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

**Multiplicação do cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum),
espécie nativa da Mata Atlântica**

Marcelo Brossi Santoro

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

**Piracicaba
2019**

Marcelo Brossi Santoro
Engenheiro Agrônomo

**Multiplicação do cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum), espécie
nativa da Mata Atlântica**

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

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

Piracicaba
2019

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

Santoro, Marcelo Brossi

Multiplificação do cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum),
espécie nativa da Mata Atlântica. / Marcelo Brossi Santoro. - - Piracicaba, 2019.

99 p.

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

1. Sementes 2. Substratos 3. Estaquia 4. Alporquia 5. Enxertia I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico à minha família, namorada, amigos, professores, funcionários e todos que me apoiaram durante o decorrer da execução deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio e suporte em todos os momentos, principalmente os de maior dificuldade.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, pela oportunidade de concluir mais uma etapa do desenvolvimento de minha formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido no decorrer do projeto.

Aos professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal, (ESALQ/USP) pelas conversas, conselhos e amizade, em especial à Profa. Dra. Simone Rodrigues da Silva, pelo companheirismo, profissionalismo e paciência no decorrer da orientação para execução e elaboração deste trabalho e aos funcionários Eder de Araújo Cintra, Aparecido Serrano, Antomio Carlos Fernandes e Marcos Trevisan sem os quais o desenvolvimento do trabalho não seria possível.

Aos professores Dr. Victor Forti (UFSCar), Dr. Angelo Jacomino (ESALQ/USP), Dra. Ana Novembre (ESALQ/USP), Dr. Roberto Fritsche Neto (ESALQ/USP), Dr. Francisco Tanaka (ESALQ/USP), Dr. Mário Tomazello Filho (ESALQ/USP), Dr. Keigo Minami (ESALQ/USP) e Dr. Antonio Baldo Martins (UNESP) pelo auxílio e parceria estabelecido no decorrer do projeto.

Também aos pesquisadores e funcionários do Núcleo de Produção de Mudas da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral em especial a Dra. Silvana Bueno, Msc. Edinei Marques, Amélio Berti e seu Evair pela colaboração, disponibilidade de mudas e trocas de informações.

À Dra. Tatiana Cantuárias-Avilés e Dr. Horst Neto pela amizade, incentivo e parceria no decorrer do projeto.

A Douglas Bello (Sítio do Bello), Paulo Nakanishi (Sítio Recanto dos Pássaros) e Edilson Giacon (Viveiro Ciprest) entusiastas das frutas nativas, do cambuci e tantas outras, pela solicitude e prontidão em permitir nossa entrada em suas propriedades para obtenção de materiais vegetais, conversas e troca de conhecimentos.

À Ana Luiza Homsí Galesi, pela paciência e por estar sempre comigo nos melhores e piores momentos.

Por fim, aos colegas de pós-graduação, cuja suporte e auxílio foram fundamentais para o sucesso deste trabalho assim como nos momentos de descontração.

“Sometimes science is more art than science”

Rick Sanches.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO GERAL	9
REFERÊNCIAS.....	11
REVISÃO DE LITERATURA	15
CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, ORIGEM E DISPERSÃO DO CAMBUCIZEIRO	15
ASPECTOS MORFOLÓGICOS E ANATÔMICOS DO CAMBUCIZEIRO	16
MULTIPLICAÇÃO DO CAMBUCIZEIRO	18
REFERÊNCIAS.....	32
CAPÍTULO 1: TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO EM SEMENTES DE <i>CAMPOMANESIA PHAEA</i> (O. BERG. LANDRUM).....	41
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
CONCLUSÕES.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
CAPÍTULO 2: EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE <i>CAMPOMANESIA PHAEA</i> (O. BERG. LANDRUM) EM DIFERENTES SUBSTRATOS	53
INTRODUÇÃO	54
MATERIAL E MÉTODOS	55
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS.....	65
CAPÍTULO 3: TÉCNICAS DE PROPAGAÇÃO EM CAMBUCIZEIRO.....	69
INTRODUÇÃO	69
MATERIAL E MÉTODOS	71
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
CONCLUSÕES.....	81
REFERÊNCIAS.....	82
CAPÍTULO 4: ASPECTOS ANATÔMICOS DO CAMBUCIZEIRO (<i>CAMPOMANESIA PHAEA</i> O. BERG. LANDRUM) RELACIONADOS AO ENRAIZAMENTO ADVENTÍCIO	87
INTRODUÇÃO	87
MATERIAL E MÉTODOS	88
RESULTADOS	90
DISCUSSÃO.....	93
CONCLUSÕES.....	95
REFERÊNCIAS.....	95
ANEXO.....	98

RESUMO

Multiplicação do cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum), espécie nativa da Mata Atlântica

Além de ser plantado comercialmente, o cambucizeiro pode ser utilizado na recuperação de áreas degradadas, apresentando frutos com potencial de exploração para consumo humano, *in natura* ou na forma processada. As mudas para a implantação dessa espécie geralmente são obtidas de sementes, o que resulta em grande variabilidade genética dentro das populações e desfavorece a fixação de genótipos superiores em relação a produção e qualidade de frutos. Por esses motivos, é importante conhecer a fisiologia das sementes, a emergência e o desenvolvimento das plântulas e avaliar quais técnicas de multiplicação vegetativa melhor se adaptariam a essa espécie. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a interferência da dessecação de sementes sobre a ocorrência de protrusão radicular e formação de plântulas normais de cambucizeiro, assim como a influência do uso de diferentes substratos na emergência e desenvolvimento inicial de suas plântulas e avaliar as técnicas de estaquia, alporquia e enxertia na produção de mudas dessa espécie. De forma geral, as sementes de cambucizeiro quando dessecadas até níveis de 15% de água não mostraram perda de viabilidade, o substrato vermiculita garantiu uma melhor emergência das plântulas, entretanto, foram os substratos Basaplant® e a mistura turfa + perlita que garantiram o melhor desenvolvimento inicial das mesmas. Quanto as técnicas de multiplicação vegetativa, a estaquia e alporquia mostraram-se ineficientes para o cambucizeiro, não apresentando enraizamento, já a enxertia do tipo fenda lateral garantiu a fixação de 6% dos enxertos podendo ser usada na fixação de genótipos superiores. Após os resultados negativos das técnicas de enraizamento adventício, análises anatômicas foram realizadas e indicaram que a presença de compostos fenólicos pode estar influenciando mais no processo de formação de raízes adventícias do que o impedimento físico das faixas de esclerênquima.

Palavras-chave: Sementes; Substratos; Estaquia; Alporquia; Enxertia

ABSTRACT

Multiplication of cambuci fruit tree (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum), a native species of Atlantic forest

Despite the potencial of being commercially cultivated, the cambuci tree can be used for recovering degraded areas; its fruits present potential to be exploited for human consumption, in natura or in the processed form. Cambuci tree seedlings are usually obtained from seeds, which results in genetic variability within the population, disfavours the fixation of superior genotypes in relation to fruit production and quality. For this reason, it is important to know seed physiology, emergence and development of seedlings and to evaluate which vegetative propagation technique would best suit this species. Therefore, the aim of this work was to verify the interference of seed desiccation on the occurrence of root protrusion and the formation of normal cambuci tree seedlings, as well as the influence of the use of different substrates in the emergence and initial development of their seedlings and to evaluate the techniques of cutting, air layering and grafting in the production of seedlings of this species. In general, cambuci tree seeds when dessicated until levels of 15% of water content did not show loss of viability, the substrate vermiculite guaranteed a better emergence of the seedlings, however, it was the Basaplant® substrats and the peat and perlite mixture that guaranteed a better emergence of the seedlings. as for the vegetative propagation techniques, the use of cuttings and air layerings were inefficient for this species, showing no adventitious rooting, on the other hand, side-veener graft ensured 6% of scion fixation, which could be used to fix superior genotypes. After the negative results of the adventitious rooting techniques, anatomical analysis were performed and indicated that the presence of fenolic coumpounds may be more influential in the adventitious root formation process than the physical barrier formed by layers of sclerenchyma tissue.

