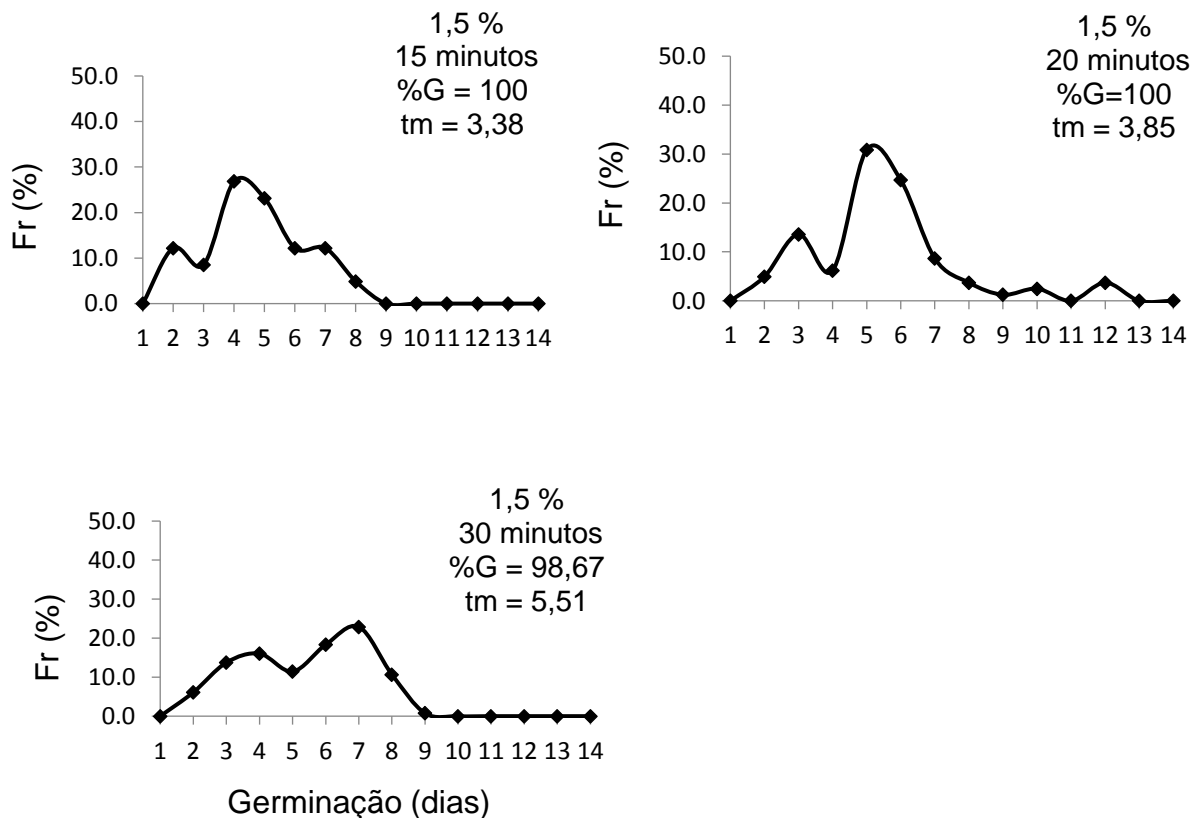


Figura 11. Efeito da concentração de alginato sobre o tempo inicial (A), tempo final (B) e tempo médio (C) de germinação de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* produzidas a partir de sementes verdadeiras.

Os polígonos de frequência relativa ilustram o comportamento da capacidade de germinação em relação à concentração de alginato e tempo de complexação em cloreto de cálcio (Figura 12).

De forma geral pôde-se observar que à medida que se aumenta a concentração de alginato e o tempo de complexação aumentou-se o tempo médio de germinação, exceto para sementes sintéticas produzidas com 3% de alginato complexadas a 20 e 30 minutos que tiveram o tempo de germinação reduzido em relação às demais sementes sintéticas.

Para 30 minutos de complexação, independentemente da concentração de alginato utilizada, houve uma menor frequência de germinação (aproximadamente 20%) no período entre o 2º e o 8º dia de germinação das sementes sintéticas. Enquanto que para os menores tempos de complexação (15 e 20 minutos) houve picos da capacidade germinativa entre o 3º e o 6º dia de germinação, exceto para as sementes sintéticas produzidas com 3% de alginato e complexadas por 15 minutos.



