

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Cambucizeiros: dormência em sementes e desenvolvimento de plantas a pleno sol

Mariane Jeronimo Forte

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

**Piracicaba
2021**

Mariane Jeronimo Forte
Engenheira Agrônoma

Cambucizeiros: dormência em sementes e desenvolvimento de plantas a pleno sol
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Profa. Dra. **SIMONE RODRIGUES DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia

Piracicaba
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Forte, Mariane Jeronimo

Cambucizeiros: dormência em sementes e desenvolvimento de plantas a pleno sol / Mariane Jeronimo Forte. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2021.

58 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Germinação 2. Estratificação 3. Fase vegetativa 4. Fase reprodutiva 5. Sistema radicular I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico à Deus, à minha família, meu noivo, amigos, professores, funcionários e colegas que me apoiaram e me ajudaram durante esse período.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus pela força e coragem durante esta caminhada, por ser sempre meu sustento e meu guia.

Aos meus pais Denise e Marildo por todo apoio e compreensão, por não medirem esforços para que eu chegasse até essa etapa da minha vida, por acreditarem em mim. À minha irmã Mariele pela paciência, amor e incentivos constantes.

Ao meu noivo Eduardo por toda ajuda e incentivo, por ser compreensivo, paciente e presente em todos os momentos desta fase.

Aos meus avós e todos meus familiares por todo amor e confiança dedicados a mim.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, pelos ensinamentos, aprendizados e a oportunidade de concluir mais uma etapa da minha vida profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo, que me auxiliou e concedeu suporte financeiro no projeto proposto.

À minha orientadora Profa. Dra. Simone Rodrigues da Silva por me permitir trabalhar ao seu lado, por todo conhecimento, profissionalismo, pelas oportunidades, por toda ajuda, paciência, conversas e principalmente, por confiar em mim.

Aos professores Dr. Ângelo Pedro Jacomino, Dra. Ana Coelho Novembre, Dr. João Alexio Scarpate Filho, Dr. Francisco Guilhien Gomes Junior, Dr. Ricardo Alfredo Kluge, Dr. Hilton Thadeu Zarate Couto (ESALQ/USP), ao Prof. Dr. Victor Forti (UFSCar), à Pesquisadora Clíssia Barboza da Silva (CENA/USP), pelos ensinamentos, por toda parceria e auxílio durante esse período.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal (ESALQ/USP), Eder de Araújo Cintra, Aparecido Serrano, Antonio Carlos Fernandes, Marcos Trevisan, Helena Pescarin Chamma, Horst Bremer Neto pelo suporte, ajuda, disponibilidade, conversas e amizade.

Aos colegas de pós-graduação (Marcelo Santoro, Márcio Soares, Bruna Brogio, Lígia Brogio, Guilherme Nacata), à graduanda Madoka Hishi, a Dra. Aparecida Leonir da Silva e a Dra. Tatiana Cantuarias-Avilés pela ajuda na instalação e condução do experimento, por todo companheirismo e amizade.

Ao Sr. Paulo Nakanishi, pela gentileza e disponibilidade de me receber em sua propriedade e permitir a obtenção do material vegetal para o projeto, assim como as diversas conversas e troca de conhecimento.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO GERAL	9
Referências	15
CAPÍTULO 1: COMPROVAÇÃO E SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE <i>Campomanesia phaea</i> (O. BERG. LANDRUM).....	23
Resumo	23
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	28
Conclusões.....	38
Referências	38
CAPÍTULO 2: DESENVOLVIMENTO DO CAMBUCIZEIRO (<i>Campomanesia phaea</i> O. BERG. LANDRUM) EM REGIÃO NÃO TRADICIONAL DE CULTIVO.....	45
Resumo	45
Abstract.....	45
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	49
Conclusões.....	54
Referências	154

RESUMO

Cambucizeiros: dormência em sementes e desenvolvimento de plantas a pleno sol

O cambucizeiro é uma espécie nativa da Mata Atlântica, da família Myrtaceae, de porte médio, sendo encontrado, na sua maioria, em áreas de ocorrência natural, sombreado por árvores. Seus frutos são carnosos, suculentos e as sementes achatadas e de germinação desuniforme e lenta, o que inferi a existência de uma provável dormência nesta espécie. Informações sobre o cultivo comercial dessa frutífera fora da região de origem também são escassas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a existência da dormência em sementes de cambuci e determinar métodos para superá-la, assim como avaliar os períodos de ocorrência do crescimento das raízes e das fases vegetativa e reprodutiva de cambucizeiros, cultivados em região quente e a pleno sol. O teste de raios X, associado com os de germinação e de tetrazólio, auxiliaram na identificação da dormência nas sementes de cambuci, sendo esta possivelmente fisiológica e de rápida superação. Entre os métodos para superá-la, a embebição em água e a aplicação de giberelina não se mostram satisfatórias, porém a estratificação a frio por 28 dias, à 15°C se destacou aumentando a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes. As fases vegetativa e reprodutiva em cambucizeiros, em determinados momentos, são coincidentes e estão relacionadas a fatores climáticos. Este estudo sugere que é possível cultivar comercialmente cambucizeiros em clima Cwa, com florescimento e produção concentrada.

Palavras-chave: Germinação, Estratificação, Fase vegetativa, Fase reprodutiva, Sistema radicular

ABSTRACT

Cambucizeiros: seed dormancy and plant development in full sun

Cambucizeiro is a native species of the Atlantic Forest, of the Myrtaceae family, of medium size, being found, in its majority, in naturally occurring areas shaded by trees. Its fruits are fleshy, succulent and the seeds are flat and of slow and uneven germination, which implies the existence of a probable dormancy in this species. Information on the commercial cultivation of this fruit tree outside the region of origin is also scarce. Therefore, the objective of this work was to verify the existence of dormancy in cambuci seeds and to determine methods to overcome it, as well as to evaluate the periods of occurrence of root growth and the vegetative and reproductive phases of cambucizeiros, grown in a warm region and in full sun. The X-ray test, associated with germination and tetrazolium tests, helped in the identification of dormancy in cambuci seeds, which is possibly physiological and quickly overcome. Among the methods to overcome it, soaking in water and the application of gibberellin are not satisfactory, but cold stratification for 28 days at 15°C stood out, increasing the percentage and speed of seed germination. The vegetative and reproductive phases in cambucizeiros, at certain times, coincide and are related to climatic factors. This study suggests that it is possible to grow cambucizeiros commercially in a Cwa climate, with flowering and concentrated production.

Keywords: Germination, Stratification, Vegetative phase, Reproductive phase, Root system

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de frutas e entre as opções para a diversificação está o cultivo de fruteiras tropicais nativas, ainda pouco conhecidas, entretanto, algumas são ricas em antioxidantes e possuem sabores bastante peculiares, sendo atraentes para a comercialização e industrialização (CARVALHO; KIST; BELING, 2020; CASTELUCCI, 2015).

Entre as diversas fruteiras nativas existentes no Brasil, destaca-se as da família Myrtaceae, que possui grande diversidade, com cerca de 140 gêneros e 3.500 a 5.800 espécies distribuídas, principalmente, em florestas tropicais da Austrália, Ásia e América do Sul (DONATO-PESTANA et al., 2018; FRAUCHES et al., 2016; GIARETTA et al., 2016) e abrangem arbustos e árvores com folhas simples, opostas, que contêm glândulas aromáticas, responsáveis pela produção de óleos voláteis. Possuem flores hermafroditas, solitárias ou agregadas na floração, quatro a cinco pétalas, estames numerosos, ovário geralmente ínfero, muitas sementes e frutos carnosos (LANDRUM; KAWASAKI, 1997b; LEÃO, 2012; FRAUCHES et al., 2016).

No Brasil, representantes das mirtáceas são predominantes na região da Mata Atlântica (LANDRUM; KAWASAKI, 1997b) e englobam espécies exóticas, pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, cuja madeira possui alto valor agregado e as nativas, com algumas produzindo frutos com potencial de comercialização (MARCHIORI; SOBRAL, 1997). Dentre as nativas, destacam-se as pertencentes aos gêneros *Eugenia* (pitangueira, uvaieira, grumixameira, cerejeira-nacional e cambucizeiro), *Campomanesia* (cambucizeiro), *Psidium* (goiabeira e araçazeiro) e *Myrciaria* (jabuticabeira) que possuem potencial para serem exploradas (LANDRUM; KAWASAKI, 1997a).

Algumas espécies do gênero *Campomanesia*, das 31 encontradas na flora brasileira, como o cambucizeiro (GOVAERTS et al. 2008; SOBRAL et al., 2015), possuem peculiaridades que as separam de outras mirtáceas, como, por exemplo, o número de lóculos presentes no ovário, tricomas simples e, suas folhas variando em tamanho e textura (LANDRUM, 1986).

O cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum), possui ocorrência nos estados da região Sudeste do país (LORENZI et al., 2006), ocorrendo naturalmente no Estado de São Paulo, na vertente da Serra do Mar para o Planalto Paulista e também do início do Planalto em direção ao interior do estado (LORENZI, 1992). Há dois materiais genéticos

conhecidos e encontrados espontaneamente no país, a *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum como a mais comum e a *Campomanesia phaea* var *lauroana*, (LANDRUM; KAWASAKI, 1997a; DONATO-PESTANA et al., 2018).

É uma frutífera que pode atingir uma altura superior à 16 metros em seu habitat natural, se caracteriza como uma planta semi-decídua, de tronco cinza-escuro com aspecto descamado, característica comum em outras espécies da família Myrtaceae. Suas folhas são inteiras, glabras e pedunculadas, com formato variando de ovalada a obovado-oblonga e, contêm óleos essenciais com elevado valor de mercado, principalmente para a indústria de fármacos e de cosméticos. Suas flores são hermafroditas, pentâmeras, brancas, vistosas e solitárias (DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002; TOKAIRIN, 2017; DONATO-PESTANA et al., 2018), sendo necessária a polinização cruzada, realizada principalmente por abelhas, por apresentar sistema reprodutivo autoincompatível (CORDEIRO, 2015). Os frutos são ovoide-romboidais com arestas horizontais, lembrando o formato de um “disco voador”, carnosos, suculentos, com coloração variando de verde à verde-amarelado quando maduros, com variação de tamanho e qualidade em função da região de cultivo (CORDEIRO, 2015; LORENZI, 1992; BIANCHINI et al., 2016).

Os cambucis apresentam elevados teores de vitamina C, minerais, fibras e, alguns compostos fenólicos como os flavonóides, presentes também nas folhas, podendo ser consumidos *in natura*, ou na forma de geleias, sorvetes, sucos, bebidas alcoólicas, entre outros. Entretanto, apresenta limitação quanto ao seu consumo *in natura*, devido ao baixo teor de carboidratos e elevada acidez, mas apesar disso, possui grande potencial para industrialização, pois apresenta elevado rendimento de polpa (VALLILO et al., 2005; ADATI, 2001; BIANCHINI et al., 2016).

As sementes de cambuci possuem forma orbicular, são achatadas, de coloração branca-pálida, variando de 9 até 13 por fruto (DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002; TOKAIRIN, 2017). Segundo Lorenzi (2002), a sua viabilidade é muito curta, não ultrapassando trinta dias e a germinação é lenta. Portanto, para se obter sucesso com essas sementes, que são utilizadas prioritariamente para a produção de mudas, torna-se fundamental relacionar todos os aspectos que são envolvidos neste contexto, desde os fatores extrínsecos, como água, luz, temperatura e umidade do solo até os fatores intrínsecos, como dormência e viabilidade (COSMO et al., 2017; MONTEIRO, 2017).

A dormência das sementes se caracteriza como um mecanismo existente em algumas espécies que impedem a germinação das mesmas, mesmo que estas estejam em condições

ambientais favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; CIPRIANI; GARLET; LIMA, 2019). Entretanto, existem diferentes tipos de dormência, como as endógenas (fisiológica, morfológica, morfofisiológica) e exógenas (física e química); porém, estas podem ser benéficas por prorrogar o período de germinação até que haja condições favoráveis, sendo este um mecanismo de perpetuação da espécie (MARCOS-FILHO, 2015). Todavia, quando o propósito é a produção de mudas, esta torna-se uma característica indesejável, uma vez que a germinação e emergência das plântulas será lenta e desuniforme e conseqüentemente, ocasionará maior tempo de exposição a condições adversas (AZEREDO; PAULA; VALERI, 2011).

A dormência fisiológica é ocasionada quando algum mecanismo fisiológico impede a germinação da semente, podendo ocorrer por exemplo, pela ausência de substâncias promotoras da germinação ou também pela presença de substâncias inibidoras; a morfológica está relacionada com a imaturidade do embrião e a morfofisiológica apresenta a combinação das duas anteriores (VIVIAN et al., 2008; BASKIN; BASKIN, 2004; CARDOSO, 2004). No entanto, existe também a dormência física, em que a germinação é bloqueada por algum impedimento ou interferência mecânica na absorção de água e trocas gasosas, já a química tem a presença de inibidores químicos localizados no tegumento que podem inibir a sua germinação (FOWLER; BIANCHETTI, 2000; CARDOSO, 2004).

Há testes capazes de verificar as características físicas de sementes e relacionar com eventos fisiológicos, tais como a dormência, durante a germinação, como o teste de raios X, que está sendo bastante utilizado para avaliar sementes de espécies pouco conhecidas e exploradas no âmbito científico, como o cambucizeiro. Esse teste auxilia em identificação de sementes não germinadas no teste de germinação e a anormalidade de plântulas, baseado na caracterização da morfologia interna das mesmas, podendo também estabelecer uma associação com o potencial fisiológico das sementes (GOMES JUNIOR, 2010; LIMA, 2013).