Keywords: Seeds; Substrates; Cutting; Air layering; Grafting

INTRODUÇÃO GERAL

Contempladas em 145 gêneros diferentes, a família Myrtaceae conta com 5.970 espécies cuja distribuição geográfica se dá por todos os continentes, com exceção da Antártica (MARCHIORI; SOBRAL, 1997; THE PLANT LIST, 2013). Apesar de amplamente distribuídas pelo globo, a Austrália, o Sudeste asiático e a América do Sul são os principais centros de diversidade desta família botânica (WILSON et al., 2001, 2005).

A família é subdividida em duas subfamílias, Myrtoideae e Psiloxylloideae, contendo 15 e 2 tribos, respectivamente. A subfamília Myrtoideae, somente na região Neotropical, conta com 2.500 espécies em 49 gêneros (GIARETTA et al., 2016), sendo que todas as mirtáceas de ocorrência natural na América do Sul pertencem a esta subfamília (CORDEIRO, 2015) o que engloba 1034 espécies (SOBRAL et al., 2015).

As mirtáceas brasileiras, dentro da subfamília Myrtoideae, pertencem à tribo Myrteae (WILSON et al., 2005) e, segundo Landrum e Kawasaki (1997b), são geralmente árvores ou arbustos, com folhas simples, estipuladas e opostas contendo pontos translúcidos (glândulas de óleo), nervura central proeminente e laterais facilmente visíveis, com flores hermafroditas, brancas (podendo, raramente, ser rosas, vermelhas ou roxas), de ovário ínfero, 4-5 pétalas livres e estames numerosos e com frutos carnosos.

Das espécies presentes em território brasileiro, apenas as exóticas apresentam madeira de valor comercial, caso do gênero *Eucalyptus*. Em sua maioria, as nativas apresentam troncos finos, o que não atende as exigências das indústrias madeireiras (MARCHIORI; SOBRAL, 1997), servindo apenas para utilização como lenha, pequenas peças e para outros usos locais (GRESSLER et al., 2006). O grande potencial econômico das mirtáceas brasileiras encontra-se nas espécies frutíferas, principalmente nas espécies dos gêneros *Campomanesia*, *Eugenia*, *Myrciaria* e *Psidium* (LANDRUM; KAWASAKI, 1997a).

O cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum) tem ocorrência endêmica no estado de São Paulo, desde a Serra do Mar até o planalto paulista (LORENZI, 2002), estando presente também nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo (LORENZI et al., 2006; CNCFLORA, 2012). A planta apresenta de 8 a 16 metros de altura em seu habitat natural, com tronco de 20 a 30 cm de diâmetro, com aspecto descamado, assim como outros representantes dessa família. A florada se dá nos meses de agosto a novembro, enquanto que a frutificação se estende de fevereiro a abril, podendo variar de acordo com a região edafoclimática de cultivo. Os frutos são ovóides-romboidais com cume horizontal e

apresentam tamanho variados, desde 5 até 7 cm de diâmetro, podendo ser consumidos *in natura* ou processados na forma de geléias, sorvetes, sucos, licores e diversos outros produtos (ANDRADE et al, 2011; INSTITUTO AUA, 2017; LANDRUM; KAWASAKI, 1997b; LORENZI, 2002).

O nome ‘cambuci’, é oriundo do tupi guarani ‘kãmu-si’, que significa pote de água, retratando a semelhança existente entre o fruto e vasos de cerâmica utilizados por esse povo indígena. A cidade de São Paulo apresentou quantidades consideráveis desta frutífera, ao ponto que, no início do século passado, um bairro da cidade passou a se chamar Cambuci (ANDRADE et al, 2011; CORDEIRO, 2015). Os frutos apresentam compostos nutricionais interessantes, tais como elevado valor de acidez, concentrações de ácido ascórbico, minerais e teores de fibras (VALLILO et al., 2005), além de outros compostos fenólicos como flavonóides presentes não somente nos frutos mas também em suas folhas (ADATI, 2001; AZEVEDO et al, 2017; DONATO-PESTANA et al., 2018).

Apesar do crescente movimento a favor de sua comercialização, esta ainda não acontece em larga escala, estando restrito apenas às regiões de ocorrência e de tradição de consumo do fruto, região da Serra do Mar e capital paulista. Por este motivo, dados de produção, área de produção e outros não são encontrados em censos agropecuários como os do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (CORDEIRO, 2015; MOREIRA, 2017). Organizações não-governamentais (ONGs) e cooperativas, tais como o Instituto Auá de Empreendedorismo Socioambiental, Instituto H&H Fauser e Cooper Cambucy da Serra tem trabalhado em busca do desenvolvimento sustentável desta frutífera, de modo a garantir sua produção, conservação (histórica, artística e cultural) além de garantir incremento de renda à pequenos produtores rurais (DELLAQUA, 2016).

Apesar dos aspectos positivos presentes no fruto do cambucizeiro, um dos grandes entraves para seu cultivo, está relacionado à produção de mudas, que é tradicionalmente realizada por sementes (LORENZI, 2002). A multiplicação via sementes, permite que ocorra recombinação genética, o que gera variabilidade entre os indivíduos, podendo acarretar em mudanças nas características da planta quanto ao tamanho, produção e qualidade de frutos (HARTMANN et al., 2011), sendo recomendada e destinada para a produção de porta-enxertos, para espécies que não apresentam outras formas de multiplicação e/ou que estejam em níveis iniciais de exploração comercial. Já a multiplicação pelo ciclo assexuado ou vegetativo é preferida à anterior por reduzir o período juvenil da descendência e manter as

características agrônômicas desejáveis da planta matriz (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Essa variabilidade entre indivíduos pode levar à diferenças nos atributos físicos e organolépticos dos frutos, assim como observado por Bianchini et al. (2016) para tamanho (massa e diâmetro) e características químicas (% acidez e °Brix) em acessos desta espécie. Moreira (2017) observou, através de análise genética com uso de microsátélites, que a diversidade genética do cambucizeiro entre populações é baixa, no entanto, a variabilidade dentro das populações é elevada, assim como Ferreira-Ramos et al. (2008) verificaram para *E. uniflora* (pitangueira), também pertencente a família das mirtáceas. Isto comumente ocorre, segundo Bressan (2011), em espécies arbóreas florestais pelo fato delas se multiplicarem pela via sexuada, dispersando seus genes a longas distâncias, o que conecta as populações. Outro ponto de grande influência, segundo Moreira (2017) é o desmatamento da Mata Atlântica, em que os poucos remanescentes da floresta estão fragmentados, o que pode ter contribuído para a concentração da diversidade nas pequenas áreas remanescentes.

Tendo em vista a importância social, histórica e ambiental do cambucizeiro, este trabalho teve como objetivo buscar a fixação de genótipos de cambucizeiro através das principais técnicas de multiplicação vegetativa conhecidas pelo homem: a estaquia, a enxertia e a alporquia. Essa fixação inicial servirá como primeiro passo para a domesticação e, posteriormente, para os programas de melhoramento genético da espécie.

Referências

ADATI, R.T. **Estudos biofarmagnóstico de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum. Myrtaceae.** 2001. 128 p. Dissertação (Mestrado em Farmacognosia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ANDRADE, B.A.G.F.; FONSECA, P.Y.G.; LEMOS, F. (Org.). **Cambuci – o fruto, o bairro, a rota: história, cultura, sustentabilidade e gastronomia.** - - São Paulo: Ourivesaria da Palavra, 2011, 176p.

AZEVEDO, M. C. S.; SILVA, R. R. E.; JACOMINO, A. P.; GENOVESE, M. I. Physicochemical variability of cambuci fruit (*Campomanesia phaea*) from the same orchard, from different locations and at different ripening stages. **Journal of he Science of Food and Agriculture**, 97, 526-535, 2017.

BRESSAN, E. A. **Variabilidade genética e estimativa de taxa de cruzamento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) empregando marcadores moleculares.** Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Biologia na Agricultura. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2011.

CNCFLORA, Centro Nacional de Conservação da Flora. *Campomanesia phaea* (O Berg). Landrum, 2012. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.