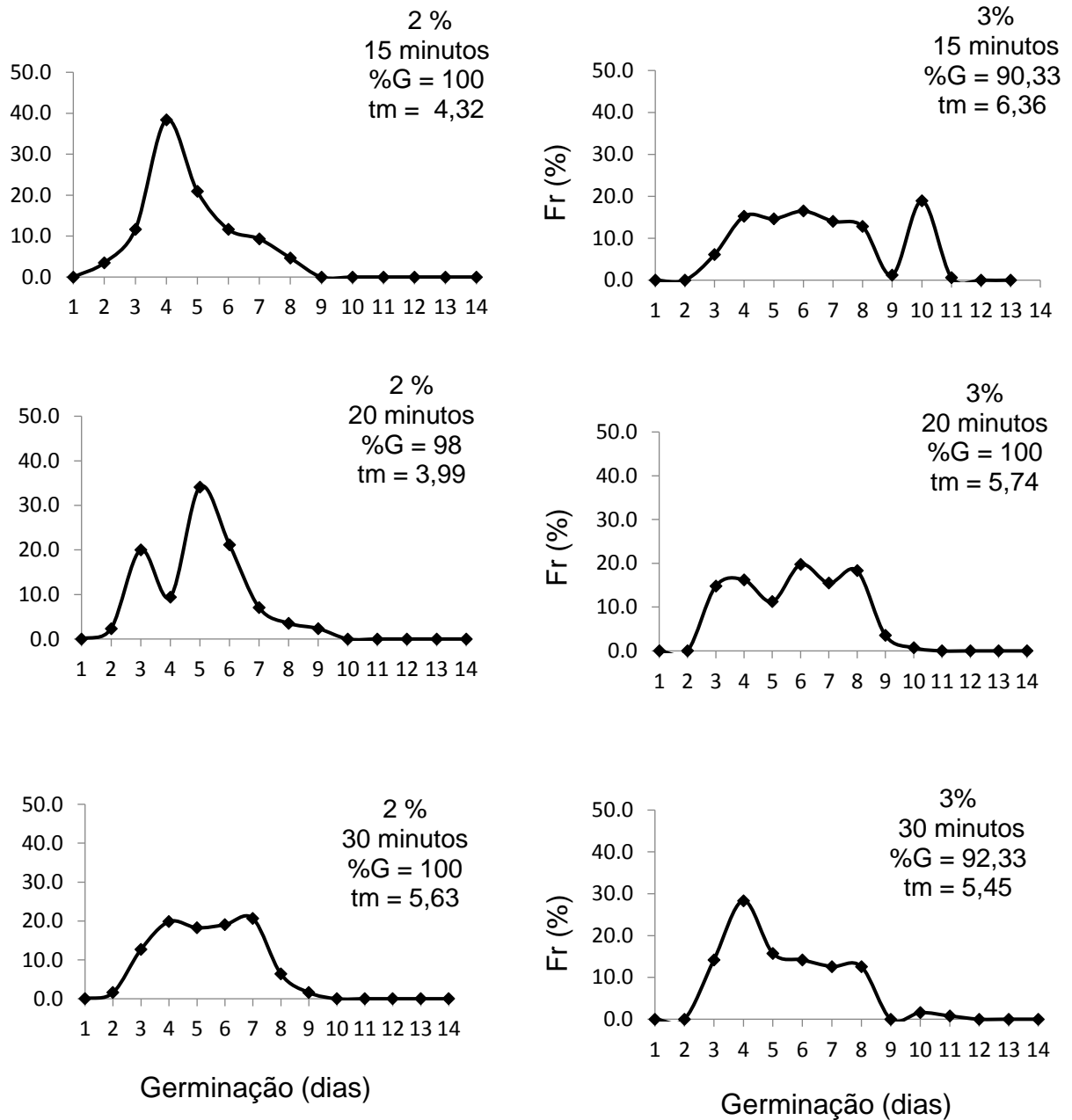


Figura 12. Distribuição de frequência relativa de germinação de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* produzidas com 0, 1,5, 2 e 3% de alginato em 15, 20 e 30 minutos de complexação.

5.3. Armazenamento de sementes sintéticas de gabirola

Na Tabela 3 estão apresentados o resumo de análise de variância para teor de água perdido e condutividade elétrica das sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium*, produzidas com 0, 1,5, 2 e 3% de alginato de sódio, a partir de sementes verdadeiras e armazenadas a 4°C por 1, 7, 15, 30 e 60 dias.

Notou-se que houve interação significativa entre os fatores para ambas as variáveis analisadas, sendo realizados os respectivos desdobramentos.