A técnica baseia-se em expor as sementes a uma fonte de raios X, de baixa energia e a um filme fotossensível, na qual a radiação ao atravessar essas sementes forma uma imagem permanente sobre o filme, que pode ser mais clara, representada pelas regiões mais densas, onde os raios não atravessam ou mais escura, nas áreas menos densas. Este método é influenciado pela quantidade de radiação que o tecido absorve, além da composição, densidade, espessura e o período de exposição (MASETTO, FARIA, QUEIROZ, 2008; SILVA, 2020).

O teste de raios X é rápido, simples, não destrutivo, sendo recomendado pela International Seed Testing Association (ISTA) para avaliação das estruturas internas, pois possibilita a obtenção de informações sobre a existência de sementes vazias, defeituosas, infestadas por insetos, já que estas podem influenciar a germinação de um lote (ISTA, 2004). Os estudos sobre a utilização desse teste iniciaram-se na década de 50, porém, apenas 30 anos após, pesquisas sobre o método foram retomadas com a identificação de embriões haplóides em melão (SAUTON; OLIVIER; CHAVAGNAT, 1989) e sobre informações de sementes não germinadas ao final de testes de germinação (SIMAK; BERGSTEN; HENRIKSSON, 1989) utilizado em diversas pesquisas (ISTA, 2018; OLIVEIRA et al., 2004; GOMES JUNIOR, 2010; GOMES JUNIOR et al., 2012).

Esta técnica é considerada bastante interessante quando associada com a viabilidade das sementes, através do teste de tetrazólio, como relatado por Copeland e McDonald (1985), o qual é realizado após o teste de raios X, pois a radiação utilizada é pequena e o teste não destrutivo. Pode-se realizar também o teste de germinação, ambos com o intuito de relacionar resultados com os obtidos nos raios X. O teste de raios X também permite avaliar cada imagem individualizada em diferentes espécies cultivadas e nativas (GOMES JUNIOR, 2010; GAGLIARDI, MARCOS-FILHO, 2011; AMARAL, 2016).

A viabilidade da semente influencia na sua germinação e emergência, sendo utilizado o cloreto ou o brometo de 2,3,5, trifenil tetrazólio como indicador para determiná-la, através do teste de tetrazólio, uma ferramenta importante para espécies que possuem dormência (MONTEIRO, 2017; BRASIL, 2009; SILVA, 2017). É um teste mais rápido ao da germinação e propicia um diagnóstico da qualidade, que auxilia na tomada de decisões quanto a utilização de determinados lotes, principalmente para sementes que requerem longos períodos para germinar (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI, 2019; AZEREDO; PAULA; VALERI, 2011), como as de cambuci.

Embora não existam trabalhos relatando uma possível dormência em sementes de cambuci, acredita-se que esse mecanismo esteja presente, devido, principalmente, à sua germinação desuniforme e lenta. Portanto, estudos sobre esse assunto e formas de superação são de extrema importância, visto que a superação da dormência envolve mudanças no estado da semente, fazendo com que o embrião reinicie o seu crescimento. Há diferentes métodos para sua superação, como a estratificação a frio (quando são colocadas em ambientes úmidos e com baixas temperaturas), estratificação quente e frio (alternando-se temperaturas altas e baixas durante o processo), uso de reguladores vegetais, como o ácido giberélico, imersão em

água, esscarificação ácida e esscarificação mecânica (TAIZ; ZEIGER, 2017; FOWLER; BIANCHETTI, 2000).

A estratificação a frio é um método para superar uma possível imaturidade das sementes, podendo desencadear mecanismos internos que modificam a sua natureza e o nível de fitorreguladores presentes no controle dos processos de dormência ou germinativos (CAMPANA et al., 1993; PETRI; HERTER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2017). Sementes de goiabeira serrana (*Acca sellowiana*) submetidas a temperatura de 6°C e 31 dias de estratificação, apresentaram estande uniformizado e porcentagem de germinação em torno de 70% (RASEIRA et al., 2004). A estratificação a frio também pode ser aplicada em sementes que apresentem dormência fisiológica, por permitir uma modificação do balanço hormonal, especialmente nos níveis de giberelina endógenos (PEREIRA; MAEDA, 1986).

O ácido giberélico é um regulador vegetal promotor da germinação, atuando na ativação do crescimento do embrião, mobilização de reservas energéticas e outras diversas funções; além de estimular a produção de enzimas hidrolíticas, fazendo com que o amido e outras substâncias sejam quebradas e assim, o crescimento do eixo embrionário seja retomado (TAIZ; ZEIGER, 2017). Houve sucesso da utilização de giberelina na germinação de sementes de *Plinia glomerata* (O. Berg Amshoff) (MEDEIROS, 2001).

A imersão em água, à temperatura ambiente, pode promover a superação da dormência, que pode ter sido ocasionada por secagem excessiva, impedindo-as de absorver água e conseqüentemente germinar; além de eliminar também substâncias inibidoras que possam estar presentes no seu tegumento, como em *Caesalpinia echinata*, que necessitaram de 2 horas em água, à temperatura ambiente (FOWLER; BIANCHETTI, 2000; MEDEIROS, 2001). Uma vez superada a existência de qualquer tipo de dormência, estas estarão aptas para semeadura e germinação (HARTMANN et al., 2011; PAIVA; GOMES, 2011).

Todas as informações sobre as sementes de cambuci são fundamentais, considerando que até o momento, são a base para a produção de mudas dessa fruteira (LORENZI, 2002) que são implantadas no campo. Existem poucos cultivos comerciais dessa espécie em regiões não tradicionais, o que ressalta a importância de conhecer como ocorre o desenvolvimento das plantas em climas diferentes da região de origem.

Portanto, é de fundamental importância observar a ocorrência do início e fim dos diferentes estádios de desenvolvimento do cambucizeiro, incluindo desde a brotação, emissão e crescimento de raízes, florescimento e frutificação (LIETH, 1974; CORDEIRO, 2015; LARCHER, 2000).

Alguns fatores como o genótipo, o manejo existente na cultura e as condições edafoclimáticas, podem afetar a época de início e o tempo de duração de cada estágio de desenvolvimento. Esta descrição das fases de desenvolvimento do cambucizeiro, tanto vegetativa como reprodutiva, permitirá um maior detalhamento sobre o ciclo da planta em condições edafoclimáticas não tradicionais de cultivo, essencial para a adoção de técnicas culturais que visem melhorias na produção das plantas (PEREIRA; SÃO JOSÉ, 1987; REGO; LAVORANTI; ASSUMPCÃO NETO, 2006; GONZAGA NETO, 2001) e auxiliem pesquisas voltadas para sua utilização em programas de recuperação e restauração ambiental (CRESTANA, 1998; GOMES et al., 2015).

O desenvolvimento reprodutivo de cambucizeiros já foi relatado por Cordeiro (2015), sob condições de ocorrência natural (Parque da Neblina, entre os municípios de Mogi das Cruzes e Bertiooga) e em duas áreas cultivadas, na região de Mogi das Cruzes, sob domínio de Mata Atlântica. Já a emissão, crescimento de brotações e crescimento da planta, observado também através da atividade dos meristemas secundários (LACERDA; ENÉAS-FILHO; PINHEIRO, 2007) ainda não foi relatado para a espécie em estudo.

Inexistem informações na literatura sobre as épocas e a intensidade que ocorre o desenvolvimento das raízes desta fruteira, responsáveis pela sustentação da planta e por assegurar um fluxo estável de água e nutrientes para a parte aérea (TAIZ; ZEIGER, 2017) e esta observação permite a realização de manejos específicos, especialmente os referentes à nutrição das plantas.

Em áreas de ocorrência natural de cambucizeiros, o florescimento ocorre nos meses de outubro a janeiro de forma contínua, com pico entre os meses de novembro e dezembro e a frutificação tem seu pico no mês de março, embora sua ocorrência se estenda de fevereiro a junho (LORENZI, 1992). O florescimento contínuo, de até quatro meses, favorece que em uma mesma planta sejam encontrados frutos em diferentes estágios de maturação, exigindo colheitas diárias, que no pico de safra podem ocorrer até três vezes ao dia (CORDEIRO, 2015; TOKAIRIN, 2017).

As fases de desenvolvimento das plantas são influenciadas, principalmente, por fatores climáticos como a pluviosidade e a temperatura. Altas temperaturas do ar tendem a acelerar o desenvolvimento das plantas, enquanto que as mais baixas podem resultar em um prolongamento do ciclo. No geral, quando ocorre déficit hídrico, o crescimento das plantas é reduzido e pode ocorrer queda nas folhas, flores e frutos; visto que mesmo estresses amenos e

de curta duração podem influenciar o ciclo das plantas, antecipando o florescimento e a frutificação (PRAUSE; ANGELONI, 2000; MARTINI et al., 2010; BERGAMASCH, 2007).

Na região de origem do cambucizeiro, o clima é classificado como Cfb, mesotérmico úmido sem estação seca definida, segundo a classificação de Kopen-Geiger (ALVARES et al., 2014), mas não há informação do desenvolvimento e desempenho das plantas à pleno sol, em clima Cwa classificado como tropical úmido, com inverno seco e verão quente (ALVARES et al., 2014).

Portanto, estudos envolvendo uma descrição mais completa, que abranjam informações sobre os períodos de ocorrência de brotações, crescimento de ramos, crescimento de raízes, florescimento, fixação e desenvolvimento de frutos ainda são incipientes, dado que na literatura há poucas informações sobre o assunto (CORDEIRO, 2015), principalmente, quando se trata da implantação de plantios comerciais em ambientes não tradicionais de cultivo.

Nesse contexto, os objetivos gerais do presente trabalho se concentram em verificar a existência e analisar métodos para superação da dormência em sementes de cambuci e avaliar como ocorre o desenvolvimento das plantas quando cultivadas em clima Cwa, diferente da região de origem.

Referências

ADATI, R. T. **Estudo biofarmagnóstico de Campomanesia phaea (O. Berg) Landrum. Myrtaceae.** 2001. 146p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ALVARES, C.A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologishche Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2014.

AMARAL, E. V. E. de J. **Caracterização palinológica e molecular, análise de imagens radiográficas em sementes e toxidez do alumínio no crescimento radicular de Campomanesia (Myrtaceae).** 2016. 81p. Tese (Doutorado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2016.

AZEREDO, G. A. de; PAULA, R. C. de; VALERI, S. V. Viabilidade de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 61- 68, 2011.

BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, C.M.; NEGRELLE, R.R.B.; MORELATTO, L.P.C. **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo: Embrapa Florestas. 2007. p. 291- 310.

BIANCHINI, F. G.; BALBI, R. V.; PIO, R.; SILVA, D. F. da; PASQUAL, M.; BOAS, E. V. de B. V. Caracterização morfológica e química de frutos de cambucizeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 1, p. 10 -18, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009. 395p.

CAMPANA, B.; CAFFARINI, P.; CALVAR, J.; FAITA, E.; PANZARDI, S. Quebra de dormência de sementes de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) mediante reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 15, n.1, p. 171-176, 1993.

CARDOSO, V. J. M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. (Orgs). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, C.; KIST, B. B.; BELING, R. R. **Anuário brasileiro de horti&fruti 2020**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2020. 96 p. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2020/>>. Acesso em: 21 julho 2020.

CASTELUCCI, A. C. L. **Avaliação da estabilidade dos compostos bioativos de polpas de frutas nativas submetidas ao processo de irradiação**. 2015. 135p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

CIPRIANI, V. B.; GARLET, J.; LIMA, B. M. Overcoming dormancy in *Chloroleucon acacioides* and *Senna macranthera* seeds. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 51-60, 2019.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 2.ed. New York: Macmillan, 1985. 321p.

CORDEIRO, G.D. **Fenologia reprodutiva, polinização e voláteis florais do cambuci (*Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum 1984 – Myrtaceae)**. 2015. 89f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2015.

COSMO, N. L.; GOGOSZ, A. M.; REGO, S. S.; NOGUEIRA, A. C.; KUNIYOSHI, Y. S. Morfologia de fruto, semente e plântula, e germinação de sementes de *Myrceugenia euosma* (O. Berg) D. Legrand (Myrtaceae). **Revista Floresta**, Curitiba, v. 47, n.4, p.479 - 488, 2017.

CRESTANA, C.S.M. Recrutamento de plântulas de *Genipa americana* L. (Rubiaceae) em mata ripária. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 1 - 15, 1998.

DONADIO, L.C.; MÔRO, F.V.; SERVIDONE, A.A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Novos talentos, 2002. 288p.

DONATO-PESTANA, C. M.; MOURA, M. H. C.; ARAÚJO, R. L. de; SANTIAGO, G. de L.; BARROS, H. R. de M.; GENOVESE, M. I. Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. **Current opinion in food Science**, v. 19, p. 42 – 49, 2018.

FOWLER, J. A. P; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. **Journal of Seed Science**, Londrina, v.41, n.3, p.359-366, 2019.

FRAUCHES, N.; AMARAL, T. O. do; LARGUEZA, C. B. D.; TEODORO, A. J. Brazilian Myrtaceae Fruits: A Review of Anticancer Properties. **British Journal of Pharmaceutical Research**, v.12, n.1, p.1-15, 2016.

GAGLIARDI, B; MARCOS-FILHO, J. Relationship between germination and bell pepper seed structure assessed by the X-ray test. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 68, n.4, p.411 - 416, 2011.

GIARETTA, A.; TULER, A. C.; SOUZA, M. da C.; VALDEMARIN, K. S.; MAZINE, F. F.; PEIXOTO, A. L. Diversidade de *Myrtaceae* na reserva natural do vale. In: ROLIM, S.G.; MENEZES, L.F.T.; SRBEK-ARAÚJO, A.C. (Eds). **Floresta Atlântica de Tabuleiro: diversidade e endemismos na Reserva natural do Vale**. Belo Horizonte, 2016. p. 247-257.

GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. M. de; FRANÇA C. S. S.; DACOREGIO, H. M.; BORTOLUZZI, R. L. da C. Caracterização morfológica de plântulas durante a germinação de sementes de *Psidium cattleianum* e *Acca sellowiana* (Myrtaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 1035-1042, 2015.

GOMES JUNIOR, F. G. Aplicação da análise de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 33-29, 2010.

GOMES JUNIOR, F. G.; YAGUSHI, J. T.; BELINI, U. L.; CICERO, S. M.; TOMAZELLO-FILHO, M. X-ray densitometry to assess internal seed morphology and quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 40, n.1, p.102 - 107, 2012.

GONZAGA NETO, L. (Ed.). **Goiaba**: Produção - aspectos técnicos. Petrolina: Embrapa Semiárido; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 72p.

GOVAERTS, R.; SOBRAL, M.; ASHTON, P.; BARRIE, F.; HOLST, B. K.; LANDRUM, L. L.; MATSUMOTO, K.; MAZINE, F. F.; LUGHADHA, E. N.; PRONEÇA, C.; SOARES-SILVA, L. H.; WILSON, P. G.; LUCAS, E. **World checklist of Myrtaceae**. The board of trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, 2008. 455p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Hartmann and kester's Plant propagation**: principles and practices. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 879p.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for Seed Testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, 2004. 180 p.

INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for Seed Testing. **Seed Science and Technology**, Zurich, 2018. 336p.

KRYZANOWSKI F.C.; VIEIRA R.D.; FRANÇA-NETO J.B. **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

LACERDA, C. F. de; ENÉAS-FILHO J.; PINHEIRO, C. B. **Fisiologia vegetal**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007. 332p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LANDRUM, L. R. *Campomanesia*, *Pimenta*, *Blepharocalyx*, *Legrandia*, *Acca*, *Myrrhinium*, and *Luma* (Myrtaceae). **Flora Neotropica**, Monographs 45. New York Botanical Garden, New York, p.116-160, 1986.

LANDRUM L. R.; KAWASAKI, M. L. A rare and potetially economic fruit of Brazil: Cambuci, *Campomanesia phaea* (Myrtaceae). **Economic Botany**, v. 51, n.4, p. 403-407, 1997a.

LANDRUM L. R.; KAWASAKI, M. L. The genera of *Myrtaceae* in Brazil: An illustrated synoptic treatment and identification Keys. **Brittonia**, v. 49, n. 4, p. 508-536, 1997b.

LEÃO, M. M. **Características do óleo essencial extraído das folhas de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum (cambuci) obtido em duas microrregiões da Mata Atlântica**. 2012. 124p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p. 3-19.

LIMA, L. K.; DUTRA, A. S.; SANTOS, C. C.; BARROS, G. L. Utilização de técnicas na avaliação de sementes por imagem. **Revista ACSA**, Campina Grande, v. 20, n. 3, p.1 - 6, 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: de consumo *in natura*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672p.

MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dentologia das angiospermas**. Myrtales, Santa Maria: Editora da UFSM, 1997. 304p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; NATAL, C. M. Fenologia de espécies nativas com potencial paisagístico. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 75 – 84, 2010.

MASETTO, T. E.; FARIA, J. M. R.; QUEIROZ, S. E. E. Avaliação da qualidade de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* – Meliaceae) pelo teste de raios X. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1708-1712, 2008.

MEDEIROS, A. C. de S. Aspectos de dormência em sementes de espécies arbóreas. **Circular Técnica**, Colombo, v. 1, n. 55, p. 01-12, 2001.

MONTEIRO, L. N. H. **Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em semente de *Punica granatum* L.** 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2017.

PAIVA, H.N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais: propagação sexuada.** Viçosa: Ed. UFV, 2011. 116p.

OLIVEIRA, L. M de; CARVALHO, M. L. M. de; GUIMARAES, R. M.; MASETTO, T. E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl nich. E *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley – (Bignoniaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 138-143, 2004.

PEREIRA, F.M.; SÃO JOSÉ, A.R. Estudo do desenvolvimento dos frutos da goiabeira ‘Paluma’ e ‘Rica’. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1987. p.469-474.

PEREIRA, M. F. D. A.; MAEDA, J. A. Environmental and endogenous control of germination of *Vitis vinifera* seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.14, p. 227-235, 1986.

PETRI, J. L.; HERTER, F. G. Dormência e indução à brotação. In: MONTEIRO, L.B. et al. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica.** Curitiba, 2004. p.119-128.

PRAUSE, J.; ANGELONI, P. **Fenología de especies forestales nativas: abscisión de hojas.** Chaco: Universidad Nacional del Nordeste. 2000.

RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D. Espécies frutíferas do sul do Brasil. Pelotas: EMBRAPA, 2004. p. 49-71.

REGO, G. M.; LAVORANTI, O. J.; ASSUMPÇÃO NETO, A. Monitoramento dos estádios fenológicos reprodutivos da Cerejeira-do-Mato. **Comunicado Técnico**, Colombo, v. 1, n. 171, p. 02-05, 2006.

SAUTON, A.; OLIVIER, C.; CHAVAGNAT, A. Use of soft X-ray technique to detect haploid embryos in immature seeds of melon. **Acta Horticulture**, Angers, v.253, p.131-135, 1989.

SILVA, J. A. **Análise de sementes de *Senna siamea* Lam. por meio do processamento digital de imagens.** 2020. 44f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2020.

SILVA, S. S. da. **Formação e viabilidade das sementes da palmeira real australiana.** 2017. 64f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

SIMAK, M.; BERGSTEN, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end germination test by radiography. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.17, n.2, p.361-369, 1989.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=F B10307>>. Acesso em 16 julho. 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TOKAIRIN, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017. 134f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E. de; CONCEIÇÃO, L.; LAMARDO, A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.

CAPÍTULO 1: COMPROVAÇÃO E SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Campomanesia phaea* (O. BERG. LANDRUM)

Resumo

O cambuci é uma frutífera da família Myrtaceae, de porte médio, com frutos carnosos, contendo de 9 a 13 sementes, sendo estas achatadas, de germinação desuniforme e lenta; inferindo assim a ocorrência de uma provável dormência nesta espécie, embora não existam trabalhos na literatura que a comprovem. Com isso, o objetivo deste trabalho foi verificar a existência da dormência em sementes de cambuci e determinar métodos para superá-la. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Radiobiologia e Ambiente (LRA), no CENA/USP e no Laboratório de Análises de Sementes, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) ambos localizados em Piracicaba/ São Paulo. As sementes foram obtidas de frutos colhidos em pomar comercial, localizado no município de Natividade da Serra/ São Paulo. Primeiramente, foi realizado o teste de raios X nas sementes, relacionando-os com a sua germinação e viabilidade por meio do teste de tetrazólio e, posteriormente, realizados métodos para superação da dormência baseados na estratificação a frio, embebição em água e utilização de giberelina. Por meio do teste de germinação, associado ao de tetrazólio e raios X, observou-se a ocorrência de dormência em sementes de cambuci, sendo esta possivelmente fisiológica, leve, de rápida superação. Entre os métodos para sua superação, a estratificação a frio por 28 dias, à 15°C, mostrou os melhores resultados, enquanto que a embebição em água e a aplicação de giberelina, não se apresentaram satisfatórios.

Palavras-chave: Cambucizeiro, Germinação, Raios X, Estratificação, Embebição em água, Reguladores vegetais

Abstract

Cambuci is a medium-sized fruit of the Myrtaceae family, with fleshy fruits, containing 9 to 13 seeds, which are flattened, with uneven and slow germination; thus inferring the occurrence of a probable dormancy in this species, although there are no studies in the literature to prove it. Thus, the objective of this work was to verify the existence of dormancy in cambuci seeds and to determine methods to overcome it. The work was developed at the Laboratório de Radiobiologia e Ambiente (LRA), at CENA/USP and at the Laboratório de Análises de Sementes of the Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), both located in Piracicaba/São Paulo. The seeds were obtained from fruits harvested in a commercial orchard located in the municipality of Natividade da Serra/São Paulo. First, an X-ray test was performed on the seeds, relating them to their germination and viability by means of the tetrazolium test and, subsequently, methods for overcoming dormancy based on cold stratification, water imbibition and use of gibberellin were carried out. Through the germination test, associated with tetrazolium test and X-ray, it was observed the occurrence of dormancy in cambuci seeds, which is possibly physiological, mild, and quickly overcome. Among the methods to overcome it, cold stratification for 28 days, at 15°C showed the best results, while soaking in water and the application of gibberellin were not satisfactory.

Keywords: Cambucizeiro, Germination, X-rays, Stratification, Soak in water, Plant regulators

Introdução

Sementes de cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum), espécie nativa da Mata Atlântica brasileira, são achatadas e com formato orbicular (DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002; TOKAIRIN, 2017; LORENZI, 1992). Sua viabilidade de armazenamento é curta, não ultrapassando trinta dias e a germinação é lenta, sendo relatada baixa porcentagem e velocidade de germinação (DOMBROSKI et al., 2010), o que pode inferir que haja dormência nesta espécie, apesar de não existir estudos que a comprovem.

Para auxiliar na análise física de sementes e relacionar com eventos fisiológicos, tais como dormência, em espécies pouco exploradas como o cambucizeiro, pode-se utilizar o teste de raios X, uma ferramenta rápida, simples, não destrutiva e recomendada pela International Seed Testing Association (ISTA, 2004; GOMES JUNIOR, 2010). O teste consiste em avaliar a estrutura interna das sementes e obter, mediante a análise de imagens, informações sobre a presença de sementes vazias, defeituosas, infestadas, já que estas características podem influenciar na germinação de um lote. Também podem auxiliar em dúvidas sobre a anormalidade de plântulas ou o motivo da presença de sementes não germinadas, baseado na caracterização da morfologia interna das mesmas (OLIVEIRA et al., 2004; GOMES JUNIOR, 2010). O teste de raios X pode ser associado a outros testes de viabilidade, tais como tetrazólio e germinação das sementes, com o intuito de relacionar os resultados obtidos (ISTA, 1995; GOMES JUNIOR, 2010).

A dormência das sementes se caracteriza como um mecanismo existente em algumas espécies que impede a germinação das mesmas, mesmo que estejam em condições ambientais favoráveis (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; CIPRIANI; GARLET; LIMA, 2019), podendo ser benéfica por prorrogar o período de germinação, atuando como um mecanismo de perpetuação da própria espécie. Contudo, quando o intuito é a produção de mudas, não é uma característica desejável, já que a emergência das plântulas será lenta e desuniforme, o que ocasionará um tempo maior de exposição a condições adversas (MARCOS-FILHO, 2015; AZEREDO; PAULA; VALERI, 2011).

Entre os métodos comumente estudados para superar a dormência em sementes de diferentes espécies estão a estratificação a frio (quando são colocadas em ambientes úmidos e com baixas temperaturas), a imersão das sementes em água (FOWLER; BIANCHETTI, 2000; CARDOSO, 2009) e uso de reguladores vegetais, como o ácido giberélico (MEDEIROS, 2001; CARDOSO, 2009).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar a existência de dormência em sementes de cambuci, por meio da relação da germinação e viabilidade com imagens de raios X, além de determinar métodos para superá-la.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Radiobiologia e Ambiente (LRA), no Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP) e no Laboratório de Análises de Sementes, do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) ambos localizados em Piracicaba, São Paulo, Brasil (23° 42’ 29” S, 47° 37’ 45” O, 780 metros), utilizando sementes de cambuci, obtidas de frutos colhidos em pomar comercial, localizado no município de Natividade da Serra, São Paulo, Brasil (23° 22’ 33” S, 45° 26’ 31” O, 720 metros), no período que compreendeu os anos de 2019 e 2020.

Para os experimentos foram utilizados três lotes de sementes, de acordo com a necessidade das pesquisas. Entretanto, é importante ressaltar que o manejo das plantas em campo foram os mesmos, assim como as condições climáticas e a forma de armazenamento para envio das sementes. O primeiro lote foi utilizado na realização dos testes de raios X, tetrazólio e germinação; o segundo lote foi utilizado para os primeiros métodos de superação da dormência (estratificação úmida, a frio e embebição em água) e o terceiro lote foi utilizado para a análise do efeito da giberilina e para a repetição do método de estratificação.

As sementes foram extraídas de frutos maduros, utilizando peneira, areia e água corrente. Primeiramente, colocou-se a polpa dos frutos sobre uma peneira com areia e, após serem friccionadas foi possível a separação das sementes e da polpa (MARTINS et al., 2006). Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente e colocadas sobre jornal por 24 horas para secagem do excesso de água superficial e selecionadas as entumecidas, cheias e sem danos aparentes, para a instalação e condução dos experimentos.

Para evitar a proliferação de fungos durante o período experimental, as sementes foram tratadas com fungicida Vitavax® (Thiram 200 SC), na dosagem de 2,5 mL do produto comercial, acrescido de 2,5 mL de água para cada quilo de sementes. A solução foi adicionada às sementes, as quais foram agitadas em sacos plásticos, até atingirem uma coloração rosada homogênea.

Para realização do teste de raios X, as sementes foram fixadas, de maneira ordenada, com fita dupla face, em 16 grupos de 25 sementes, totalizando 400 sementes, sobre uma folha de acetato transparente (com dimensões de 210 x 297 mm), a qual foi colocada sobre placas de acrílico transparente e expostas ao sistema de radiografia digital MultiFocus, no equipamento Faxitron X-Ray, acoplado a um computador. Com ajuste automático, a intensidade de radiação e o tempo de exposição foram 25 kV por 180 segundos. As imagens obtidas foram analisadas de acordo com a morfologia de espécies da mesma família (Myrtaceae) e do mesmo gênero (*Campomanesia*) do cambucizeiro, como, por exemplo, *Blepharocalyx salicifolius* e *Myrceugenia gertii* (REGO et al., 2010), *Campomanesia pubescens* (PERIOTTO, 2008) e também utilizando o Glossário Ilustrado de Morfologia, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009b), visto que não existem trabalhos descrevendo a sua estrutura interna.