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

DELLAQUA, G. F. **Efeitos na caracterização físico-química e sensorial de polpa de *Campomanesia phaea* (O. Beg.) Landrum (cambuci) quando submetida a diferentes tratamentos agroindustriais.** Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-graduação em ciências. Área de concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

DONADO-PESTANA, C. M.; MOURA, M. H. C.; ARAUJO, R. L.; SANTIAGO, G. L.; BARROS, H. R. 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**, 19, 42 – 49, 2018.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds.) **Propagação de plantas frutíferas.** Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2005, 221p.

FERREIRA-RAMOS, R.; LABORDA, P.R.; OLIVEIRA SANTOS, M. Genetic analysis of forest species *Eugenia uniflora* L. through of newly developed SSR markers. **Conservation Genetics**, v.9, n.5, p. 1281-1285, 2008.

GRESSLER, E.; PIZO, M.A.; MORELLATO, L.C.P. Polinização e dispersão de sementes em *Myrtaceae* do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

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, 879p., 2011.

INSTITUTO AUÁ. **Empreendimentos socioambiental. Rota do Cambuci.** Osasco, 2017. Disponível em: <<http://www.aua.org.br/>>. Acesso em: 06 mar. 2019.

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

LANDRUM L.R.; KAWASAKI, M.L. The genera of *Myrtaceae* in Brasil: An illustrated synoptic treatment and identification Keys. **Brittonia**, Vol. 49,n. 4,508-536, out. – dez., 1997b.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 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. **Dentrologia das angiospermas**. Myrtales. Editora da UFSM, Santa Maria, 1997, 304p.

MOREIRA, R. O. **Desenvolvimento de marcadores microsatélites e análise de diversidade e estruturagenética de cambuci (*Campomanesia phaea*)**, 2017, 88p. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. *Myrtaceae*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB171>>

THE PLANT LIST (2013). A working list of all plant species. Version 1.1. Disponível em: <<http://www.theplantlist.org/>> (Acesso em 10 de dezembro de 2018).

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Rev. bras. frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 27, n.2, p. 241-244, 2005.

WILSON, P.G.; O'BRIEN, M.M.;GADEK, P.A.; QUINN, C.J. *Myrtaceae* revisited: a reassessment of intrafamiliar rroups. **American Journal of Botany**, Bronx, v.88, n.11, 2013-2025, 2001.

WILSON, P.G.; O'BRIEN, M.M.; HESLEWOOD, M.M.; QUINN, C.J. Relationships within *Myrtaceae* sensu laos based on a matK phylogeny. **Plant Systematics and evolution**, 251: 3-19, 2005.

REVISÃO DE LITERATURA

Classificação botânica, origem e dispersão do cambucizeiro

O cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum) é uma espécie nativa da Mata Atlântica brasileira, alocado na tribo Myrteae e subfamília Myrtoideae da família Myrtaceae (CRONQUIST, 1968, 1984; LANDRUM, 1986) e embora tenha sido considerada uma espécie ameaçada (STEHMANN et al., 2009), vulnerável (IUCN, 2009), recentemente não há preocupação com sua extinção (CNCFLORA, 2012).

Assim como outras espécies de mirtáceas brasileiras, o cambucizeiro apresenta frutos carnosos (GEMTCHUJNICOV, 1976; LANDRUM; KAWASAKI, 1997b; LEGRAND; KLEIN, 1977) com características diferentes de cor, tamanho, número e tamanho das sementes, sendo sua dispersão associada a grupos de vertebrados frugívoros (GRESSLER et al., 2006), principalmente aves e macacos (PIZO, 2002).

Pizo (2002) atuou como pioneiro na busca pelos modos de dispersão e sobre os dispersores das sementes de espécies de mirtáceas da Mata Atlântica, especialmente do cambucizeiro, o que foi mais tarde comprovado por Campanini et al. (2017) através de relatos de moradores da região de Paranapiacaba, distrito de Santo André, SP.

A ocorrência do cambucizeiro em sua forma natural está restrita às áreas remanescentes e fragmentos florestais de Mata Atlântica, ou seja, nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais, conforme mapa elaborado pelo CNCFlora (Figura 1).

Figura 1. Mapa de ocorrência do cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum) no Sudeste brasileiro. Fonte: CNCFlora (Acesso em 11 de dezembro de 2018).

Aspectos morfológicos e anatômicos do cambucizeiro

Podendo atingir de 8 a 16 metros de altura em seu habitat natural, entre 10 e 40 anos, respectivamente, as plantas do cambucizeiro são halófitas e semi-decíduas. Seu tronco tem coloração escura e aspecto descamado, assim como outros representantes da família Myrtaceae (DONADIO et al., 2002; LORENZI et al., 2006).

As folhas são inteiras, glabras e subcoriáceas cujas formas variam de ovalada a oblongo-ovalada ou ainda oblongo-obovadas, comprimento médio de 7 a 10 cm com diâmetro de 3 a 4 cm e margens onduladas. A face abaxial apresenta coloração verde-brilhante enquanto a adaxial tende a tons mais escuros. Suas nervuras são pinadas e as nervuras

secundárias opostas pareadas (DONADIO et al., 2002), similar ao encontado em diversas outras espécies de mirtáceas brasileiras (CARDOSO; SAJO, 2006).

As flores, hermafroditas, de coloração branca, são actinomorfas, pentâmeras, dialipétalas e polistêmones, além de axilares e solitárias. O pólen, de formato triangular, ocorre em grande quantidade nas anteras e é o único recurso oferecido aos agentes polinizadores (CORDEIRO, 2015), que são em sua maioria abelhas dos gêneros *Melliponini*, *Bombini* e *Apis*, podendo também receber diversas outras espécies de insetos (CORDEIRO, 2015; GRESSLER et al., 2006). De ovário ínfero, estilete amarelado, único, terminal com estigma arredondado, as flores apresentam hercogamia, sendo o estilete mais alto que as anteras, contudo, sem ocorrência de dicogamia (CORDEIRO, 2015). O sistema reprodutivo do cambucizeiro apresenta autoincompatibilidade, sendo assim necessária a ocorrência de polinização cruzada para a formação de sementes e frutos, além disso, a abertura floral do cambucizeiro é curta tendo duração máxima de 2 dias (CORDEIRO, 2015; LEÃO, 2012; MOREIRA, 2017).

A época de florescimento se estende de agosto a novembro, meses de maior temperatura e umidade, estando os frutos maduros nos meses de fevereiro a abril (LORENZI et al., 2006) apesar disso, o florescimento em menor intensidade pode ocorrer durante todo o ano (TOKAIRIN et al., 2018). Essa estratégia de florescimento apresentada pela planta recebe o nome de ‘*steady state*’, única floração anual, com duração intermediária e poucas flores se abrindo por dia, conforme descrito por Gentry (1974).

Os frutos do cambucizeiro, são do tipo baga, de formato ovóides-romboidais com presença de cume horizontal, de casca fina e consistência membranácea de coloração verde (DONADIO et al., 2002) podendo ficar amarelado quando maduros se desprendendo dos ramos (BAGETTI, 2014). A quantidade de sementes por fruto varia de 9 até 13, com baixos índices de fertilidade, o que atinge aproximadamente 30%. De formato orbicular, achatada e coloração branca-pálida (DONADIO et al., 2002; TOKAIRIN et al., 2018), as sementes apresentam-se como tipicamente ortodoxas quando submetidas à dessecação e armazenamento (MALUF; PISCIOTTANO-EREIO, 2005).

Os frutos têm características organolépticas de elevados valores de acidez, teores de vitamina C, fibras e minerais propícios para garantir sua comercialização e/ou processamento (AZEVEDO et al., 2017; DONATO-PESTANA et al., 2018; TOKAIRIN, 2017; VALLILO et al., 2005), além de outros compostos fenólicos como flavonóides presentes não somente nos frutos, mas também em suas folhas (ADATI, 2001;).

De suas folhas pode ser extraído óleo essencial cuja composição majoritária é de linalol (11,11%), óxido de cariofileno (11,77%), beta-cariofileno (6,33%), betasselineno (6,33%) e alfacardinol (1,94%) (ADATI, 2001) similar aos monos e sesquiterpenos encontrados por Leão (2012), o que pode representar grande oportunidade para a indústria cosmética e farmacêutica.