Não houve germinação das sementes sintéticas armazenadas a 4°C, independente do período de armazenamento e concentração de alginato utilizada para produção da cápsula.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para teor de água perdido e condutividade elétrica para sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* produzidas com 0, 1,5, 2 e 3% de alginato e armazenadas a 4°C por 1,7,15,30 e 60 dias

Quadrados médios			
Fonte de Variação	GL	Água perdida	Condut
Concentração (C)	3	869,34**	608,48**
Armazenamento (A)	4	612,57**	972,72**
C X A	12	894,17**	801,3**
Resíduo	40	193,14	53,06
Coeficiente de Variação (%)		47,90%	28,82%

** Significativo a 1% de probabilidade

Na Figura 13 está apresentado o desdobramento do fator armazenamento para cada concentração de alginato. As sementes sintéticas foram armazenadas a 4°C em caixas plásticas, tampadas, tendo como base papel germitest umedecido com 2 vezes o peso do papel. O fato das caixas estarem tampadas gerou uma limitação na troca de ar com a atmosfera, desta forma, a água condensada não foi perdida, retornando para a caixa plástica, isso explica a flutuação na porcentagem de água perdida.

Notou-se que para testemunha à medida que se aumentou o tempo de armazenamento, aumentou o teor de água perdido até o ponto máximo de 32 dias, após esse período tais valores tenderam a diminuir.

Sementes sintéticas produzidas com 2% de alginato mantiveram o teor de água perdido praticamente estável entre os 30 e 60 dias de armazenamento perdendo em média 14% de água.

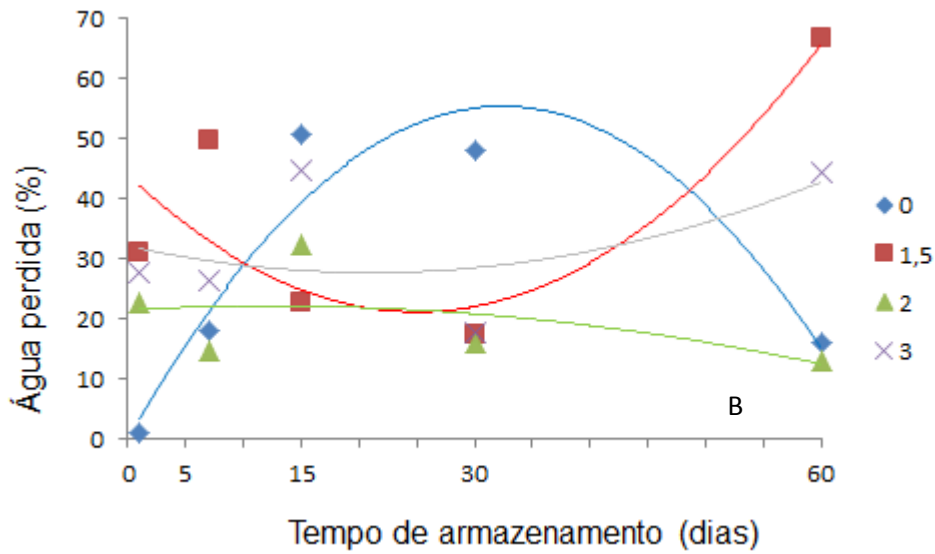


Figura 13. Desdobramento de fator tempo de armazenamento para cada concentração de alginato pra teor de água perdido pelas sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* sendo as equações e valores de R^2 : 0) $y = -0,2591 + 3,4375x - 0,0531x^2$ ($R^2: 0,8955$); 1,5) $y = 43,973 - 1,8313x + 0,0366x^2$ ($R^2: 0,7463$); 2) $y = 21,402 + 0,1056x - 0,0043x^2$ ($R^2: 0,269$); 3) $y = 32,048 - 0,4207x + 0,01x^2$.

Para o desdobramento de concentração de alginato para cada tempo de armazenamento (Figura 14) notou-se que sementes sintéticas armazenadas por 1,7 e 60 dias aumentaram o teor de água perdido até a concentração de 2,3% 1,6% e 2,07% de alginato respectivamente.

Aos 15 dias de armazenamento o teor de água perdido diminuiu até a concentração de 1,58%, voltando a aumentar a partir desse ponto. O mesmo comportamento é observado para as sementes sintéticas armazenadas a 4°C por 30 dias, onde o teor de água perdido diminuiu até a concentração de 2,3% de alginato.