Posteriormente, as sementes foram transferidas para uma bandeja de plástico com células individualizadas, na mesma ordem que estavam na folha de acetato. As primeiras 200 sementes foram submetidas ao teste de tetrazólio, após imersão em água destilada, por 16 horas, em B.O.D., a 25°C, para garantir que todas estivessem intumescidas. Em seguida, foram cortadas longitudinalmente, imersas em solução de tetrazólio (cloreto de 2, 3, 5 trifenil tetrazólio) na concentração de 0,75% e mantidas em banho-maria a 38°C, por 4 horas. Após esse período, foram lavadas em água corrente e mantidas submersas em água até o momento da avaliação para obtenção do número de sementes viáveis e não viáveis.

Para a classificação de sua viabilidade, foram consideradas características de tamanho, posição e intensidade de tons coloridos (avermelhados). Para as inviáveis utilizou-se características de tamanho, posição de áreas brancas leitosas e também a presença de tecidos flácidos e coloração vermelho-carmim (BRASIL, 2009a; SARMENTO et al., 2013). Devido a indisponibilidade de estudos na literatura sobre o teste de tetrazólio em sementes de cambuci, a metodologia utilizada foi baseada em estudos preliminares do grupo de pesquisa.

As 200 sementes restantes foram submetidas ao teste de germinação, em rolos de papel germitest, contendo três folhas, umedecidos com água em volume equivalente a 2,3 vezes o peso do papel e alocadas em germinadores do tipo Mangelsdorf (MA 401), com temperatura de 25°C e fotoperíodo com 12h de luz, na posição vertical (GOMES et al., 2016). As sementes foram avaliadas semanalmente, por um período de 4 meses, computando-se o número de sementes que formaram plântulas normais, anormais e as sementes mortas. As plântulas foram consideradas normais quando apresentavam raiz e parte aérea completamente

formadas e sem danos (BRASIL, 2009a). Esse resultado permite relacionar a morfologia interna das sementes por meio do teste de raios X com o teste de germinação.

As imagens das sementes radiografadas foram analisadas individualmente e os resultados foram confrontados com os de tetrazólio e germinação para cada semente, com o intuito de explicar a relação de causa e efeito e auxiliar na definição da ocorrência de dormência.

Considerando a existência de uma possível dormência em sementes de cambuci, avaliou-se três métodos de superação de dormência. Para o método de estratificação úmida, a frio, as sementes foram colocadas em caixas de plástico transparentes, do tipo “gerbox”, contendo areia, de textura média. O umedecimento foi realizado com água destilada até obter 60% da capacidade de campo (BRASIL, 2009a) correspondendo a um volume de água de 40 mL em 315,80 gramas de areia. As caixas foram revestidas com sacos de plástico para a manutenção da umidade e alocadas em câmaras frias sob diferentes regimes de temperatura: 5; 10 e 15°C pelos períodos de 0; 7; 14; 21 e 28 dias. Transcorridos os devidos períodos de estratificação, as sementes foram colocadas em germinadores do tipo Mangelsdorf (MA 401), com temperatura constante de 25°C e fotoperíodo com 12h de luz. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 5, referente a diferentes temperaturas e períodos de estratificação, com 8 repetições de 25 sementes cada.

Para o segundo método, as sementes de cambuci foram submetidas a embebição em água pelo período de 0; 8; 16; 24 e 32 horas. Durante o período de imersão foram utilizadas bombas de aquário submersas, para auxiliar na oxigenação da água e evitar a morte das sementes. Após os tratamentos, as sementes foram distribuídas em rolos de papel germitest, contendo três folhas, umedecidos com água em volume equivalente a 2,3 vezes o peso do papel e alocadas em germinadores do tipo Mangelsdorf (MA 401), com temperatura de 25°C e, fotoperíodo com 12h de luz, na posição vertical (GOMES et al., 2016). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), composto de 5 tratamentos, com 8 repetições de 25 sementes cada.

O outro método se baseou no uso de ácido giberélico (GA₃), utilizando um lote diferente de sementes de cambuci, nos quais foram submetidas à diferentes concentrações do regulador vegetal: 0; 125, 250 e 500 mg. L⁻¹ e, foram colocadas em caixas de plástico transparente, do tipo “gerbox”, contendo areia, de textura média, umedecidas com água destilada até obter 60% da capacidade de campo (BRASIL, 2009a) correspondendo a 40 mL

de água em 315,80 gramas de areia. O ácido giberélico puro foi adicionado juntamente com a água destilada e as caixas foram revestidas com sacos plásticos para manutenção da umidade. Posteriormente, as caixas foram alocadas em germinadores do tipo Mangelsdorf (MA 401), com temperatura de 25°C e fotoperíodo com 12h de luz. Além dos tratamentos descritos, foram avaliados dois períodos de estratificação (21 e 28 dias) com a temperatura de 15°C, como conferência e confirmação dos melhores resultados obtidos no método de estratificação úmida, a frio. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), composto de 6 tratamentos, com 8 repetições de 25 sementes cada.

Em todos os métodos de superação da dormência foram realizadas avaliações semanais, durante o período de 4 meses, quanto ao número de plântulas normais, determinando-se a porcentagem de germinação (PG em %) (BRASIL, 2009a) e o tempo médio de germinação (TMG, dias) (LABOURIAU, 1983). As plântulas foram consideradas normais quando apresentavam raiz e parte aérea completamente formadas e sem danos (BRASIL, 2009a).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para comparação das médias utilizou-se o Teste de Tukey, à 5% de probabilidade, pelo software estatístico SAS[®] v.9.4.

Resultados e Discussão

A morfologia interna da semente de cambuci pode ser observada na Figura 1. Nela, o embrião ocupa toda a sua cavidade e é classificado como hipocotiledonar, onde o eixo hipocótilo-radícula é bastante desenvolvido, curvo, em forma de 'C' e os cotilédones são vestigiais a rudimentares, sem endosperma. Em embriões deste tipo, o eixo hipocótilo-radícula são os responsáveis por armazenar as reservas (BARROSO et al., 1999; REGO et al., 2010; BRASIL, 2009b). O conhecimento da morfologia interna da semente pode ser utilizado para identificação de problemas associados ao potencial fisiológico e como base para testes, como o de tetrazólio, além de elucidar dúvidas ainda existentes em espécies pouco conhecidas (GOMES JUNIOR, 2010).

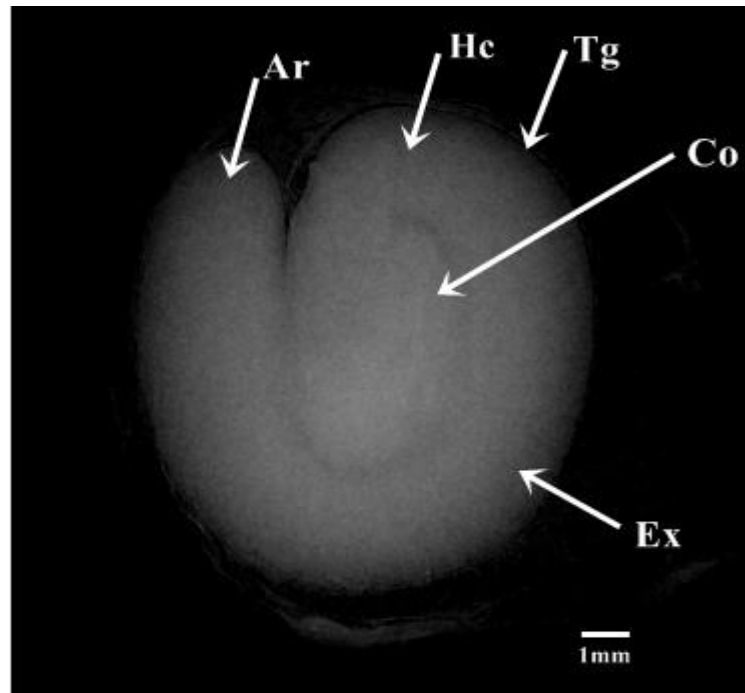


Figura 1. Estrutura interna da semente de *Campomanesia phaea*. Ar: ápice da radícula, Hc: hipocótilo, Tg: tegumento, Co: cotilédones, Ex: eixo embrionário. Fonte: Próprio autor.

A análise das imagens de raios X permitiu observar a morfologia interna das sementes de cambuci e, juntamente com o teste de tetrazólio, classificar 184 (92%) sementes como viáveis (Figura 2B) e 16 (8%) como inviáveis (Figura 2D), de um total de 200 sementes. Quando analisadas as imagens, as classificadas como viáveis (Figura 2A), apresentaram-se cheias e bem formadas, sem problemas físicos (detectáveis pelo teste de raio-X), nem fisiológicos (detectáveis pelo teste de tetrazólio). Amaral et al. (2020), também verificaram que a maioria das sementes de *Campomanesia pubescens*, no teste de raio-X, estavam cheias e bem formadas.

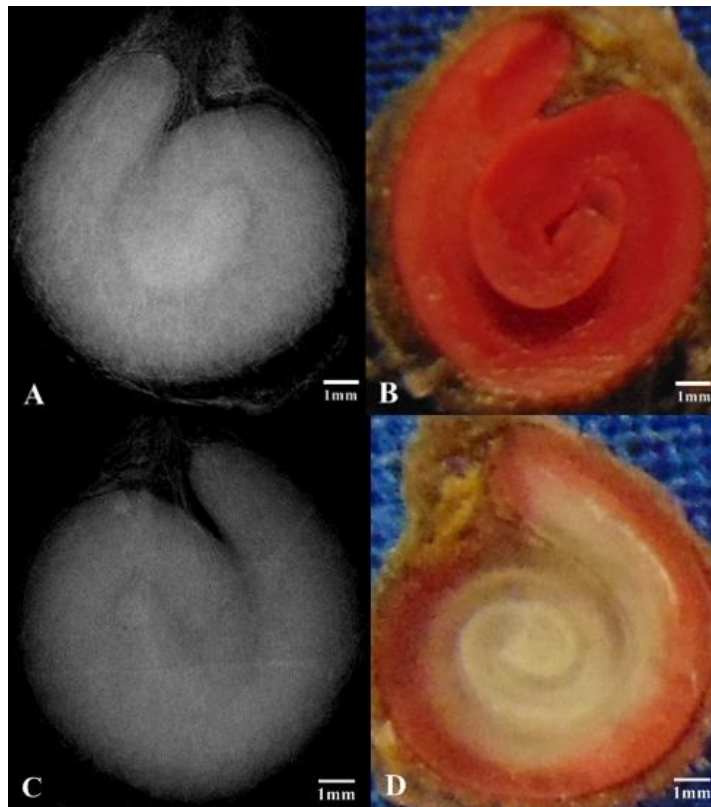


Figura 2. Imagem de raios X de uma semente de *C. phaea* (A) e do teste de tetrazólio, indicando ser uma semente viável (B) e imagem de raios X (C) e do teste de tetrazólio (D), de *C. phaea*, de uma semente inviável. Fonte: Próprio autor.

Dentre as 16 sementes classificadas como inviáveis pelo teste de tetrazólio, 7 apresentaram tecidos com menor densidade (Figura 2C), representados por regiões mais escuras na imagem, o que pode indicar deterioração ou com má formação do embrião, (GAGLIARDI; MARCOS-FILHO, 2011; VASCONCELOS, 2013), sendo essas as causas de sua inviabilidade. Em sementes de *Moringa oleifera*, a observação de manchas escuras foi relacionada a alterações na formação dos cotilédones ou devido à presença de fungos (VASCONCELOS, 2013).

As demais sementes classificadas como inviáveis, apresentaram-se cheias e bem formadas, sem danos físicos, o que pode inferir que características fisiológicas, não detectáveis pelo teste de raios X, ocasionaram sua inviabilidade. Para Silva (2020), sementes bem formadas, classificadas pela radiografia, podem originar plântulas anormais ou sementes mortas, pois este teste permite verificar se existe ou não má formação do tecido, o que não está diretamente relacionado com os processos fisiológicos.

Na associação do método de raios X ao teste de germinação, observou-se 164 sementes cheias e bem formadas, de um total de 200 (Figura 3A). Dentre as 164 sementes, 124 originaram plântulas normais (Figura 3B), com raiz e parte aérea completamente formada e sem danos. No entanto, as outras 40 sementes embora não possuíssem danos físicos, detectáveis pelo teste de raios X, originaram plântulas anormais com ausência de raiz ou parte aérea e, também plântulas com parte aérea rudimentar ou raiz pequena e com deformações. Em sementes de *Capsicum annuum*, também foram observadas que sementes totalmente cheias, geraram plântulas anormais ou que não germinaram (GAGLIARDI; MARCOS-FILHO, 2011) assim como em sementes de *Eugenia pleurantha*, em que nem todas as sementes cheias germinaram e formaram plântulas normais (MASETTO et al., 2007).