Pouco se sabe a respeito das características anatômicas do cambucizeiro, sendo Jorge (1992) e Adati (2001) pioneiros na caracterização foliar desta espécie. Segundo os mesmos autores, as folhas são hipoestomáticas, cujo feixe vascular presente na nervura central é disposto em arco. O xilema, apresenta-se disposto em fileiras radiais, estando alternado por raios parenquimáticos que se estendem para o floema, este que apresenta bicolateralidade, além de possuir quantidade razoável de cristais prismáticos de oxalato de cálcio (drusas). O mesofilo foliar é classificado como dorsiventral, por apresentar camada dupla de parênquima paliçádico na superfície adaxial e lacunoso na abaxial, sendo visível também a presença dos cristais prismáticos. Foi relatado também a ocorrência de cavidades secretoras e de tricomas tectores cônicos, estes últimos mais frequentes na superfície abaxial. Estudos a respeito de sua anatomia caular são inexistentes.

Multiplicação do cambucizeiro

Sexuada

O plantio do cambucizeiro é realizado basicamente com mudas obtidas de sementes, de plantas consideradas aparentemente superiores nos quesitos de qualidade de fruto (TOKAIRIN, 2017), não havendo trabalhos científicos sobre o uso técnicas de propagação para essa frutífera (ANDRADE et al., 2011; DONADIO et al., 2002).

O uso de sementes como forma de multiplicação permite a ocorrência de recombinação genética, o que pode gerar variabilidade entre os indivíduos, levando a mudanças na planta quanto ao tamanho, produção e qualidade de frutos. O uso de sementes é normalmente recomendado para produção de porta-enxertos e/ou para espécies que não apresentam outras formas de multiplicação (HARTMANN et al., 2011).

A viabilidade das sementes do cambucizeiro, segundo Lorenzi (2002), é curta, não ultrapassando 30 dias, e sua germinação lenta. Trabalhos recentes de germinação indicam que uma vez dessecadas (a teores de água de 3 a 5%) e armazenadas em câmaras frias, as

sementes podem durar até 240 dias, garantindo cerca de 60 a 80% de viabilidade (MALUF; PISCIOTTANO-EREIO, 2005).

As angiospermas apresentam o maior grau de diferenciação quanto a reprodução sexuada, exibindo as mais diversas formas e estruturas especializadas a este processo, que se inicia na gametogênese, seguindo pela polinização, fertilização, e finalizando com a formação e dispersão das sementes (MARCOS-FILHO, 2016).

Todas as sementes são óvulos maduros, constituídos de, no mínimo duas partes, um embrião e uma camada externa de proteção (tegumento). Algumas sementes, as chamadas albuminadas, apresentam uma terceira parte denominada endosperma ou albúmen, que se trata de um tecido de reserva energética destinada à nutrição do embrião durante o processo de germinação (HARTMANN et al., 2011; MARCOS-FILHO, 2016).

Dure III (1975) e Adams e Rinne (1980) afirmaram que o desenvolvimento da semente até a sua maturidade, pode ser dividido em 4 fases. As fases I e II compreendem os processos de multiplicação e alongamento celular, a fase III corresponde ao acúmulo de reservas e consequente aumento de matéria seca da semente e, por fim, a fase IV que é caracterizada pela desidratação natural das sementes. Hartmann et al. (2011) dividem o processo em apenas 3 fases: histodiferenciação, expansão celular e dessecação, porém o processo é o mesmo, apenas considerando as fases I e II como uma única.

O teor final de umidade das sementes, bem como sua tolerância a processos artificiais de dessecação e armazenamento, levou à formação dos conceitos clássicos, e genéricos, de sementes recalcitrantes e ortodoxas (MALUF; PISCIOTTANO-EREIO, 2015) que diz respeito à capacidade, ou não, das sementes recuperarem suas funções biológicas quando submetidas à reidratação (ALPERT; OLIVER, 2002). Tais conceitos são questionados sob as premissas de que as sementes de diferentes espécies ortodoxas podem apresentar diferentes níveis de tolerância (principalmente a dessecação) ou ainda apresentar características intermediárias (BARBEDO; MARCOS-FILHO, 1998).

O processo de germinação inicia-se quando as sementes estão maduras. Se as condições ambientais forem adequadas, pode ser caracterizado de diferentes formas de acordo com as definições de germinação. Há um consenso parcial, definido pelos estudiosos de sementes que trabalham sob a ótica da botânica e aqueles que atuam com a tecnologia de sementes, no qual ambos afirmaram que o início da germinação ocorre no processo de embebição, embora as idéias sejam divergentes quanto ao término do processo. Para o primeiro grupo, o processo germinativo se encerra quando ocorre a protrusão da raiz primária

(formação da radícula), enquanto que para a tecnologia de sementes, o processo só é finalizado quando for visível em uma plântula todas suas partes constituintes (plântula normal) (MARCOS-FILHO, 2016).

Ao decorrer dos anos, diferentes modelos sequenciais descrevendo os eventos que caracterizam o processo germinativo foram apresentados (KRAMER; KOLOWSKI, 1960; POPINIGIS, 1977), até que Bewley e Black (1994) apresentaram um modelo simplificado que tem sido aceito pela comunidade científica. O modelo é composto de três fases, a reativação (embebição e ativação da respiração e outros processos metabólicos), indução de crescimento (fase de repouso como preparo para o crescimento) e crescimento (protrusão da raiz primária) (MARCOS-FILHO, 2016).

Esse padrão trifásico depende, principalmente, das relações semente/água e semente/substrato. O processo de entrada da água nas sementes ocorre primariamente graças à diferença de potencial hídrico, do maior (menos negativo) para o menor (mais negativo). A fase I, caracterizada pela rápida transferência da água do substrato para a semente, com duração de 8 a 16 horas, exibe os primeiros sinais de reativação metabólica da semente (atividade respiratória, liberação de energia para germinação, ativação de enzimas e síntese de proteínas a partir do RNA-m) (MARCOS-FILHO, 2016).

Redução drástica da velocidade de embebição e aumento da taxa respiratória caracterizam a fase II, mesmo em sementes dormentes. Há necessidade, na fase II, de uma ‘pausa’, ou seja, redução da entrada água, para a síntese e/ou liberação de mais enzimas, uma vez que durante a fase I pode ocorrer uma redução drástica desses compostos. Nessa segunda fase ocorre a organização das organelas e membranas celulares, assim como o aumento da síntese e consumo de ATP, síntese de proteínas pelo RNA-m e ativação enzimática, sendo a duração dessa segunda fase dependente, basicamente, do potencial hídrico do substrato, portanto, quanto menor o potencial maior a duração dessa fase (MARCOS-FILHO, 2016).

O início da fase III é definido pela protrusão da raiz primária, e isso só ocorre em sementes vivas e não dormentes, vale ressaltar que o início dessa fase não leva a uma paralização das fases anteriores, pois uma semente pode apresentar as três fases ocorrendo ao mesmo tempo, graças à diferentes permeabilidades da cobertura das mesmas e da composição dos tecidos de reserva (MARCOS-FILHO, 2016). Finalizado na protrusão radicular e na emergência da plântula do solo (substrato), o processo de germinação será diretamente influenciado por quatro fatores ambientais: água, temperatura, luz e gases (HARTMANN et al., 2011; MARCOS-FILHO, 2016).

A água, para a maioria das sementes não dormentes atua como único fator limitante da germinação em temperaturas adequadas. Como a embebição depende da diferença de potencial hídrico, o movimento da água no solo ou substrato é essencial, portanto, estresses hídricos causados pela textura, compactação, salinidade ou indisponibilidade de água, podem reduzir a porcentagem da germinação. A temperatura afeta não somente a porcentagem de germinação, mas também a velocidade desta. Cada espécie vegetal apresenta um valor de temperatura favorável, sendo três, os principais pontos relacionados à temperatura de germinação de sementes: a mínima, a ótima e a máxima. É comum que a velocidade de germinação aumente conforme o aumento da temperatura, atingindo um máximo e em seguida decline, normalmente devido às injúrias causadas pelo calor (HARTMANN et al., 2011).