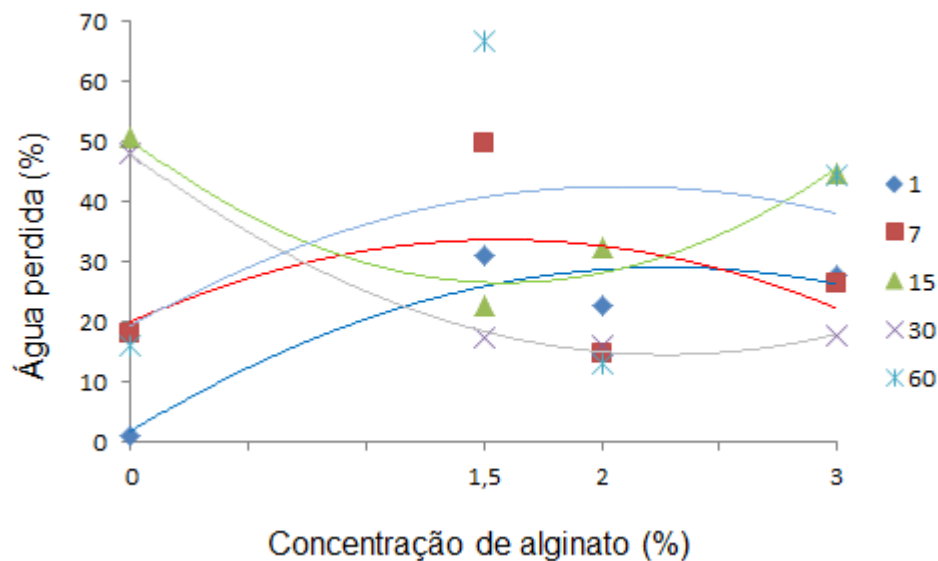


Figura 14. Desdobramento de fator concentração para cada tempo de armazenamento para teor de água perdido de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium*, sendo as equações e valores de R^2 : 1) $y = 1,6508 + 24,091x - 5,304x^2$ ($R^2: 0,8804$); 7) $y = 19,871 + 17,503x - 5,578x^2$ ($R^2: 0,1981$); 15) $y = 50,303 - 30,164x + 9,528x^2$ ($R^2: 0,9278$); 30) $y = 47,907 - 29,477x + 6,4867x^2$ ($R^2: 0,9973$); 60) $y = 19,253 + 22,36x - 5,3767x^2$ ($R^2: 0,1767$).

No desdobramento do tempo de armazenamento para cada concentração em relação à condutividade elétrica, observa-se que a testemunha (0 gramas de alginato, ou seja, sementes que não foram imersas em diferentes concentrações de alginato de sódio, mas que foram inseridas na solução de cloreto de cálcio e armazenadas a 4°C) apresentaram os maiores valores para condutividade elétrica a partir do 15 dia de armazenamento atingindo o ponto máximo aos 30 dias. Esse comportamento demonstra os danos causados pelo resfriamento às membranas das sementes não encapsuladas (Figura 15).

Ikhliaq et al. (2010) afirmou que a matriz de alginato protege os explantes contra danos físicos e ambientais. A proteção gerada pela matriz de alginato pode ser observada nos dados de condutividade elétrica, onde cápsulas produzidas com 2% de alginato conseguiu manter a integridade do sistema de membranas das sementes em todos os períodos de armazenamento estudado (Figura 15).

Ao comparar os valores de condutividade elétrica das sementes botânicas dessecadas com as encapsuladas, notou-se que o maior valor de condutividade encontrado para sementes dessecadas foi de $35,49 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, enquanto que para sementes botânicas encapsuladas com 2% de alginato o maior valor encontrado foi

de $22,74 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$, sendo assim, houve uma redução no valor de condutividade elétrica, o que significa que a cápsula de alginato promove menor degradação das membranas, no entanto, não foi o suficiente para permitir a germinação.