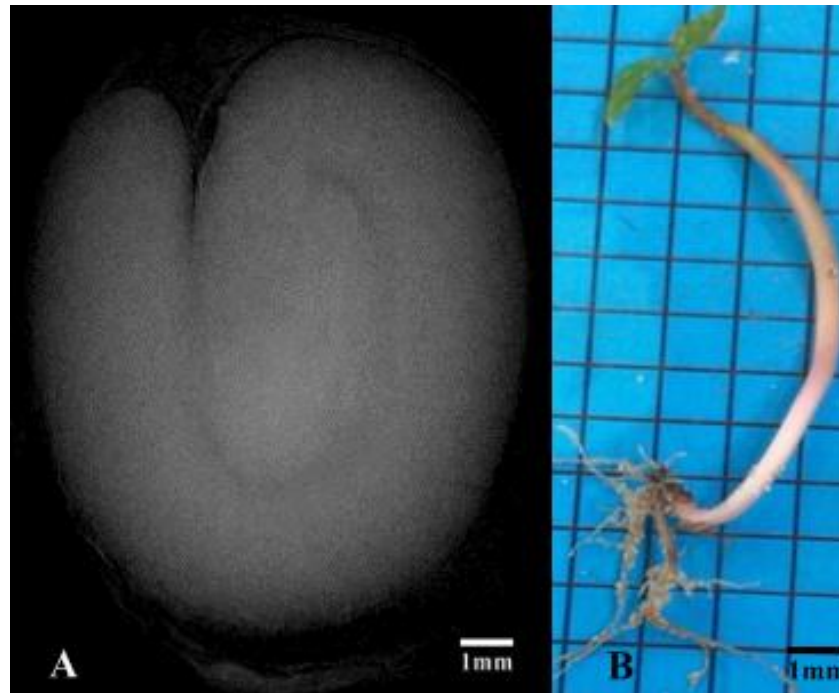


Figura 3. Imagem de raios X, de uma semente de *C. phaea* (A), originando uma plântula normal, pelo teste de germinação (B).

Com esse resultado, pode-se inferir que todas as sementes cheias e bem formadas, avaliadas pelo teste de raios X associado à germinação são viáveis, visto que com o tetrazólio constatou-se um valor mais elevado de sementes viáveis. Sendo assim, aquelas sementes que originaram plântulas anormais, no teste de germinação, também são viáveis e não apresentam danos físicos, detectáveis pelos raios X. Essa anormalidade pode ter ocorrido durante a condução do teste, por condições que favoreceram a ocorrência de fungos (CORDER;

BORGES JUNIOR, 1999), apesar das sementes terem sido previamente tratadas com fungicidas. O aparecimento de plântulas anormais ocorreu mais expressivamente no final do período de avaliação (concentrando-se no último mês) enquanto que as plântulas normais ocorreram anteriormente, até o terceiro mês de avaliação.

Com a observação da presença de plântulas anormais no último mês de avaliação, pode-se inferir que exista uma possível dormência presente na espécie, a qual é superada em até três meses, para que ocorra a germinação. O ataque de fungos, durante a condução do teste, propiciou que as sementes de cambuci originassem plântulas anormais, devido a deterioração dos seus tecidos. Outros trabalhos também evidenciaram que algumas sementes não possuem danos perceptíveis nos raios X, entretanto, podem sofrer infecções de microorganismos e também estarem comprometidas, devido a deteriorações avançadas (VAN DER BURG et al., 1994; CARVALHO; CARVALHO; DAVIDE, 2009).

As 18% de sementes que restaram no teste de germinação apresentaram danos físicos aparentes nas imagens de raios X e também algum tipo de anormalidade na plântula ou a não germinação da semente. Fatores como dano na região radicular, presença de espaços vazios na semente, embrião malformado e também tecidos com menor densidade, que estão possivelmente deteriorados ou que houve uma má formação do embrião (Figura 4) podem ser considerados como os responsáveis por essas observações. Noronha; Medeiros; Pereira (2018), também observaram por meio do teste de raios X, que sementes de *Moringa oleifera* com danos originaram plântulas anormais ou sementes mortas no teste de germinação.

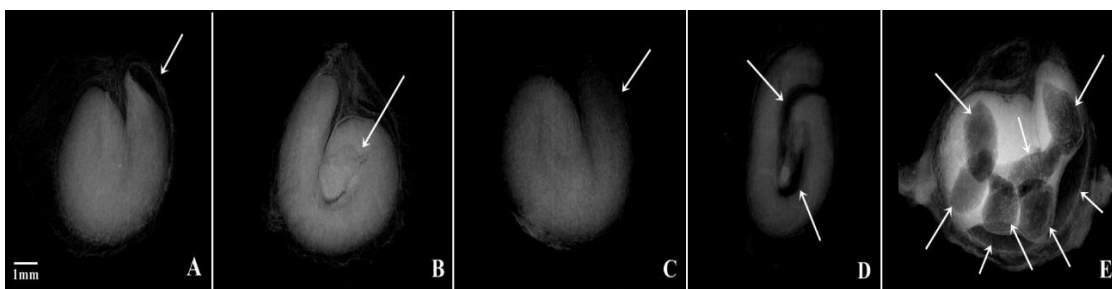


Figura 4. Imagens de raios X, de sementes de *C. phaea*, que originaram plântulas anormais, pelo teste de germinação. A: dano na região radicular; B: região do eixo embrionário com deformações; C: tecidos com baixa densidade, principalmente, na região da radícula; D: espaços vazios pronunciados; E: espaço vazio pronunciado e diversas regiões com sintomas de tecidos deteriorados. Fonte: Próprio autor.

As anormalidades encontradas nas plântulas de cambucizeiro variaram de acordo com o dano apresentado. Na Figura 4A, observa-se um dano na região radicular, que resultou em uma plântula sem a presença de raiz e com o aparecimento de um pequeno hipocótilo. Uma deformação aparente na região do eixo embrionário (Figura 4B) ocasionou uma plântula com uma raiz longa, sem raízes secundárias e com a formação do hipocótilo, não desenvolvendo o restante da parte aérea. Para Nassif e Cicero (2006), a deformação em uma das partes da semente pode reduzir seu potencial fisiológico, assim como observado para a acerola (*Malpighia emarginata*).

Na Figura 4C, verifica-se uma semente com tecido de menor densidade, principalmente na região da radícula, indicado por regiões mais escuras que resultaram em plântula de cambucizeiro com raiz deformada, sem raízes secundárias e com a presença de um hipocótilo longo, sem as demais partes que compõem a parte aérea da mesma. Outro dano a ser destacado é a presença de espaços vazios pronunciados na estrutura interna da semente, originando uma plântula com raiz pequena e deformada e a parte aérea rudimentar, onde as folhas primárias praticamente não se desenvolveram (Figura 4D). A semente que não germinou (Figura 4E) apresentou espaços vazios, assim como diversas regiões com tecidos possivelmente deteriorados. Em sementes de mamão, espaços vazios resultaram em redução na germinação (SANTOS et al., 2009).

Por meio da avaliação da germinação e dos resultados de tetrazólio e raios X, considerou-se a ocorrência de uma possível dormência, a qual foi comprovada mediante a avaliação de métodos para a superação da dormência de sementes de cambuci. No método de estratificação úmida, a frio, não houve diferença significativa na porcentagem de germinação para a interação entre os fatores (temperatura e dias) e para os fatores isolados, somente diferenças para temperatura (Tabela 1).

A temperatura de 15°C, utilizada na estratificação a frio, resultou na maior germinação de plântulas (93,25%), diferindo estatisticamente da temperatura de 10°C (85,75%). Para goiabeira serrana (*Acca sellowiana*), os melhores resultados para porcentagem de germinação das sementes ocorreram a temperatura de 6°C na estratificação (RASEIRA et al., 2004), diferente do observado neste trabalho para cambucizeiro, em que a temperatura maior (15°C) na estratificação, foi mais eficaz para esta variável.

Tabela 1. Influência da estratificação úmida, a frio na porcentagem de germinação (%) e tempo médio de germinação (dias) de sementes de cambuci (*C. phaea* O. Berg. Landrum). Piracicaba/SP, 2020.

Fontes de Variação	Porcentagem de Germinação (%)	Tempo Médio de Germinação (dias)
	p- Valor	
Dias	0,6091 ^{ns}	0,0006 [*]
Temperatura	0,0422 [*]	0,0003 [*]
Temp. x Dias	0,7824 ^{ns}	0,1555 ^{ns}
Média	89,09	64,36
CV (%)	16,08	7,22
Temperaturas (°C)	Médias gerais	
5	88,16 AB	78,23 B
10	85,75 B	79,72 B
15	93,25 A	74,23 A
Dias	Médias gerais	
7	90,17	80,19 B
14	87,83	78,43 B
21	90,83	77,26 AB
28	87,38	73,70 A

*Significativo e ^{ns} não significativo pelo Teste F ($P \leq 0,05$). **Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Dados transformados com raiz quadrada de -1.

Para o tempo médio de germinação (Tabela 1) foi verificada diferença estatística significativa apenas para os fatores temperatura e dias, isoladamente. O melhor resultado encontrado foi na temperatura de 15°C, com um tempo de germinação de 74,23 dias, assim como observado para a porcentagem de germinação. Para o fator dias, isoladamente, o melhor tempo foi encontrado aos 28 dias de estratificação, com um valor de 73,70 dias. Essa redução no tempo médio de germinação é favorável, principalmente na produção das mudas, pois além de reduzir o período de formação das mesmas, garante menor diferença entre o número de dias para emergência, que resulta em menor desuniformidade das plântulas (MONTEIRO, 2017).

Em relação ao método de embebição em água, não foram observadas diferenças significativas na porcentagem de germinação, com média de 57,80% (Tabela 2). É importante ressaltar que os valores de porcentagem de germinação para esse método foram menores, quando comparado com a estratificação úmida, a frio, pois o método de condução deste favoreceu a ocorrência de fungos, ocasionando assim uma menor germinação. Entretanto, para o tempo médio de germinação houve diferença estatística, sendo o tempo de embebição

em água, de 32 horas, o que apresentou o melhor resultado (95,79 dias) diferindo apenas do tratamento de 16 horas de imersão. Resultados diferentes foram observados por Pereira et al. (2015) para *Pithecellobium dulce*, em que o melhor tempo de germinação foi com 48 horas de embebição, em temperatura ambiente. Medeiros (2001) também observou que sementes de *Araucaria angustifolia* precisam ser imersas em água à temperatura ambiente por 48 horas para superação da sua dormência, o que não ocorreu para sementes de *Caesalpinia echinata*, cujo tempo de imersão deve ser de apenas 2 horas.

Os resultados obtidos nesse trabalho podem inferir que as sementes de cambuci não possuem dormência física e nem a presença de substâncias inibitórias em seu tegumento, as quais poderiam ser eliminadas durante o processo de embebição, assim como observado por Torres (2008) em *Psidium cattleianum* Sabine, mas sim fisiológica.

Tabela 2. Influência dos tempos de embebição em água na porcentagem de germinação (%) e no tempo médio de germinação (dias) de sementes de cambuci (*C. phaea* O. Berg. Landrum). Piracicaba/SP, 2020.

Tempos de Embebição (horas)	Porcentagem de Germinação (%)	Tempo Médio de Germinação (dias)
Controle	58,50 A	100,97 AB
8h de imersão em água	65,50 A	101,78 AB
16h de imersão em água	58,50 A	103,73 B
24h de imersão em água	52,00 A	100,35 AB
32h de imersão em água	54,50 A	95,79 A
P > F	0,1326	0,0142
Média Geral	57,80	100,52

*Letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Valores sem transformação.

Na associação da estratificação úmida, a frio e aplicação das doses de giberelinas, nota-se que os tratamentos de 21 e 28 dias de estratificação, à 15°C, apresentaram os maiores valores para porcentagem de germinação, de 86,0% e 83,5%, respectivamente, sem apresentar diferenças significativas entre si e com as doses de giberelina, mas diferindo estatisticamente do controle (Tabela 3). Rawat; Tomar e Rawat (2010) observaram maior porcentagem de germinação para sementes de *Punica granatum* (romã) estratificadas por 30 dias, à 5°C,

corroborando com este trabalho, que apresentou melhores resultados com a estratificação para esta variável, entretanto, diferindo em relação ao tempo e temperatura, no qual para *C. phaea* é necessária uma temperatura mais elevada (15°C) e menos dias de estratificação já são suficientes.

Para o tempo médio de germinação (Tabela 3), o tratamento de 28 dias de estratificação, à 15°C, resultou no melhor resultado (52,9 dias) quando comparado aos demais, apresentando diferença significativa com o controle e com todas as doses de giberelina. Algumas sementes de espécies florestais, como *Magnolia grandiflora*, necessitam de um período de estratificação a frio de 90 a 150 dias, a 4/5°C, o que também foi observado para sementes da espécie *Virola gardneri*, que necessitam de estratificação a 10°C, por 60 dias (FOWLER; BIANCHETTI, 2000; ABDO; FABRI, 2015).

Tabela 3. Influência dos tratamentos de estratificação úmida, a frio e doses de giberelina (GA) na porcentagem de germinação (%) e no tempo médio de germinação (dias) de sementes de cambuci (*C. phaea* O. Berg. Landrum). Piracicaba/SP, 2020.

Tratamentos	Porcentagem de Germinação (%)	Tempo Médio de Germinação (dias)
Controle	71,0 B	71,2 C
21 dias à 15°C	86,0 A	57,4 AB
28 dias à 15°C	83,5 A	52,9 A
125 mg/L	81,5 AB	67,5 C
250 mg/L	76,0 AB	67,0 C
500 mg/L	75,5 AB	65,8 BC
P > F	0,0009	<,0001
Média Geral	78,91	63,66

*Letras iguais maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Valores sem transformação.

Tais resultados evidenciam que a semeadura após coleta dos frutos não é a melhor maneira de obter bons resultados de germinação para as sementes de cambuci, pois a estratificação úmida, a frio é um método capaz de melhorar a porcentagem e, principalmente o tempo de germinação desta frutífera. Tais resultados validam a possibilidade da ocorrência de uma dormência nesta espécie, sendo esta, possivelmente, do tipo fisiológica, com características de uma dormência leve, que pode superada por períodos relativamente curtos

de estratificação (de 5 a 90 dias) e temperaturas mais elevadas (15°C) quando comparadas àquelas utilizadas normalmente neste método, que variam de 4 a 6°C (CARDOSO, 2009; BASKIN; BASKIN, 1998).

O método de estratificação a frio é bastante utilizado para superação da dormência em sementes de outras espécies nativas (RASEIRA et al., 2004), em especial do tipo morfológica. Neste trabalho, os resultados obtidos pelos raios X não indicam a existência de um embrião imaturo ou pouco desenvolvido em tamanho, não evidenciando a ocorrência de uma dormência morfológica.