Para espécies nativas da Mata Atlântica a temperatura de 25°C é considerada ótima e o valor está relacionado às temperaturas recorrentes desse bioma, reforçando a ideia de que os valores de temperatura ótima de germinação estão associadas às temperaturas da região de origem das espécies (ANDRADE; FERREIRA, 2000; GOMES et al., 2016).

O efeito da luz na germinação de sementes está correlacionado com indução e quebra de dormência, e quando associado a temperatura, atua na adaptação de espécies a nichos ecológicos específicos. Seu efeito sob o processo de germinação pode ser verificado em termos de qualidade (comprimento de onda) e quantidade (fotoperíodo). Já a troca de gases, especialmente oxigênio (O_2), entre o substrato e o embrião da semente, faz-se essencial para a manutenção da velocidade e uniformidade de germinação. O oxigênio está diretamente relacionado aos processos respiratórios da germinação, portanto, ambientes mal drenados levam ao excesso de água, o que pode causar a morte das sementes. Em escala reduzida, o dióxido de carbono (CO_2), pode causar inibição da germinação em camadas profundas do solo, porém acredita-se que seu papel seja secundário (HARTMANN et al., 2011).

Além dos fatores ambientais envolvidos, fatores intrínsecos às sementes, como a viabilidade e a vitalidade, a longevidade, o grau de maturidade, a sanidade, o genótipo, a integridade morfológica e estrutural e a dormência, também podem afetar a porcentagem, a velocidade e a uniformidade da germinação (MARCOS-FILHO, 2016).

A vitalidade diz respeito às funções vitais das sementes, enquanto que a viabilidade se refere à presença das estruturas completamente desenvolvidas (morfológica e fisiológica) das sementes e, por isso, as sementes dormentes são consideradas vivas, porém não viáveis. O período de tempo no qual uma semente se mantém viva, quando armazenadas, em condições

adequadas, caracteriza sua longevidade. O genótipo, influenciado pelas condições ambientais, rege o desempenho de espécies, cultivares e variedades, que não são iguais entre si.

O mesmo conceito aplica-se ao desempenho da germinação das sementes, algumas espécies têm maior facilidade de germinação que outras e podem germinar antes de completar sua maturação, porém, quanto mais próximas da maturidade, maiores são as porcentagens e uniformidade da germinação. Agentes biológicos causadores de doenças, embora externos às sementes, do ponto de vista da sanidade, é considerado uma característica intrínseca. O transporte de patógenos pelas sementes são observados em todas as espécies que dependem do ciclo sexuado para multiplicação, o que leva a prejuízos no processo germinativo (MARCOS-FILHO, 2016).

A dormência, por sua vez, especialmente de espécies florestais, é uma estratégia evolutiva que permite a distribuição da germinação ao longo do tempo, de modo a aumentar as chances de sucesso da perpetuação das espécies (FLORIANO, 2004), podendo ocorrer para pioneiras, no caso de espécies nativas, para clímax (FLORIANO, 2004; LEÃO et al., 2015), e também para espécies de florestas comerciais (*Pinus taeda*) (CARNEIRO, 1995; FLORIANO, 2004).

Segundo Hartmann et al. (2011), existem dois diferentes tipos de dormência nas sementes, primária e secundária. A dormência primária pode ser subdividida de acordo com sua origem: endógena, exógena ou combinada. Exógena, de origem física ou química; endógena, de origem fisiológica, morfológica ou morfofisiológica; e combinada, que se trata de uma combinação da endógena e exógena. A dormência secundária, por sua vez, apresenta apenas duas subdivisões: a termodormência e a dormência condicional.

O tipo e a origem da dormência determinarão qual a melhor estratégia para superação da mesma. Técnicas como a estratificação, escarificação, uso de reguladores vegetais e armazenamento são amplamente utilizados para as diferentes espécies que apresentam dormência, de acordo com a necessidade e viabilidade econômica. Uma vez superada a dormência das sementes, estas encontram-se aptas a seguir para a semeadura (HARTMANN et al., 2011; PAIVA; GOMES, 2011).

Testes de germinação podem ser realizados em pequenas amostras de sementes para constatar a viabilidade das mesmas ou, ainda, constatar o sucesso da quebra de dormência, verificando o percentual de germinação antes de seguir para a semeadura (WENDLING et al., 2002a,b). Vale ressaltar que, para espécies já domesticadas e de âmbito comercial, tais informações já foram estudadas e devem vir no rótulo das embalagens.

Os substratos onde as plantas se desenvolvem influenciam diretamente o desenvolvimento das sementes. O termo “substrato agrícola” é aplicado na horticultura e expande-se também para a silvicultura sendo definido como todo material sólido, proveniente de solo, natural, residual, mineral ou orgânico que colocado em um recipiente, em sua forma pura ou em mistura, permite a fixação do sistema radicular, podendo intervir ou não, na nutrição mineral das plantas (ABAD; NOGUEIRA, 1998).

Os substratos agrícolas devem possuir certas características para que possibilitem o bom desenvolvimento das plantas, como boa capacidade de retenção de água e distribuição de partículas, aeração e oxigenação, evitando hipóxia, além de garantir a drenagem do excedente de água. Os substratos devem ainda ser livres de microrganismos, substâncias tóxicas, cheiros residuais desagradáveis, possuírem capacidade de serem esterilizados física e quimicamente, apresentar pH numa faixa intermediária, não sendo muito alcalinos ou ácidos, serem leves, de fácil manuseio, economicamente acessíveis, de procedência legal e devidamente registrados (GONÇALVES, 1995; MINAMI, 2010).

Difícilmente um único substrato atenderá completamente a todos os requisitos, portanto, a mistura de substratos é comum e recomendada. Sempre que possível, o substrato e/ou a mistura desenvolvida, deverá ser testada laboratorialmente, tanto para os aspectos físicos quanto para os nutricionais (WENDLING et al., 2006).

A produção de plantas pelo uso de sementes é muito importante para cultivos florestais, olerícolas, para a floricultura e fruticultura. Os métodos de produção são os mais diversos, desde a semeadura direta no campo até produção em estufas em processos que envolvem sistemas de transplantio. O uso de sementes para produção de plantas requer um manejo minucioso das condições de germinação, além do conhecimento das exigências individuais dos diversos tipos de sementes (HARTMANN et al., 2011).

Assexuada

De modo geral, a multiplicação assexuada, vegetativa ou propagativa, nomes diferentes para o mesmo processo, consiste em produzir sem troca de gametas ou recombinação genética, novos indivíduos que sejam geneticamente idênticos à planta mãe. A multiplicação assexuada, baseia-se nos princípios básicos de totipotência, que está relacionada ao fato de que cada célula vegetal possui toda a informação genética necessária para perpetuar a espécie e a desdiferenciação, que é a capacidade dos tecidos vegetais e das células somáticas

de voltarem ao estado meristemático e se diferenciarem em outros tecidos da planta como raízes, brotos, entre outros (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; FERRARI et al., 2004; HARTMANN et al., 2011).

Esta multiplicação é preferida à sexuada por reduzir o período juvenil da descendência, além de manter as características agronômicas desejáveis da planta matriz (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005). Diferenças fenotípicas observadas em plantas multiplicadas assexuadamente são unicamente atribuídas aos efeitos da interação do genótipo com o ambiente (XAVIER et al., 2013).

O processo responsável pelo controle, desenvolvimento e crescimento das plantas multiplicadas assexuadamente é a mitose, enquanto que para o ciclo sexuada é a meiose. Para a multiplicação assexuada, são utilizadas partes de plantas, também chamadas de propágulos, que podem ser os mais diversos: estacas, estruturas florais, segmentos vegetativos, estruturas especializadas (gemas, calos, bulbos, etc), sendo que o uso de um, em detrimento de outro, varia de acordo com a disponibilidade do material e sucesso do processo (XAVIER et al., 2013). As principais técnicas de propagação utilizadas em escala comercial são estaquia, alporquia e enxertia, cada uma com suas particularidades, vantagens, desvantagens e fatores que influenciam na sua eficácia (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN et al., 2011).