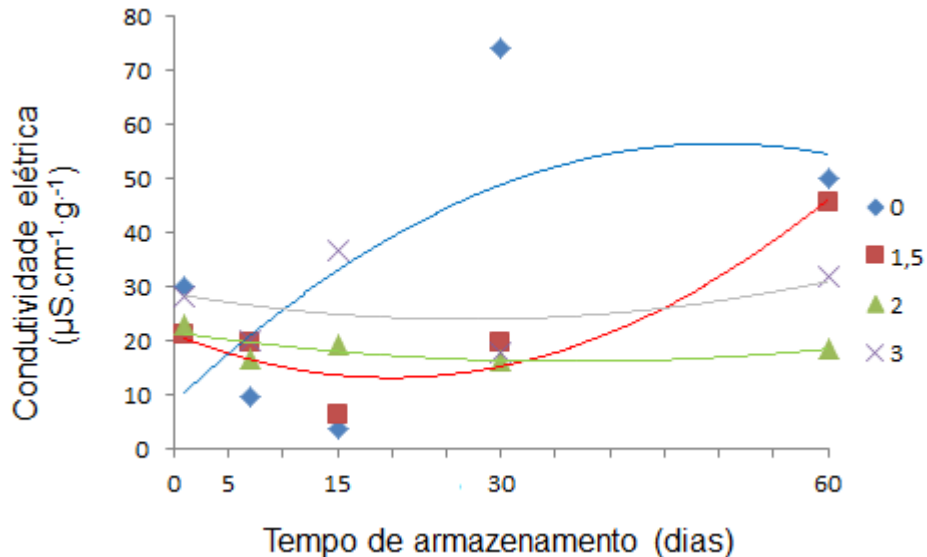


Figura 15. Desdobramento do tempo de armazenamento para cada concentração de alginato em relação à condutividade elétrica de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium*, sendo as equações e valores de R^2 : 0) $y = 8,3512 + 1,9218x - 0,0193x^2$ ($R^2: 0,4009$); 1,5) $y = 21,102 - 0,8153x + 0,0205x^2$; 2) $y = 21,444 - 0,3x + 0,0041x^2$ ($R^2: 0,5191$); 3) $y = 28,568 - 0,3522x + 0,0065x^2$ ($R^2: 0,1246$).

Para o desdobramento das concentrações de alginato para cada tempo de armazenamento (Figura 16), observou-se que para o primeiro dia de armazenamento, os valores de condutividade elétrica diminuíram à medida que se aumentou a concentração de alginato, até a concentração máxima de 2%. Para 7 dias de armazenamento, os valores de condutividade elétrica aumentaram em relação ao aumento de concentração de alginato até o ponto de 1,5%, no entanto, para 2% de alginato esses valores diminuíram, voltando a aumentar com 3% de alginato.

Para os 15 dias de armazenamento, à medida que se aumentou as concentrações de alginato, aumentaram os valores de condutividade elétrica. No entanto, para 30 e 60 dias os valores de condutividade diminuíram à medida que se aumentou a concentração de alginato, até o ponto de 2% para 30 dias e 3% para 60 dias.

Esses resultados sugerem que sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium* produzidas a partir de sementes verdadeiras e encapsuladas com 2% de alginato podem ser armazenadas a 4°C por até 7 dias

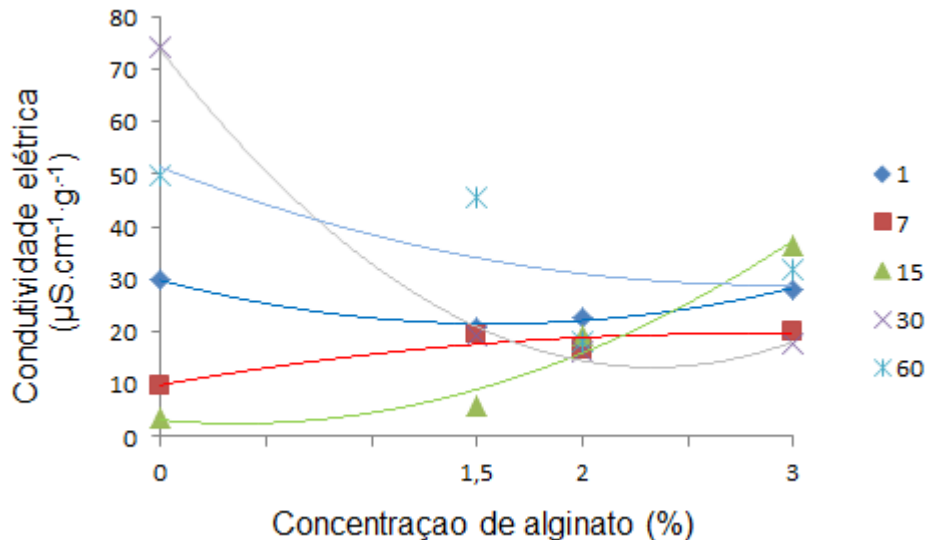


Figura 16. Desdobramento das concentrações de alginato para cada tempo de armazenamento em relação à condutividade elétrica de sementes sintéticas de *Campomanesia adamantium*, sendo as equações e valores de R^2 : 1) $y = 29,829 - 10,568x + 3,352x^2$ ($R^2:0,9861$); 7) $y = 9,7929 + 7,1844x - 1,3213x^2$ ($R^2:0,8632$); 15) $y = 3,1377 - 3,6484x + 5,0147x^2$ ($R^2:0,9714$); 30) $y = 73,864 - 51,908x + 11,101x^2$ ($R^2:0,9973$); 60) $y = 51,389 - 15,574x + 2,696x^2$ ($R^2:0,5101$).

Os resultados anteriores comprovam que toda semente coletada a fresco (testemunha) e colocadas para germinar em temperatura ambiente, na época correta de frutificação, apresentam 100% de germinação.

No entanto, nesta etapa, a não germinação da testemunha (sementes que não passaram por complexação da cápsula, mas que foram armazenadas a 4°C) e dos demais tratamentos, deve-se provavelmente a alternância de temperaturas de armazenamento (4°C) e germinação (30°C), o que deve ter causado um choque térmico nas sementes, impedindo a germinação.