A estratificação úmida a frio é um método que pode modificar a natureza interna e os níveis de hormônios presentes no controle dos processos de dormência ou germinação (CAMPANA et al., 1993; PETRI; HERTER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2017). De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), o frio, durante a estratificação, pode tornar as sementes metabolicamente ativas para iniciarem o processo de germinação.

A utilização de giberelina, embora não tenha se mostrado promissora para sementes de cambuci, é capaz de estimular a síntese de diversas enzimas, permitindo a degradação de substâncias de reservas, liberando energia para que o embrião tenha seu crescimento e alongamento estimulado, o que deve resultar na protrusão da radícula, superando assim uma possível dormência existente (FERREIRA et al., 2005). Takata et al. (2014) utilizando diferentes doses deste regulador vegetal para sementes de *Punica granatum* não verificaram diferença estatística entre elas para o tempo e a porcentagem de germinação, assim como observado neste trabalho.

A dormência fisiológica se caracteriza quando algum mecanismo fisiológico impede a protrusão da raiz primária, os quais podem ocorrer pela ausência de substâncias que promovam a germinação como as giberelinas, ou substâncias inibitórias que são responsáveis por impedi-la em determinada espécie (VIVIAN et al., 2008; BASKIN; BASKIN, 2004), como o ácido abscísico (ABA) que inibe a ação daqueles que promovem a germinação, podendo levar a condição de dormência (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). As citocininas também possuem um papel importante neste contexto, pois podem anular ou reduzir os efeitos dos inibidores, como o ABA. Já o etileno pode estimular a germinação em algumas espécies (LOPES; NASCIMENTO, 2012).

Esta dormência também pode ser ocasionada por mudanças na atividade enzimática (CARDOSO, 2009). A atividade de enzimas como peroxidase, alfa e beta amilase (envolvidas na degradação do amido) tem ação no metabolismo das sementes, porque são sintetizadas na

camada de aleurona e esta depende da giberelina, indicando uma associação das condições enzimática e hormonal (MENEZES; FRANZIN; BORTOLOTTI, 2009; TAIZ; ZEIGER, 2017).

Neste estudo, descarta-se a possibilidade do efeito da giberelina ser o único fator responsável pela dormência das sementes de cambuci, entretanto os demais processos fisiológicos podem estar ligados a esta dormência, assim como uma associação entre eles.

Conclusões

Sementes de cambuci possuem dormência, possivelmente do tipo fisiológica, leve, de fácil e rápida superação.

A estratificação úmida, a frio, por 28 dias a 15°C, é o método mais eficaz para aumentar a porcentagem e o reduzir tempo de germinação de sementes desta frutífera.

Referências

ABDO, M. T. V. N.; FABRI, E. G. Transferência de tecnologia: guia prático para quebra de dormência de sementes de espécies florestais nativas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 2, 2015.

AMARAL, E. V. E. J.; SALES, J.F.; ZUCHI, J.; NEVES, J.M.G.; OLIVEIRA, J.A. Analysis of radiographic images and germination of *Campomanesia pubescens* (Mart. ex DC.) O. Berg (Myrtaceae Juss.) seeds under drying. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 80, n.4, p. 777-782, 2020.

AZEREDO, G. A. de; PAULA, R. C. de; VALERI, S. V. Viabilidade de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 61- 68, 2011.

BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA, 2009a. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Glossário ilustrado de morfologia**. Brasília: MAPA, 2009b. 406p.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. **Seeds:** ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic Press: San Diego, 1998, 666p.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, Reino Unido, v. 14, p. 1-16, 2004.

CAMPANA, B.; CAFFARINI, P.; CALVAR, J.; FAITA, E.; PANZARDI, S. Quebra de dormência de sementes de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) mediante reguladores de crescimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 15, n.1, p. 171-176, 1993.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 619 – 631, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, L. R. de; CARVALHO, M. L. M.; DAVIDE, A. C. Utilização do teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de espécies florestais de Lauraceae. **Revista Brasileira de sementes**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 57-66, 2009.

CIPRIANI, V. B.; GARLET, J.; LIMA, B. M. Overcoming dormancy in *Chloroleucon acacioides* and *Senna macranthera* seeds. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 51-60, 2019.

CORDER, M. P. M.; BORGES JUNIOR, N. Desinfestação e quebra de dormência de sementes de *Acacia mearnsii* de Will. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 1 – 7, 1999.

DOMBROSKI, J. L. D.; PAIVA, R.; ALVES, J. M. C.; SANTOS, B. R.; NOGUEIRA, R. C.; PAIVA, P. D. de O.; BARBOSA, S. Métodos para superação da dormência fisiológica de *Caryocar brasiliense* Camb. **Revista Cerne**, Lavras, v. 16, n. 2, p. 131 – 135, 2010.

DONADIO, L.C.; MÔRO, F.V.; SERVIDONE, A.A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Novos talentos, 2002. 288p.

DONATO-PESTANA, C. M.; MOURA, M. H. C.; ARAÚJO, R. L. de; SANTIAGO, G. de L.; BARROS, H. R. de M.; GENOVESE, M. I. Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. **Current opinion in food Science**, v. 19, p. 42 – 49, 2018.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação:** do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004, p. 209 - 222.

FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A. de; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B.; DETONI, A. M.; TESSER, S.M.; ANTUNES, A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 277 - 280, 2005.

FOWLER, J. A. P; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p.

GAGLIARDI, B.; MARCOS-FILHO, J. Relationship between germination and bell pepper seed structure assessed by the X-ray test. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n.4, 2011.

GOMES, J.P.; OLIVEIRA, L.M.; FERREIRA, P.I.; BATISTA, F. Substratos e temperaturas para teste de germinação em sementes de Myrtaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n.4, p. 285-293, 2016.

GOMES JUNIOR, F. G. Aplicação da análise de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 33-29, 2010.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION-ISTA. International rules for testing seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, n.2, p.300-520, 1995.

INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING-ISTA. **Seed Science and Technology**. ISTA: Zurich, 2004. 180 p.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174 p.

LANDRUM L. R.; KAWASAKI, M. L. A rare and potetially economic fruit of Brazil: Cambuci, *Campomanesia phaea* (Myrtaceae). **Economic Botany**, v. 51, n.4, p. 403-407, 1997a.

LANDRUM L. R.; KAWASAKI, M. L. The genera of *Myrtaceae* in Brazil: An illustrated synoptic treatment and identification Keys. **Brittonia**, New York, v. 49, n. 4, p. 508-536, 1997b.

LATTUADA, D.S.; SOUZA, P. V. D. de; GONZATTO, M. P. Enxertia herbácea em Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1285-1288. 2010.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Dormência em sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2012. 28p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARTINS, M. R.; REIS, M. C., MENDES NETO, J. A., GUSMÃO, L. L., & GOMES, J. J. A. Influência de diferentes métodos de remoção do arilo na germinação de sementes de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa* Deg.). **Revista da FVZA**, Uruguaiana, v. 13, n. 2, p. 28-38, 2006.

MASETTO, T. E.; DAVIDE, A. C.; SILVA, E. A. A.; FARIA, J. M. R. Avaliação da qualidade de sementes de *Eugenia pleurantha* (Myrtaceae) pelo teste de raios X. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v. 29, n.3, p.170-174, 2007.

MEDEIROS, A. C. de S. Aspectos de dormência em sementes de espécies arbóreas. **Circular Técnica**, Colombo, v. 1, n. 55, p. 01-12, 2001.

MENEZES, N. L. de.; FRANZIN, S. M.; BORTOLOTTI, R. P. Dormência em sementes de arroz: causas e métodos de superação. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 7, n. 1, p. 35 – 44, 2009.

MONTEIRO, L. N. H. **Armazenamento e tratamentos pré-germinativos em semente de *Punica granatum* L.** 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2017.

NASSIF, D. S. P.; CICERO, S. M. Avaliação de sementes de acerola por meio de raios X. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 542 – 545, 2006.

NORONHA, B. G. de; MEDEIROS, A. D. de; PEREIRA, M. D. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, 2018.

OLIVEIRA, L. M de; CARVALHO, M. L. M. de; GUIMARAES, R. M.; MASETTO, T. E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl nich. E *T. impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley – (Bignoniaceae) pelo teste de raios X. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 138-143, 2004.

PEREIRA, F. E. C. B.; GUIMARÃES, I. P.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P. Superação de dormência em sementes de *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 165 – 170, 2015.

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. 94f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

PETRI, J. L.; HERTER, F. G. Dormência e indução à brotação. In: MONTEIRO, L.B.; DE MIO, L.L.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba, 2004. p.119-128.

RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D. **Espécies frutíferas do sul do Brasil**. Pelotas: EMBRAPA, 2004. p. 49-71.

RAWAT, J.M.S.; TOMAR, Y.K.; RAWAT, V. Effect of stratification on seed germination and seedling performance of wild pomegranate. **Journal of American Science**, Stanford, v. 6, n. 5, p. 97- 99, 2010.

REGO, S. S.; NOGUEIRA, A.C.; KUNIYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. dos. Caracterização morfológica do fruto, da semente e do desenvolvimento da plântula de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. e *Myrceugenia gertii* Landrum – Myrtaceae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 52 – 60, 2010.

SANTOS, S. A.; SILVA, R. F.; PEREIRA, M.G.; MACHADO, J. C.; BOREM, F.M.; GOMES, V. M.; TONETTI, O. A. O. X-ray technique application in evaluating the quality of papaya seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 37, p. 776 – 780, 2009.

SILVA, J. A. **Análise de sementes de *Senna siamea* Lam. por meio do processamento digital de imagens**. 2020. 44f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2020.

SARMENTO, M. B.; SILVA, A. C. S. da, VILLELA, F. A., SANTOS, K. L. dos; MATTOS, L. C. P. de. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica em sementes de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. BERG BURRET). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 270 – 276, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TAKATA, W.; SILVA, E. G. da; CORSATO, J. M.; FERREIRA, G. Germinação de sementes de romãzeiras (*Punica granatum* L.) de acordo com a concentração de giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 254 – 260, 2014.

TOKAIRIN, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017. 134f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2017.

TORRES, I. C. **Presença e tipos de dormência em sementes de espécies arbóreas da Floresta Ombrófila Densa**. 2008. 65f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

VAN DER BURG, W. J.; AARTSE, J. W.; VAN ZWOL, R. A.; JALINK, H.; BINO, R. J. Predicting tomato seedling morphology by X-ray analysis of seeds. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 119, n. 2, p. 258-263, 1994.

VASCONCELOS, M. C. **Análise de imagem e sanidade em sementes de *Moringa oleifera***. 2013. 65f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2013.

VIVIAN, R.; SILVA, A. A.; GIMENES, J. R. M.; FAGAN, E.B.; RUIZ, S.T.; LABONIA, V. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. **Planta daninha**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 695-706, 2008.

CAPÍTULO 2: DESENVOLVIMENTO DO CAMBUCIZEIRO (*Campomanesia phaea* O. BERG. LANDRUM) EM REGIÃO NÃO TRADICIONAL DE CULTIVO

Resumo

O cambucizeiro é uma espécie nativa da Mata Atlântica, sendo encontrado, na sua maioria, em áreas de ocorrência natural, sombreado por árvores, havendo carência de informações sobre o desenvolvimento dessas plantas em regiões não tradicionais de cultivo. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os períodos de ocorrência do crescimento das raízes e das fases vegetativa e reprodutiva de cambucizeiros, cultivados em região quente e a pleno sol. Vinte plantas de cambucizeiros de 4 anos de idade, não irrigadas, localizadas na área experimental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba, São Paulo, Brasil, foram avaliadas no período de maio de 2019 a junho de 2020, quanto ao desenvolvimento de raízes, crescimento médio de ramos e número médio de brotações, botões florais, flores e frutos. Todas essas fases, em determinados momentos, coincidiram entre si, com sua duração estando intimamente relacionada a fatores climáticos, como temperatura e precipitação. Este estudo sugere que é possível cultivar comercialmente cambucizeiros em clima Cwa, diferente da região de origem, com concentração do florescimento e da produção.

Palavras-chave: Myrtaceae, Desenvolvimento Vegetativo, Desenvolvimento Reprodutivo, Sistema Radicular

Abstract

Cambucizeiro is a native species of the Atlantic Forest, being mostly found in naturally occurring areas shaded by trees, with a lack of information on the development of these plants in non-traditional cultivation regions. In this sense, the objective of this work was to evaluate the periods of occurrence of root growth and the vegetative and reproductive phases of cambucizeiros cultivated in a warm region and in full sun. Twenty 4-year-old cambucizeiro plants, not irrigated, located in the experimental area of the Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), in Piracicaba, São Paulo, Brazil were evaluated in the period from May 2019 to June 2020 regarding the development of roots, average growth of branches and average number of shoots, flower buds, flowers and fruits. All these phases, at certain times, coincided with each other, with their duration being closely related to climatic factors, like temperature and precipitation. This study suggests that it is possible to commercially cultivate cambucizeiros in Cwa climate, different from the region of origin, with concentration of flowering and production.

Keywords: Myrtaceae, Vegetative Development, Reproductive Development, Root System

Introdução

O cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum), pertencente à família Myrtaceae é nativo da Mata Atlântica brasileira, sendo encontrado no estado de São Paulo desde a Serra do Mar até o Planalto Paulista e em toda a região Sudeste (LORENZI, 2002;

LORENZI, 2006). Seu cultivo tem potencial para exploração agrícola e uso em áreas degradadas e vem despertando interesse, pois os frutos além de serem consumidos *in natura*, podem ser utilizados na produção de geleias, sorvetes, sucos e bebidas alcoólicas. Destaque para os elevados teores de ácido ascórbico, minerais, fibras e alguns compostos fenólicos como os flavonoides na composição nutricional dos frutos (SANTORO, 2019; VALLILO et al., 2005; ADATI, 2001; BIANCHINI et al., 2016).