Essas técnicas compõem uma alternativa para a superação das dificuldades existentes na multiplicação de espécies nativas, podendo ser usadas com finalidades comerciais ou ainda atuar no resgate e conservação dos recursos genéticos (DIAS et al., 2012).

Estaquia

A estaquia caracteriza-se pela formação adventícia de tecidos (raízes e/ou brotos) nas estacas coletadas de uma planta matriz. Estacas são todo e qualquer segmento (ramos, folhas ou raízes), destacados da planta mãe (matriz), que seja apto ao enraizamento ou brotação adventícia, quando submetido às condições que o favoreçam. Uma vez retirada da planta matriz, a estaca deve ser alocada em condições que favoreçam a formação dos tecidos adventícios, sejam eles raízes e/ou brotos. É necessária atenção especial para o microclima formado (disponibilidade de água, luz, umidade relativa do ar, entre outros); fatores edáficos, o substrato onde as raízes irão se desenvolver e, ainda, fatores bióticos (interação dos propágulos com outros organismos benéficos ou maléficos) (HARTMANN et al., 2011).

A formação adventícia de raízes inicia-se pela desdiferenciação celular, que é o retorno da célula ao seu estado meristemático, passando pela multiplicação meristemática e por fim a emergência dos primórdios radiculares (HARTMANN et al., 2011), e depende de uma série de fatores, como as condições da planta matriz (nutricionais, hormonais, fitossanitárias e idade), o tipo de estaca coletado, a época de coleta, facilidade ao enraizamento adventício, oxidação de compostos fenólicos, temperatura, umidade, luz, substrato e o ambiente para o condicionamento das estacas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A formação dos primórdios radiculares pode ocorrer de forma direta, normalmente a partir de células parenquimáticas (EVERT, 2006) próximas do sistema vascular, ou indireta, quando ocorre após a formação de aglomerados de células parênquimáticas em diferentes estágios de lignificação, chamados de calos (HARTMANN et al., 2011).

Muitas espécies de plantas cujo enraizamento adventício não ocorre facilmente, apresentam a formação de calos antes dos primórdios radiculares, dando a impressão de que a formação do calo é essencial para a formação do primórdio radicular, porém, enquanto algumas espécies dependem disso, outras não, indicando independência entre os processos (ZUFFELATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). O sucesso da técnica de estaquia está relacionado à correta escolha e manejo das plantas matrizes, manejo das estacas coletadas e manutenção de condições ambientais durante o processo de enraizamento (HARTMANN et al., 2011).

A aplicação de reguladores vegetais já é uma técnica consolidada no tratamento das estacas com o objetivo de estimular, melhorar a qualidade e promover a formação de raízes adventícias. O ácido indolbutírico (AIB) é uma dentre várias substâncias do grupo das auxinas sintéticas em escala comercial, sendo o regulador vegetal mais utilizado devido a sua estabilidade química quanto à fotodegradação (FACHINELLO et al., 1995), lenta oxidação e contínua transformação em ácido indolacético (AIA) (BARTEL et al., 2001), além de sua capacidade de induzir tecidos a translocar auxinas endógenas (TEALE et al., 2006).

A aplicação exógena de reguladores vegetais na base das estacas, pode ser feita por diferentes vias ou veículos de aplicação, sendo as principais, a forma líquida e em pó (YAMAMOTO et al., 2010). Hartmann et al. (2011) evidenciaram que a via líquida é normalmente mais efetiva do que a em pó, no entanto, Fachinello, Hoffman e Natchigal (2005) afirmaram que a aplicação na forma de pó garante maior facilidade de preparo e durabilidade da mistura.

No caso específico das mirtáceas, um dos grandes entraves ao enraizamento adventício de estacas está no processo oxidativo de compostos fenólicos, que pode ser facilmente observado na região do corte. Essa oxidação resulta na liberação de exsudados, que podem ser tóxicos aos tecidos das estacas (FACHINELLO et al., 1995; LATTUADA et al., 2010).

Os compostos fenólicos são substâncias oriundas do metabolismo secundário das plantas, compostas de uma hidroxila associada a um anel aromático. Com grande diversidade de formas e funções, atuam desde a defesa contra herbivoria e patógenos, até a atração de agentes polinizadores e dispersores de frutos, absorção de radiação ultravioleta ou, ainda, redução do crescimento de plantas próximas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Buscando a redução dos efeitos da oxidação dos compostos fenólicos, algumas técnicas podem ser aplicadas às estacas, como sua lavagem em água e o uso de substâncias antioxidantes. A lavagem atua promovendo a lixiviação de alguns desses compostos (CAMPOS et al., 2005), enquanto que as substâncias como a polivinilpirrolidona (PVP), o ácido ascórbico, o ácido cítrico, o carvão ativado, a L-cisteína, o ditiotreitol, a tiureia, a água de coco e a albumina de soro bovino, inibem a síntese e/ou ação das enzimas associadas ao processo oxidativo, podendo ainda atuar na adsorção das mesmas (GOULART; XAVIER, 2010).

Além do citado, lesões na base da estaca podem ser realizadas de modo a garantir maior contato dos reguladores aplicados ou para a minimizar os efeitos de tecidos fibrosos e/ou lignificados, como de anéis esclerenquimáticos, muito embora, o enraizamento adventício esteja mais associado ao potencial genético e às condições fisiológicas, do que com a própria presença dessas barreiras (HARTMANN et al., 2011). Tais lesões levam ao aumento da taxa respiratória, assim como dos teores de auxina, carboidratos e etileno na área lesionada, favorecendo a emissão de raízes (FACHINELLO et al., 1995).

O condicionamento das estacas em ambiente que favoreça o enraizamento é essencial, uma vez que os fatores exógenos de fotoperíodo, umidade relativa, temperatura, substrato, entre outros, estão interligados aos fatores endógenos como nível de auxinas e outros compostos (carboidratos, fenólicos) (HARTMANN et al., 2011). A temperatura, por exemplo, tem papel fundamental no processo de rizogênese, que está associada ao processo de divisão celular mitótico, a velocidade e eficiência da divisão celular (MARTINS et al., 2015), atuando sobre o metabolismo das estacas (XAVIER et al., 2013).

O desenvolvimento das raízes adventícias ocorre em contato direto com o substrato em que as estacas são alocadas (WENDLING et al., 2002), portanto, a escolha do material a ser

utilizado deve ser feita de forma criteriosa para cada espécie. Além de influenciar no percentual de enraizamento, o substrato atua também na qualidade das raízes formadas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Uma vez coletadas, as estacas continuam seu metabolismo, ocasionando perda de água, porém, como não possuem raízes, não há reposição dessa água perdida, o que pode levar ao murchamento e morte das estacas por desidratação. De modo a prevenir isso, e garantir a turgidez celular, a nebulização intermitente atua mantendo o equilíbrio hidrostático nas folhas, câmara subestomática, reduzindo a perda de água e permitindo que a multiplicação celular aconteça (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN et al., 2011).

Outro grande problema da técnica de estaquia, especialmente para espécies lenhosas e florestais, está na obtenção de propágulos (estacas) viáveis, com capacidade de enraizamento e desenvolvimento. Muitas vezes os genótipos a serem multiplicados provêm, obrigatoriamente, de plantas maduras. Tecidos maduros, tem o enraizamento adventício dificultado, pois a capacidade de desdiferenciação reduz conforme ocorre o envelhecimento ontogenético dos tecidos, portanto, o principal desafio é a obtenção de materiais com características de menor grau de maturidade para serem submetidos a técnica (FERRARI et al., 2004).

Buscando contornar tal problema e aumentar os níveis de sucesso no enraizamento das estacas, técnicas de rejuvenescimento de matrizes como o cultivo seriado de estacas *in* ou *ex vitro* (miniestaquia ou microestaquia), ou ainda técnicas de indução de brotação para a formação de materiais juvenis, de fácil enraizamento são utilizadas. O manejo das condições da planta matriz, como a nutrição mineral, a irrigação, a temperatura, o fotoperíodo, também devem estar adequados para garantir bom desenvolvimento. Outra técnica que auxilia na obtenção de materiais de maior potencial de enraizamento é o estiolamento de ramos (total ou localizado), que atua alterando balanços endógenos de compostos ou até alterando características anatômicas dos tecidos (HARTMANN et al., 2011).