Outro fator que justifica a não germinação das sementes sintéticas é explicado por Lambardi (2006), que afirmou que, o alginato ao entrar em contato com o cloreto de cálcio, embora exerça uma proteção sobre o explante, pode sofrer desidratação ao entrar em contato com o ar, tornando a cápsula endurecida e dificultando ou mesmo impedindo o desenvolvimento dos explantes, o que não foi observado nos experimentos anteriores. Além disso a desidratação das cápsulas

reduz a respiração do explante levando a perda de germinação. Todas essas dificuldades tendem a aumentar com o tempo de armazenamento.

Não foi encontrado na literatura trabalhos que utilizasse sementes verdadeiras como propágulo para a produção de sementes sintéticas. No entanto, Campos (2014), avaliando o armazenamento de sementes sintéticas de *Campomanesia pubescens* observou um decréscimo acentuado na porcentagem de rompimento de cápsulas, chegando à ausência de rompimento após 15 dias de armazenamento a 4°C.

Frizzo (2013) também não obteve germinação de eixos embrionários de araucária encapsulados e submetidos a resfriamento rápido e lento.

A porcentagem de conversão de segmentos nodais encapsulados e não encapsulados de *Eclipta alba* diminuíram gradualmente depois do armazenamento a 4°C, quando a duração de armazenamento aumentou (SINGH et al., 2010)

Pesquisas relevam a exigência de temperaturas mais altas ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) do que baixas temperaturas para armazenamento de cápsulas de certas culturas tropicais e subtropicais (SHARMA; SHAHZAD, 2012). Hung (2012) obteve 84% de rebrota quando sementes sintéticas de *Eucalyptus* foram armazenadas a 25°C. Resultados semelhantes foram encontrados pelo mesmo autor em 2011, quando trabalhando com sementes sintéticas de *Khaya senegalensis*, obteve maior sobrevivência a 25°C do que a 4°C. Sundararaj et al (2010) também obteve melhor conversão de sementes sintéticas de gengibre (*Zingiber officinale*) após armazenamento a 25°C. O armazenamento bem sucedido de cápsulas de orquídeas foi conseguido a 25°C, por até 180 dias (GANTAIT et al., 2012)

A temperatura influencia diretamente o armazenamento e varia de acordo com a espécie. Para espécies da família Myrtaceae, o armazenamento é mais eficiente na faixa de temperatura entre 15°C e 30°C (SANTOS, 2004; DOUSSEAU, 2011; GOMES, 2011). No entanto, Scalon (2013) afirma que sementes de *Campomanesia adamantium* podem ser armazenadas por até 21 dias nas temperaturas entre 5°C e 15°C, o que comprova que abaixo de 5°C ocorre um comprometimento do processo germinativo de sementes sintéticas dessa espécie.

6. CONCLUSÃO

1. Sementes de *Campomanesia adamantium* são intolerantes aos períodos de dessecação.
2. A concentração de alginato de sódio e o tempo de exposição ao cloreto de cálcio influenciam a frequência de conversão de explantes encapsulados em plântulas.

7. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.J.O.F; NAVES, R.V; XIMENES, P.A. Influência das abelhas (*Apis mellifera*) na polinização da gabioba (*Campomanesia* spp.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.30, n.2, p. 25-28, 2000.
- BARBEDO, C.J; MARCOS FILHO, J. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta botanica brasílica**, p.145 – 164, 1998.
- BARBEDO, C.J., BILIA, D.A.C. Evolution of research on recalcitrant seeds. **Scientia Agricola**, n.55, p.121-125, Piracicaba, 1998.
- BERJAK, P; PAMMENTER, N.W. Orthodox and recalcitrant seeds. **Tropical tree seed manual. Agricultural handbook**, v.721, p.137-147, 2002.
- BILIA, D.A.C; MARCOS FILHO, J; NOVEMBRE, A.D.L.C. Conservação da qualidade fisiológica de sementes de *Inga uruguensis* Hook. et Arn. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.48 – 54, 1998.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Bioma Cerrado. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado> > Acesso: 10/10/2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.
- CAMPOS, N.A. **Estratégia para conservação *in vitro* de gabioba (*Campomanesia pubescens*)**.2014. Tese (Doutorado em Agronomia/Fisiologia Vegetal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p, 2012.
- CID, L.P.B. Sementes sintéticas: o desenvolvimento de sementes encapsuladas. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, n.32, 2004.
- COUTINHO, L.M. O bioma do Cerrado. In: KLEIN, A.L. **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**, São Paulo: Editora UNESP, 2002.
- DANIEL, J.W; CHAPPELL, W.E; COUCH, H.B. Effect of sub-lethal and lethal temperatures on plant cells. **Plant Physiology**, 1969.
- DAUD, N; TAHA, R.M; HASBULLAH, N.A. Artificial seed production from encapsulated micro shoots of *Saintpaulia ionantha* Wendl. (African Violet). **Journal of Applied Sciences**, New York, v.8, n.24, p.4662-4667, 2008.