Plantios de cambucizeiros são realizados predominantemente com mudas obtidas de sementes em áreas de ocorrência natural da Mata Atlântica, sombreadas (LORENZI, 2002), havendo carência de informações para os poucos cultivos comerciais existentes dessa espécie em regiões não tradicionais, à pleno sol (REBOUÇAS; GENTIL; FERREIRA, 2008).

Informações sobre o desenvolvimento de cambucizeiros nessas condições incluem observações do início e fim das diferentes fases, que compreendem brotação, emissão e crescimento de raízes, florescimento, frutificação e colheita (LIETH, 1974; CORDEIRO, 2015; LARCHER, 2000). A duração dessas fases é influenciada, por fatores climáticos, principalmente de temperatura e precipitação, mas pode ser alterada pela adoção de manejos culturais (FRANKIE; BAKER; OPLER, 1974; BERGAMASCH, 2007; MACIEL, 2018).

Na literatura há poucas informações sobre o cultivo de cambucizeiros em ambientes não tradicionais de cultivo (CORDEIRO, 2015). Por esse motivo, objetivou-se neste trabalho avaliar os períodos de ocorrência do crescimento das raízes e das fases vegetativa e reprodutiva de cambucizeiros, cultivados em clima Cwa, diferente da região de origem.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em vinte plantas de cambucizeiros de 4 anos de idade (Figura 1), não irrigadas, selecionadas pela similaridade de vigor e condições sanitárias, localizadas na Fazenda Areão, área experimental da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em Piracicaba, São Paulo, Brasil (23° 42' 29" S, 47° 37' 45" O, 780 metros), que possui clima subtropical úmido, com inverno seco e verão quente (Cwa) (ALVARES et al., 2014). Durante o período experimental, as plantas foram conduzidas utilizando-se manejos de adubação, controle fitossanitário e manutenção da vegetação na linha de plantio (roçagem).



Figura 1. Cambucizeiros (*Campomanesia phaea*). ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Período 2019-2020.

Quatro ramos ao acaso, sendo cada um localizado em um quadrante das plantas selecionadas foram identificados a partir da região herbácea, totalizando 80 ramos. Entre maio de 2019 a junho de 2020, período que engloba o ciclo do cambucizeiro na região tradicional de cultivo, avaliou-se:

(i) Desenvolvimento radicular: utilizando a metodologia de “janelas” (LEONARDI, 2013), na qual em um local a 30-40 centímetros de distância do caule retirou-se toda a cobertura vegetal superficial, removeu-se 1 cm da superfície do solo e uma lâmina de acetato, nas dimensões 10,5 x 14,85 cm, foi colocada e coberta com espuma tipo EVA preta com o intuito de impedir a incidência da luz, a qual foi posteriormente recoberta com a cobertura vegetal. Um mês após a instalação, estas “janelas” foram retiradas e novas foram instaladas em outro ponto, no sentido anti-horário da planta, procedimento que se repetiu durante todos os meses (método de avaliação rotativa), além de uma outra “janela” ter sido mantida durante todo o período de 14 meses (método de avaliação fixa). Para o registro do desenvolvimento radicular foram realizadas fotografias mensais, digitalização das imagens e o seu processamento através do Software ImageJ®, no qual se avaliou a área total (cm²), número e tamanho médio das raízes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância

(ANOVA) e para comparação das médias utilizou-se o Teste de Tukey, à 5% de probabilidade, pelo software estatístico SAS[®] v.9.4. Os períodos de ocorrência do crescimento das raízes também foram observados.

(ii) Fase vegetativa: quinzenalmente foi realizada a medição do comprimento dos ramos selecionados, com auxílio de uma régua graduada (cm), a partir da região herbácea demarcada em cada ramo e a contagem das brotações presentes. Calculou-se o crescimento médio dos ramos por mês, subtraindo o valor do comprimento do mês atual com o do mês anterior (cm mês^{-1}). Já as brotações foram expressas em número médio de brotações por mês, calculadas da mesma forma, que para a variável anterior.

(iii) Fase reprodutiva: foi computada a contagem semanal dos botões florais e flores, contabilizados no ramo primário (ramo que se origina do tronco) e nos ramos secundários (ramos que se originam do ramo primário) durante o período da antese. Para a frutificação, também avaliada semanalmente, considerou-se contagens desde o início da fixação dos frutos até sua completa maturação. Foram considerados frutos maduros aqueles que possuíam coloração verde-amarelada e região equatorial levemente arredondada (TOKAIRIN, 2017). Foi calculado o número médio de botões florais, flores e frutos por mês, subtraindo-se o valor do mês atual com o do mês anterior, expressos em $\text{n}^\circ \text{mês}^{-1}$.

Os dados de precipitação média mensal, umidade relativa e das temperaturas mínima, média e máxima durante a condução do experimento foram obtidas da Estação Meteorológica de Piracicaba/SP (LEB), ESALQ/USP (Tabela 1).

Tabela 1. Precipitação (mm), umidade relativa (%) e temperaturas (°C) mínima, média e máximas mensais no período de execução do experimento. Piracicaba/SP, 2020.

Mês	Ano	Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)		
				Mínima	Média	Máxima
Maio	2019	55,2	78,0	15,1	21,5	27,9
Junho	2019	10,6	72,0	12,2	19,6	27,0
Julho	2019	51,3	71,0	9,4	17,7	26,0
Agosto	2019	6,2	67,0	11,5	19,6	27,7
Setembro	2019	55,6	67,0	15,1	22,9	30,8
Outubro	2019	109,3	63,0	17,2	25,3	33,5
Novembro	2019	222,8	76,0	17,8	24,1	30,5
Dezembro	2019	188,2	77,0	18,7	24,6	30,6
Janeiro	2020	181,3	80,0	18,8	24,9	30,9
Fevereiro	2020	398,9	85,0	19,5	25,0	29,1
Março	2020	71,3	74,0	17,6	24,0	30,4
Abril	2020	3,0	72,0	14,7	21,8	28,9
Maio	2020	12,8	70,0	10,5	18,5	26,5
Junho	2020	69,7	77,0	13,5	20,4	27,3

*Valores obtidos da base de dados da estação convencional do posto meteorológico de Piracicaba/SP, LEB, ESALQ/USP.

Resultados e Discussão

O pico de crescimento das raízes do cambucizeiro ocorreu no mês de dezembro, com 633 cm² de área total (Figura 2). Esse maior crescimento deve-se à maior disponibilidade hídrica entre os meses de novembro e dezembro/19 (Tabela 1). Pode-se notar que durante este período, não há presença de brotações na planta, as quais foram retomadas apenas em meados de maio, quando as raízes pararam de crescer; resultado de um equilíbrio existente entre o sistema radicular e a parte aérea, em que há inibição da expansão foliar, para que o consumo de energia e carbono seja reduzido e uma maior quantidade de assimilados possa ser redirecionada às raízes (TAIZ, ZEIGER; 2017).

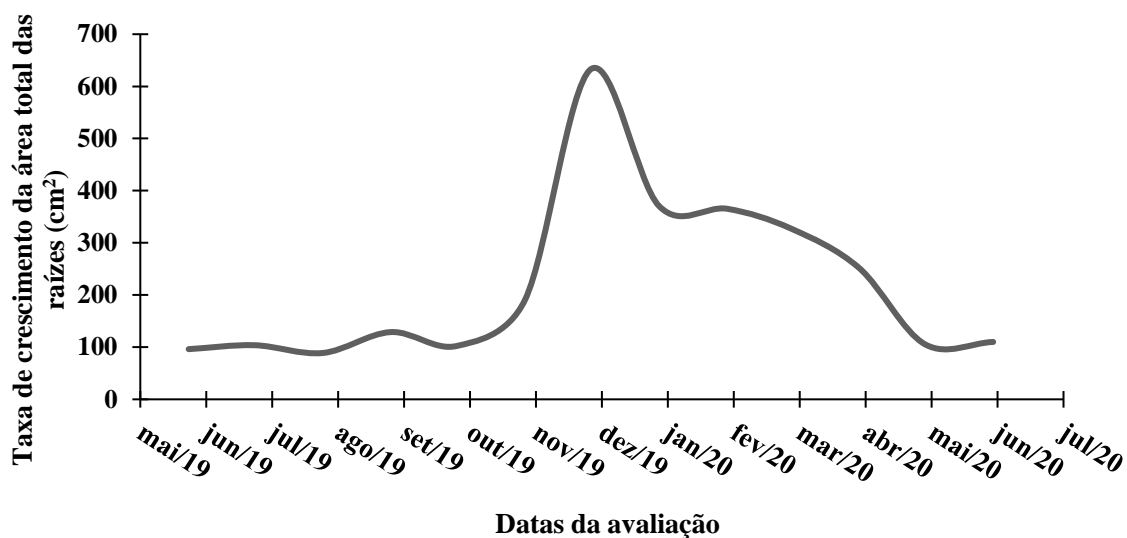


Figura 2. Taxa de crescimento da área total (cm²) das raízes de cambucizeiros (*Campomanesia phaea*). ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Período 2019-2020.

Nenhuma diferença estatística foi observada entre os métodos de avaliação do crescimento de raízes (fixa e rotativa) para as variáveis: área total das raízes, número e tamanho médio de raiz, que apresentaram valores médios de 11,84 cm²; 140,12 raízes e 0,08 cm, respectivamente (Tabela 2). Independentemente do método, a planta apresenta condições para se desenvolver, absorver nutrientes e explorar o solo (COSTA et al., 2014; SANES et al., 2013; SANT'ANA et al., 2003).

Tabela 2. Análise de variância para a área total (AT) das raízes, número médio de raiz (NR) e tamanho médio de raiz (TR) de cambucizeiros. Piracicaba/SP, 2020.

Método de avaliação	AT (cm ²)	NR	TMR (cm)
	Média		
Fixa	11,34 A	138,80 A	0,08 A
Rotativa	12,34 A	141,45 A	0,09 A
P > F	0,8627	0,9548	0,7144
Média	11,84	140,12	0,08

*Letras iguais maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados transformados com raiz quadrada de 0.5.

Observou-se maior crescimento médio dos ramos de cambucizeiro no mês de novembro e um número médio de brotações ocorrendo de forma mais expressiva de agosto a setembro, com pico no mês de setembro (Figura 3). Ortiz et al. (2019) também relataram maior intensidade de brotação em *Campomanesia guazumifolia* em setembro, enquanto Souza et al. (2011) observaram na mesma época, a emissão de brotações em gabirobeiras (*Campomanesia xanthocarpa*), cultivadas em regiões do sul e sudeste brasileiro.

Verifica-se que a ocorrência de baixas precipitações nos meses de maio a julho/19 e de temperaturas máximas altas nos meses de setembro e outubro/19, desfavoreceram a brotação e o crescimento dos ramos nesse período (Figura 3), o que ressalta a influência das condições climáticas no desenvolvimento vegetativo da planta, quando a mesma é cultivada fora da região de origem, pois no ambiente nativo da Mata Atlântica, a mesma cresce à sombra de outras árvores, sob chuvas regulares e bem distribuídas (CARDOSO, 2016).

Houve uma menor disponibilidade de água para as plantas no período de maio/2019 a setembro/2019 (Tabela 1), que pode ter afetado seu crescimento, pois nestas condições ocorre o fechamento dos estômatos, visando diminuir a perda de água por transpiração e a absorção de CO₂ pela folha, com redução da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2017). A fase vegetativa está, portanto, intimamente relacionada com a quantidade de água presente no solo, pois os processos fisiológicos e bioquímicos (fotossíntese, respiração, transpiração e absorção de nutrientes) são extremamente dependentes deste fator (TAIZ; ZEIGER, 2017; RAMOS et al., 2011). Alta temperatura associada à baixa precipitação pode proporcionar um aumento do estresse hídrico e nutricional das plantas (MARTINEZ et al., 2015) e afetar o crescimento e a produtividade das mesmas.

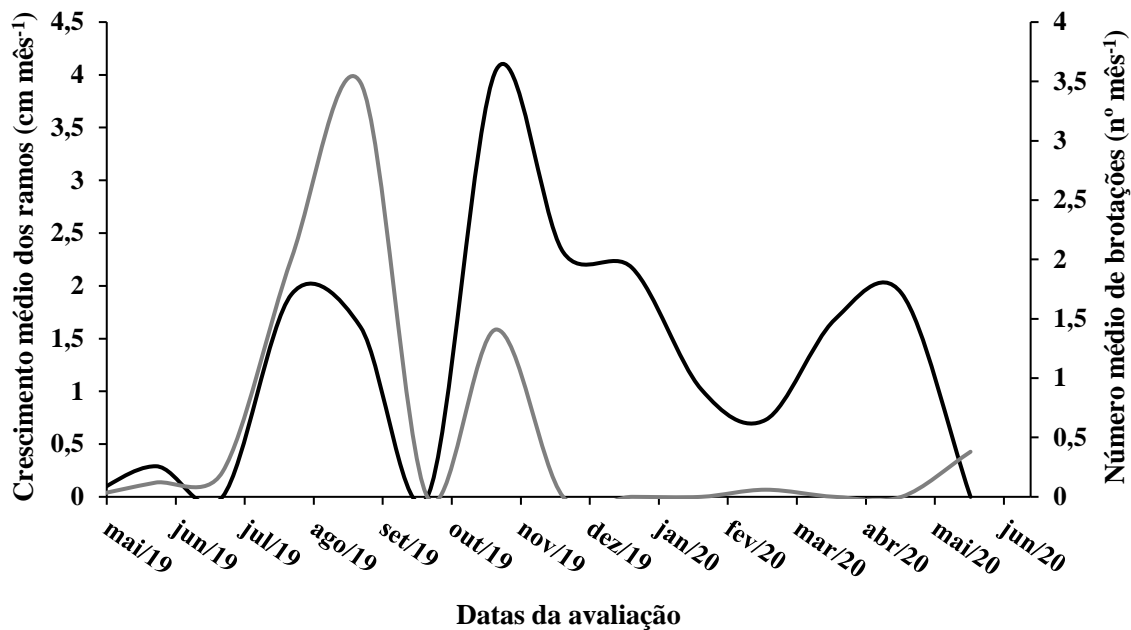


Figura 3. Crescimento médio dos ramos (preto) e número médio de brotações (cinza) em plantas de cambucizeiros (*Campomanesia phaea*). ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Período 2019-2020.