Já aplicada a espécies de mirtáceas de valor comercial, principalmente do gênero *Eucalyptus*, a técnica de estaquia pode ser viável para propagar espécies de plantas nativas (DIAS et al., 2012).

Apesar da divergência de resultados e dificuldade de enraizamento, outras espécies de mirtáceas têm sido amplamente estudadas quanto a multiplicação via estaquia. A goiabeira por exemplo, apresentou resultados satisfatórios, de 40 até 89% de estacas enraizadas, que

variou de acordo com a cultivar utilizada (COSTA JÚNIOR et al., 2003; VALE et al., 2008; YAMAMOTO et al., 2010; ZIETMANN; ROBERTO, 2007) assim como a jabuticabeira, que apresentou enraizamento variando de 30 a 50%, dependendo do tipo de estaca e espécie utilizada (PEREIRA et al, 2005; SASSO et al., 2010).

Alporquia

A propagação pela técnica da alporquia, de modo similar à estaquia, fundamenta-se no enraizamento adventício, sendo seu uso recomendado para plantas cujo enraizamento de estacas é difícil. Diferente da técnica da estaquia, na alporquia, o enraizamento ocorre enquanto o ramo continua ligado à planta matriz. A alporquia é, na verdade, uma modificação da técnica de mergulhia, sendo também conhecida como mergulhia aérea (HARTMANN et al., 2011).

O procedimento para a prática da alporquia inicia-se com a seleção dos ramos e deve ser realizada na primavera ou verão em ramos oriundos da última temporada de crescimento. Uma vez escolhidos os ramos, a prática do anelamento deve ser realizada para a remoção do tecido condutor de fotoassimilados (floema) e a exposição do câmbio vascular. Após realizado esse procedimento, a área do corte deverá ser coberta com um substrato que garanta a retenção local de umidade, como a fibra de coco ou outro substrato comercial, que, fixado no ramo com auxílio de coberturas plásticas de polietileno e amarradas com barbantes, evita a perda de água (HARTMANN et al., 2011).

Ligado à planta matriz, o alporque recebe água e nutrientes através do xilema enquanto que carboidratos e hormônios, principalmente a auxina, produzidos nos meristemas e folhas, acumulam-se na região do anelamento (ALMEIDA et al, 2010). O processo de enraizamento é estimulado pelo acúmulo de auxinas na região do anelamento, que também pode ser aplicada de forma exógena, utilizando AIB (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005), enquanto que os carboidratos oriundos da fotossíntese atuam como fonte energética para a divisão celular (SIQUEIRA, 1998). Uma vez que houve a formação das raízes adventícias, o alporque pode ser desligado da planta matriz e transplantado para vasos ou outros recipientes para que o sistema radicular se desenvolva (HARTMANN et al., 2011).

Padrões sazonais e técnicas de rejuvenescimento e revigoramento também interferem no sucesso da adoção da técnica. Hartmann et al. (2011) afirmaram que a alporquia é

comumente realizada em ramos oriundos das brotações de primavera do ano anterior, assim como em brotações juvenis e mais vigorosas obtidas pela adoção da técnica da poda.

O tamanho do anel realizado para cessar o fluxo do floema, o substrato (CITADIN et al., 2004), a concentração do regulador vegetal (ALTHAUS-OTTMANN et al., 2006; BITTENCOURT et al., 2007;) e a época de realização utilizado (CASSOL et al., 2015), são fatores que têm sido amplamente estudados na técnica da alporquia. Danner et al. (2006) verificaram em *Plinia trunciflora* (jabuticabeira), que a época de realização da alporquia pode, em alguns casos, dispensar a aplicação de auxinas sintéticas (AIB), técnica muito comum para estimular a rizogênese.

De forma geral, a técnica de alporquia apresenta-se promissora para a formação de mudas em espécies cujo enraizamento de estacas é difícil (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005), sendo sua principal vantagem, a conexão com a planta matriz, o que permite menor cuidado com as condições ambientais (BORDIGNON; MEDINA FILHO, 2004).

Enxertia

A enxertia trata-se do processo de união de duas partes de tecidos vegetais, de modo que se unam e desenvolvam como uma única planta, e, diferente das técnicas anteriores, não depende do processo de enraizamento adventício, mas sim do processo de cicatrização (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Os tecidos vegetais unidos que compõem uma planta enxertada são o enxerto, responsável pela formação da parte aérea da planta (ou copa) e o porta-enxerto, responsável pela formação do sistema radicular da mesma. O sucesso da união copa/porta-enxerto depende de uma série de fatores, dentre eles, das espécies envolvidas no processo, das condições climáticas durante o período da enxertia e cicatrização, da habilidade do enxertador, responsável pela realização da enxertia e das condições nutricionais, hormonais e fitossanitárias das plantas fornecedoras dos enxertos e dos porta-enxertos (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN et al., 2011).

A união do enxerto ao porta-enxerto caracteriza-se pela ocorrência de três grandes eventos: a adesão, que é a união dos diferentes materiais, de modo a garantir o contato das regiões do cambio vascular de ambas as partes; a formação do calo (garantindo adesão), que se dá pela proliferação desordenada de células parenquimáticas em resposta à lesão ocorrida

no tecido, células que pertencem ao tecido vegetal fundamental e tem capacidade de multiplicação e crescimento (EVERT, 2006) e a diferenciação, que garante a união e reestabelecimento do xilema e floema, os tecidos vasculares do enxerto e porta-enxerto (HARTMANN et al., 2011).

Amplamente utilizada em espécies frutíferas para obtenção de características desejáveis do porta-enxerto, como redução/aumento de vigor ou resistência à pragas e doenças, substituição de copas ou de porta enxerto em caso de questões fitossanitárias, redução do período juvenil, manutenção de produção, melhoria da qualidade dos frutos e permitir o estudo dos processos fisiológicos do desenvolvimento das plantas (HARTMANN et al., 2011).

Assim como as demais técnicas de propagação, a enxertia busca também a fixação de genótipos de interesse comercial, seja pelo tamanho do fruto, por suas qualidades organolépticas ou pela produção (LATTUADA et al., 2010). No entanto, espécies da família Myrtaceae podem apresentar lignificação do lenho e oxidação de compostos fenólicos, o que dificulta o processo de cicatrização e fixação do enxerto (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Franzon (2008) sugere que o uso de materiais mais verdes, ou seja, menos lignificados, pode trazer melhores resultados à enxertia, enquanto Bezerra et al. (2002) sugeriram o uso de ramos lenhosos, mais lignificados, ambos apresentando resultados similares para pitangueira (*E. uniflora* L.). Lattuada et al. (2010) explicaram que o nível de lignificação dos ramos está relacionado ao diâmetro dos mesmos, e que ramos mais finos, mais herbáceos, apresentam células menos lignificadas e com menor quantidade de compostos fenólicos, o que facilita a cicatrização e está diretamente relacionado ao sucesso da enxertia.

Grande parte dos trabalhos realizados com enxertia dentro da família Myrtaceae utilizaram porta-enxertos com diâmetros que variaram de 0,1 cm para cerejeira do rio grande (*E. involucrata* DC.), 0,2 cm para pitangueiras (*E. uniflora*), 0,6 cm para jabuticabeiras (*P. cauliflora*) e até 1 cm para camu-camu (*M. dubia*) (CASSOL et al., 2017; FRANZON et al., 2010; LATTUADA et al., 2010; SUGUINO et al., 2003). A enxertia verde, muito comum na cultura da videira (ROBERTO et al., 2004), pode reduzir custos de produção de mudas (KITAMURA; LEMOS, 2004) e também ser aplicada em espécies de mirtáceas, por utilizar material vegetal com menor concentração de compostos fenólicos.