- DRESCH, D.M.; MASETTOT, E.; SCALONS, S.P.Q. *Campomanesia adamantium* (Cambess) O. Berg seed desiccation: influence on vigor and nucleic acids. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.10, n.33, p.3216 – 3224, 2015.
- DOUSSEAU, S. et al. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1362 – 1368, 2011.
- DURÁN, J.M. Semillas sintéticas: Identidad y uniformidad. **Agricultura, revista agropecuaria**, n.655, p.108-111, 1987.
- DURIGAN, G; SIQUEIRA, M.F; FRANCO, G.A.D.C. Threats to the cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Agricola**, v.64, n.4, p.355-363, 2007.
- FARRANT, J.M; PAMMENTER, N.W; BERJAK, P. Recalcitrant – a current assessment. **Seed science and technology**, p.155 – 166, 1988.
- FERREIRA, L.C. et al. Anti-inflammatory and antinociceptive activities of *Campomanesia adamantium*. **Journal of Ethnopharmacology**, p. 100 – 108, 2013.
- FRIZZO, C. **Comportamento de eixos embrionários de *Araucaria angustifolia* Bertol (O. KUNTZE) após a criopreservação, usando o método de encapsulamento –desidratação**. 2013. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- GOGOSZ, A.M. **Germinação e estrutura das plântulas de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg. (Myrtaceae) crescendo em solo contaminado com petróleo e solo biorremediado**. 2008. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- GOMES, J.P. **Germinação e armazenamento de sementes de Myrtaceae**. 2011. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, 2011.
- GUEDES, R.S; COSTA, F.H.S; PEREIRA, J.E.S. Características físicas e nutricionais da matriz de encapsulamento na produção de sementes sintéticas de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) **Revista Árvore**, Viçosa –MG, v.31, n.6, p.1005-1011, 2007.
- GUERRA, M.P; TORRES, A.C; TEIXEIRA, J.B. Embriogênese somática e sementes sintéticas. In: TORRES, A.C; CALDAS, L.S; BUSO, J.A. **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas**. Embrapa-CNPq, 1999.
- HUNG, C.D; TRUEMAN, S.J. Encapsulation technology for short-term preservation and germplasm distribution of the African mahogany *Khaya senegalensis*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.107, n. 3, p.397-405, 2011.
- HUNG, C.D; TRUEMAN, S.J. Alginate encapsulation of shoot tips and nodal segments for short-term storage and distribution of the eucalypt *Corymbia torelliana* x *C. citriodora*. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.34, n.1, p.114-128, 2012.

IKHLAQ, M. et al. *In vitro* storage of synthetic seeds: Effect of different storage conditions and intervals on their conversion ability. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n.35, p. 5712-5721, 2010.

KERMODE, A.R; FINCH-SAVAGE, B.E. Desiccation sensitivity in orthodox and recalcitrant seeds in relation to development. In: BLACK, M; PRITCHARD, H.W. **Desiccation and survival in plants: drying without drying**, 2002.

KLAFKE, J.Z. et al. Antiplatelet, Antithrombotic, and Fibrinolytic Activities of *Campomanesia xanthocarpa*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v.12, 2010.

KLINK, C.A; MACHADO,R.B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**,v.1, n.1, 2005.

LAMBARDI, M; BENELLI, C; OZUDOGRU, E.A; TOKATLI, Y.O. Synthetic Seed Technology in Ornamental Plants. **Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology**, v.2, 2006.

LEE-ESPINOSA, H.E. et al. Encapsulación de embriones somáticos de *Laelia anceps* ssp. *dawsonii* para la producción de semilla sintética. **Revista Chapingo, Serie Horticultura**, v.15, 2009.

LIMA, J.E.F.W; SILVA, E.M. Recursos Hídricos do Bioma Cerrado: importância e situação. In: SANO, S.M; ALMEIDA,S.P; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa Cerrados – Brasília, DF, 2008.

MACHADO, R.B. et al. Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro. Relatório técnico. **Conservação Internacional**. Brasília, 2004.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed., Londrina: ABRATES, 2015. 660Pp.

MARTINS, C.C; BOVI, M.L.A; NAKAGAWA, J; MACHADO, C.G. Secagem e armazenamento de sementes de juçara. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.635 – 642, 2009.

MELCHIOR, S.J; CUSTÓDIO, C.C; MARQUES, T.A; MACHADO NETO, N.B. Colheita e armazenamento de sementes de gabioba (*Campomanesia adamantium* Camb. –Myrtaceae) e implicações na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.141-150, 2006.