Observou-se que o número médio de brotações do cambucizeiro tende a ser menos expressivo de dezembro até meados de março, pois esse período coincide com o florescimento e a frutificação, ocorrendo assim um redirecionamento dos fotoassimilados. De acordo com Peluzio; Casali; Lopes (1995) e Guimarães et al. (2009), os drenos metabólicos mais fortes são os frutos para os quais os assimilados são direcionados, ocorrendo assim uma menor velocidade do crescimento da planta.

As épocas de floração e frutificação são observadas na Figura 4. Nota-se botões florais em meados de julho, com um pico de ocorrência em setembro. Camilo et al. (2013) e Souza et al. (2011) também observaram botões florais em plantas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica*) e em gabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*) no mês de setembro, em estados brasileiros das regiões centro-oeste e sudeste, respectivamente. Maiores médias mensais de botões florais em relação à quantidade de flores abertas, indicam queda e/ou abortamento das mesmas, o que também foi observado por Luz et al. (2019) em araçazeiro, na região Nordeste do Brasil.

O florescimento ocorreu de forma mais expressiva no mês de novembro, embora tenha iniciado em outubro. Altas temperaturas durante o período de setembro a dezembro/2019 (média de 31,4°C) associadas a uma menor disponibilidade de água (55,2 mm) no mês de setembro (Tabela 1), concentraram o período de florescimento. Assim que a precipitação foi

retomada em maior quantidade, o florescimento cessou, sendo finalizado em dezembro e não em janeiro como observado por Cordeiro (2015) para plantas de *Campomanesia phaea* em áreas de ocorrência natural e cultivadas sob o domínio de Mata Atlântica, no estado de São Paulo. A indisponibilidade de água no solo, principalmente em épocas de intenso florescimento e frutificação, pode resultar em uma acentuada queda/aborto de flores e menor tamanho de frutos, ocasionando menor produção (MARTINEZ et al., 2015).

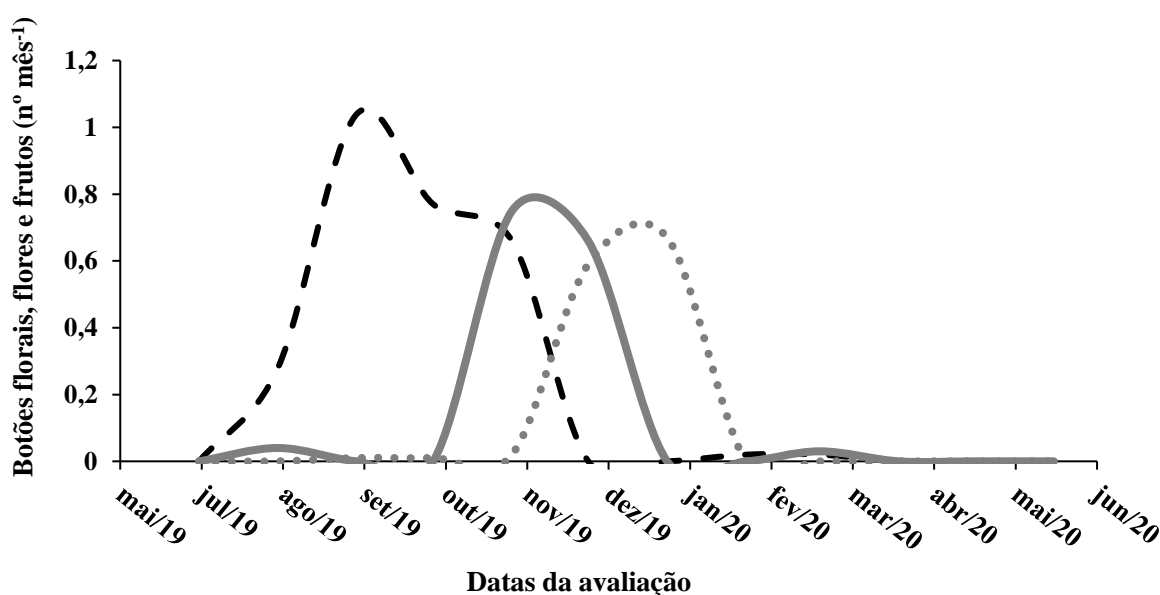


Figura 4. Número médio de botões florais (linha tracejada), flores (linha cheia) e frutos (linha pontilhada) em plantas de cambucizeiros (*C. phaea*). ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Período 2019-2020.

O maior número de frutos ocorreu no período de dezembro/2019 a janeiro/2020, sendo o pico observado no mês de janeiro, o qual caiu drasticamente a partir de fevereiro (Figura 4). A ocorrência de chuvas favoreceu o aumento da fixação de frutos de novembro (222,8 mm) a janeiro (181,3 mm) (Tabela 1). A colheita mostrou-se concentrada quando os cambucizeiros são cultivados fora da região de origem, em ambiente quente e a pleno sol. Cordeiro (2015) observou que a frutificação de *C. phaea* foi de dezembro até maio, em área de habitat natural e área de cultivo, sob domínio de Mata Atlântica.

Embora não tenha sido observada diferença estatística entre os ramos primários e secundários para as variáveis de número médio de botões florais e flores, houve maior fixação de frutos nos ramos secundários (Tabela 3), o que pode ser explicado pela translocação dos

fotoassimilados também do ramo primário, aumentando a possibilidade de fixação. De acordo com Silva et al. (2011), durante a fase reprodutiva, os frutos se tornam o principal dreno da planta, são dominantes e as fontes translocam fotoassimilados, de preferência, para drenos com os quais elas têm conexão vascular direta. Para os botões florais e as flores não houve diferença significativa para esse parâmetro avaliado (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para botões florais, flores e frutos de cambucizeiros, quanto a presença nos diferentes tipos de ramificação da planta. Piracicaba/SP, 2020.

Tipo de ramificação	Botões florais	Flores	Frutos
	Média		
Ramo primário	0,65 A	0,13 A	0,46 A
Ramos secundários	1,05 A	0,19 A	1,02 B
P > F	0,1509	0,5033	0,0032
Média	0,85	0,16	0,74

*Letras iguais maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados sem transformação.

O florescimento e a frutificação podem variar com os fatores ambientais existentes e o manejo das plantas. As condições climáticas, principalmente de temperatura e precipitação, têm uma influência muito significativa nos padrões de desenvolvimento de uma determinada espécie (SOUZA et al., 2014), enquanto alguns manejos também, como o uso da irrigação (SEMENSATO et al., 2020). Verifica-se que em alguns momentos, a ocorrência das fases vegetativa, reprodutiva e o crescimento de raízes em cambucizeiros são coincidentes, assim como já relatado por Ortiz et al. (2019).

Conclusões

Embora preliminares, este estudo sugere que é possível cultivar cambucizeiros em regiões de clima Cwa (inverno seco e verão chuvoso), com concentração do florescimento e da produção.

Referências

ADATI, R. T. **Estudo biofarmagnóstico de *Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum. Myrtaceae.** 2001. 146p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ALVARES, C.A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2014.

BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. In: REGO, C.M.; NEGRELLE, R.R.B.; MORELATTO, L.P.C. **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo: Embrapa Florestas. 2007. p. 291- 310.

BIANCHINI, F. G.; BALBI, R. V.; PIO, R.; SILVA, D. F. da; PASQUAL, M.; BOAS, E. V. de B. V. Caracterização morfológica e química de frutos de cambucizeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 1, p. 10 -18, 2016.

CAMILO, Y. M. V.; SOUZA, E. R. B. de; VERA, R.; NAVES, R. V. Fenologia, produção e precocidade de plantas de *Eugenia dysenterica* visando melhoramento genético. **Revista de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 36, n.2, p. 192-198, 2013.

CARDOSO, J. T. A Mata Atlântica e sua conservação. **Encontros Teológicos**, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 441 – 458, 2016.

CORDEIRO, G.D. **Fenologia reprodutiva, polinização e voláteis florais do cambuci (*Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum 1984 – Myrtaceae)**. 2015. 89f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2015.

CORRÊA, M.C.M.; PRADO, R. de M; NATALE, W.; SILVA, M. A. C. da; PEREIRA, L. Índice de pegamento de frutos em goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p.783 - 786, 2002.

COSTA, M. C. G.; CUNHA, I. M. de L.; JORGE, L. A. de C.; ARAÚJO, I. C. da S. Public-domain software for root image analysis. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 1359-1366, 2014.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Tropical plant phenology: applications for studies in community ecology. In: H. Lieth (Org.). **Phenology and seasonally modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p. 287-296.

GUIMARÃES, M. de A.; SILVA, D. J. H. da; PETERNELLI, L. A.; FONTES, P. C. R. Distribuição de fotoassimilados em tomateiro com e sem a retirada do primeiro cacho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 83 – 92, 2009.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531p.

LEONARDI, J. Evaluation of sustainable orchard management practices for extension into general industry standards to reduce costs. Woolloongabba: HAL; **Avocados Australia**, 2013. 65 p. Research Report AV08020. Disponível em: <<http://www.avocado.org.au/wp-content/uploads/2016/12/AV08020-Evaluation-of-Sustainable-Orchard-Practices-for-Extension-to-Reduce-Costs.pdf>>. Acesso em: 03 agosto 2020.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1974. p. 3-19.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**: de consumo *in natura*. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672p.

LUZ, J. C. L.; SOUZA, P. S. S.; ARAÚJO, K. L. G. de; SOUZA, G. C. da S.; KIILL, L. H. P.. Fenologia reprodutiva de araçazeiro na região de Petrolina, PE. IN: ANAIS DA XIV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 14., 2019, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019. p. 155-159.

MACIEL, L. da R. **Eficiência do uso de radiação solar incidente por plantas de amora-preta submetidas a diferentes manejos de poda**. 2018. 56p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

MANICA, I. (Ed.). **Fruticultura Tropical 6: Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000, 374p.

MARTINEZ, C. A.; OLIVEIRA, E. A. D. de; MELLO, T. R. P.; ALZATE-MARIN, A. L. Respostas das plantas ao incremento atmosférico de dióxido de carbono e da temperatura. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 6, p. 635 – 650, 2015.

ORTIZ, J.; SOUZA, A. C. de; SÁ, A. C. S.; SOUZA, G. F.; CORRÊA, B. J. S. Aspectos das fenofases reprodutiva e vegetativa de *Campomanesia guazumifolia* (Myrtaceae), na Região de Lages, Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 18, n. 3, p. 1 - 9, 2019.

PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F. Partição de assimilados em tomateiro após a poda apical. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 13, p. 41-43, 1995.

RAMOS, J. P. de F.; LEITE, M. L. de M. V.; OLIVEIRA JUNIOR, S. de; NASCIMENTO, J. P. do; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 41 – 48, 2011.

RAZZOUK, P. L. G. **Avaliação fenológica de dez variedades de caquizeiro *Diospyros kaki* L. e propagação por estaquia em regiões tropicais**. 2007. 104f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2007.

REBOUÇAS, E. R.; GENTIL, D. F. de O.; FERREIRA, S. A. do N. Caracterização física de frutos e sementes de goiaba-da-costa-rica, produzidos em Manaus, Amazonas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 546-548, 2008.

SANES, F. S. M.; SANES, F. S. M.; CASTILHOS, R. M. V.; SCIVITTARO, W. B.; VAHL, L. C.; MORAIS, J. R. de. Morfologia de raízes e cinética de absorção de potássio em genótipos de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 688-697, 2013.

SANT’ANA, E. P.; SANT’ANA, E. V. P.; FAGERIA, N. K.; FREIRE, A. de B. Utilização de fósforo e características do sistema radicular e da parte aérea da planta de arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 370-381, 2003.

SANTORO, M. B. **Multiplicação do cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum), espécie nativa da Mata Atlântica**. 2019. 101f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

SEMENSATO, L. R.; VENDRUSCOLO, E. P.; SELEGUINI, A.; BATISTA FILHO, P. A.; SILVA, E. C. M. DE; SILVA, T. P. DA. Fenologia, produtividade e qualidade de frutos de jabuticabeiras de diferentes idades das plantas. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 75, 2020.

SILVA, A. C. da; LEONEL, S.; SOUZA, A. P. de; VASCONCELLOS, M. A. da S.; RODRIGUES, J. D.; DUCATTI, C. Alocação de fotoassimilados marcados e relação fonte-dreno em figueiras cv. Roxo de Valinhos. 1. Relação fonte e dreno. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n.3, p. 409 - 418, 2011.

SOUZA, T. L.; PAULA, A.C.C.F.F.; LEITE, P.C.; ANDRINO, M.S. E MALUF, G.E.G.M. Aspectos da fisiologia, fenologia, e propagação da *Campomanesia* sp. (gabirola) no cerrado do município de Bambuí. IN: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4., 2011, Bambuí. **Anais...** Bambuí: IFMG, 2011. p.1- 4.

SOUZA, D. N. do N.; CAMACHO, R. G. V.; MELO, J. I. M. de; ROCHA, L. N. G. da; SILVA, N. F. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 31 – 42, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TOKAIRIN, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017. 134f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M. L.; OLIVEIRA, E. de; CONCEIÇÃO, L.; LAMARDO, A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.