MONDO, V.H.V; CICERO, S.M. Aspectos sobre a tecnologia de sementes sintéticas. **Informativo ABRATES**, v.18, n.1,2,3, p.23-29, 2008.

MUJIB, M.M.A; SIDDIQUI, Z.H. Synthetic seed development and conversion to plantlet in *Catharanthus roseus* (L.)G.Don. **Biotechnology**, p.37-43, 2012.

NASCIMENTO, W.M.O; NOVENBRE, A.L.C; CICERO, S.M. Consequências fisiológicas da dessecação em sementes de açai (*Euterpe oleracea* Mart). **Revista Brasileira de Sementes**, v.19, n.2, p.38-43, 2007.

OLIVEIRA, M.C; SANTANA, D.G; SANTOS, C.M. Biometria de frutos e sementes e emergência de plântulas de duas espécies frutíferas do gênero *Campomanesia*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.446-455, 2011.

PAUNESCU, A. Biotechnology for Endangered Plant Conservation: A Critical Overview. **Romanian Biotechnological Letters**, v.14, n.1, p. 4095-410, 2009.

PEIXOTO, N; SILVA, E.S; TEIXEIRA, F.G; MOREIRA, F.M. Avaliação do crescimento inicial de populações de gabioba em Ipameri. In: Seminário de Iniciação Científica, 1.; Jornada de Pesquisa e Pós Graduação, 3., 2005, Anápolis. **Anais**. Anápolis: FAMA, 2005.

PERIOTTO, F. **Aspectos da germinação de sementes, da emergência de plântulas e da morfologia dos frutos e sementes de *Campomanesia pubescens* (DC.) O BERG (Myrtaceae)**. 2008. 87f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

PINHAL, H.F. et al. Aplicação da cultura de tecidos vegetais em fruteiras do cerrado. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1136-1142, 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília: Ministério da Agricultura; Agiplan, 289p, 1985.

PORTO, A.C; GULIAS, A.P.S.M. Gabioba. In: VIEIRA, R.F; COSTA, T.S.A; SILVA, D.B; FERREIRA, F.R; SANO, S.M. **Frutas nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

SAHOO, S.L; ROUT, J.R; KANUNGO, S. Synthetic seed. In: SHARMA, H.P. **Plant Tissue Culture: totipotency to transgenic**, Agrobios, 2012.

SALVADOR, J.P. **Avaliação da atividade antioxidante e fotoprotetora do extrato etanólico de *Campomanesia adamantium* (Cambess) O.Berg**. 2015. 69f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2015.

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

SANTOS, C.M.R; FERREIRA, A.G; ÁQUILA, M.E.A. Caracterização de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul, **Ciência Florestal**, v.14,n.2, p.13-20, 2004.

SANTOS, M.S. et al. Quantification of the major bioactive phytochemicals in the gabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg) juice. **Acta Scientiarum Technology**, v.35, n.4, p.783-787, 2013.

SCALON, S.P.Q. et al. Conservation of *Campomanesia adamantium* (CAMB.) O. BERG seeds in different packaging and at varied temperatures. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.262-269, 2013.

SHARMA, M. et al. Synthetic seeds a viable approach for conservation and propagation of phytoremediant herb: *Bacopa monnieri* (L.) WETTST. **Journal of Environmental Research And Development**, v.7, 2012.

SILVA, F.A.M; ASSAD, E.D; EVANGELISTA, B.A. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M; ALMEIDA, S.P; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa Cerrados – Brasília, DF, 2008.

SINGH, S.K; RAI, M.K; ASTHANA, P; SAHOO,L. Alginate-encapsulation of nodal segments for propagation, short-term conservation and germplasm exchange and distribution of *Eclipta alba* (L.). **Acta Physiologiae Plantarum**, 2010.

SUNDARAJAJ, S.G; AGRAWAL, A; TYAGI, R.K. Encapsulation for in vitro short-term storage and exchange of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) germplasm. **Scientia Horticulturae**, v.125, p.761-766, 2010.

VALLILO, M.I; BUSTILLOS, O.V; AGUIAR, O.T. Identificação de terpenos no óleo essencial dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg – Myrtaceae. **Revista do Instituto Florestal**, v.18, p.15-22, 2006.

VIEIRA, R.D; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de Condutividade Elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina, PR: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.

VILELA, F.A., PERES, W.B. Coleta, Beneficiamento e Armazenamento. In: FERREIRA, A.G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre. Artmed, 2008.

VINAGRE, A.S. et al. Anti-diabetic effects of *Campomanesia xanthocarpa* (Berg) leaf decoction. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** ,v. 46, n. 2, 2010.