Outro fator de grande importância para o sucesso da enxertia diz respeito ao tipo de enxertia a ser realizada. A enxertia pode ser classificada quanto ao método utilizado ou quanto à sua época de realização. A época mais comum para a espécies frutíferas é a primavera/verão, que varia dos meses de setembro a março, possibilitando a obtenção da muda em apenas um ciclo vegetativo, enquanto o período de outono/inverno, que corresponde aos meses de abril a agosto, o desenvolvimento das plantas será mais lento, pela ocorrência de baixas temperaturas. Os métodos de enxertia por borbulhia e garfagem, diferem entre si pela quantidade de gemas presente no enxerto, enquanto a borbulhia apresenta única gema, na garfagem utiliza-se um ramo com várias gemas (garfo) e também pelos cortes efetuados entre as combinações (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Testes de enxertia com jabuticabeira, pitangueira, camu-camu, em diferentes combinações de porta-enxertos, utilizaram-se, em sua maioria, a enxertia por garfagem em fenda cheia como método de trabalho, verificando o sucesso da técnica, embora tenham sido observadas diferenças existentes nas combinações enxerto/porta-enxerto das diferentes espécies (CASSOL et al., 2017; FRANZON et al., 2010; LATTUADA et al., 2010; SUGUINO et al., 2003). Diferentes acessos de pitangueira enxertados por garfagem, apresentaram variação de 40 a 87,5% de cicatrização do enxerto (FRANZON et al., 2010).

O não desenvolvimento da planta ou fixação do enxerto pode ser causado pela incompatibilidade. Anormalidades anatômicas, respostas fisiológicas adversas (compostos tóxicos, diferença de crescimento, etc) ou ainda transmissão de patógenos (vírus e/ou fitoplasmas) podem levar à incompatibilidade de materiais e morte da planta. Quanto maior a proximidade genética, menores as chances de ocorrência de incompatibilidade, porém, espécies diferentes podem ser enxertadas com sucesso (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN et al., 2011).

Para a família das mirtáceas, a compatibilidade interespecífica apresenta grau muito variável. Franzon et al. (2013) verificaram fixação de 1,3% dos enxertos de pitangueira em uvaieiras (*E. pyriformis*) enquanto que sobre guabijuzeiros (*Myrcianthes pungens*) o valor chegou a 41,3%, apesar de ter sido observado desenvolvimento lento das plantas o que pode ser um indício da ocorrência de incompatibilidade. Suguino et al. (2003) também verificaram a incompatibilidade na enxertia de camu-camu (*M. dubia*) sobre porta-enxertos de goiabeira (*Psidium guajava*) e pitangueira, que nesses casos pode estar relacionada às diferenças fisiológicas, especialmente no que diz respeito aos compostos fenólicos.

Inexistem trabalhos científicos sobre a adoção dos diferentes métodos de propagação para o cambucizeiro, que garantam uniformidade das plantas com relação a tamanho, produção e qualidade de frutos, características de extrema importância quando se pretende fixar materiais genéticos com características superiores.

Referências

ABAD, M.; NOGUEIRA, P. Substratos para El cultivo sin suelo y fertirrigación. In: Cadahía, C. (Coord.) **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Ediciones 1998.

ADAMS, C.A.; RINNE, R.W. Moisture content as a controlling factor in seed development and germination. **International Review of Cytology**, v.1, n.1, p. 1 – 8, 1980.

ADATI, R.T. **Estudos biofarmagnóstico de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum. Myrtaceae**. 2001. 128 p. Dissertação (Mestrado em Farmacognosia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

ALPERT, P.; OLIVER, M. J. Drying without dying. In: BLACK, M.; PRITCHARD, H. W. (Ed.) **Dessication and Survival in Plants: Drying without Dying**. Wallingford, CABI Publishing, p. 4 – 43, 2002.

ALTHAUS-OTTMAANN, M.M.; LEAL, L.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetativa de manacá (*Brunfelsia uniflora* (Pohl.) D. Don). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.12, n.1, p. 31-36, 2006.

ANDRADE, B. A. G. F.; FONSECA, P. Y. G.; LEMOS, F. (Org.). **Cambuci – o fruto, o bairro, a rota: história, cultura, sustentabilidade e gastronomia**. - - São Paulo: Ourivesaria da Palavra, 2011, 176p.

ANDRADE, R. N. B. de; FERREIRA, A. G. Germinação e armazenamento de sementes de uvaia (*Eugenia pyriformis* Camb.) – *Myrtaceae*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 118-125, 2000.

AZEVEDO, M. C. S.; SILVA, R. R. E.; JACOMINO, A. P.; GENOVESE, M. I. Physicochemical variability of cambuci fruit (*Campomanesia phaea*) from the same orchard, from different locations and at different ripening stages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 97, 526-535, 2017.

BAGETTI, M. **Caracterização físico-química, compostos fenólicos majoritários da fruta e atividade antioxidante da geleia de cambuci (*Campomanesia phaea* O. Berg.)**.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP, [s.n.], 2014.

BARBEDO, C. J.; MARCOS FILHO, J. M. Tolerância à dessecação em sementes. **Acta Botanica Brasilica**, v. 12, p. 145 - 164, 1998.

BARTEL, B.S.; LECLERE, M.M.; ZOLMAN, B.K. Inputs to the active indole-3-acetic acid pool: de novo synthesis, conjugate hydrolysis, and indole-3-butyric acid b-oxidation. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 20, p. 198-216. 2001.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of Development and Germination**. New York, Plenum Press, 1994, 455p.

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; FREITAS, E.V. de; SILVA JÚNIOR, J.F. da. Propagação de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pelo método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.160-162, 2002.

BITTENCOURT, J.; MAYER, J.L.S.; ZUFELLATO-RIBAS, K.C. Propagação vegetativa de *Ginkgo biloba* por alporquia. **Rev. bras. pl. med.**, Botucatu – SP, v. 9, n. 2, p. 71-74, 2007.

BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H. P. Alporquia em café: técnica simples para clonar e preservar nossos estratégicos recursos genéticos. **O Agrônomo**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 10-11, 2003.

CAMPANINI, C.; LAMANO-FERREIRA, A. P. N.; FRANCOS, M. S.; LAMANO-FERREIRA, M. Etnoecologia do cambuci (*Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum) pela população de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 10, n. 4, p. 1179-1203, 2017.

CAMPOS, A. D.; ANTUNES, L. E. C.; RODRIGUES, A. C.; UENO, B. **Enraizamento de estacas de mirtilo provenientes de ramos lenhosos**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2005. (Comunicado Técnico n.133). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/745235/enraizamento-de-estacas-de-mirtilo-provenientes-de-ramos-lenhosos>> Acesso em: 12 dez. 2017.

CARDOSO, C.M.V.; SAJO, M.C. Nervação foliar em espécies brasileiras de *Myrtaceae* Adans. **Acta bot. Bras.**, p. 657-669, 2006.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba, UFPR/FUPEF; UENF, 1995, 451p.

CASSOL, D.A.; PIROLA, K.; DOTTO, M.; CITADIN, I.; MAZARO, S.M.; WAGNER JR., A. Grafting technique and rootstock species for the propagation of *Plinia cauliflora*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, n.2, 2017.

CASSOL, D.A.; WAGNER JÚNIOR, A.; PIROLA, K.; DOTTO, M.; CITADIN, I. Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jabuticabeira por alporquia. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 37, n.1, p. 267-272, 2015.

CITADIN, I.; MATTEI, D.; CARNIELETTO, C. E.; DE COL, M. A.; CORRÊA, W. **Propagação de jabuticabeira (*Plinia cauliflora*) por alporquia**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.

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

COSTA JÚNIOR, W. H.; SCARPARE FILHO, J. A.; BASTOS, D.C. Estiolamento da planta matriz e uso de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de goiabeiras. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 25, n. 2, p. 301-304, 2003.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. Boston: Houghton Mifflin, 1968, 396p.

CRONQUIST, A. A commentary of the definition of order *Myrtales*. Missouri: **Ann. Missouri Bot. Gard.**, v. 71, p. 780-782, 1984.

DONATO-PESTANA, C. M.; MOURA, M. H. C.; ARAUJO, R. L.; SANTIAGO, G. L.; BARROS, H. R. 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**, 19, 42 – 49, 2018.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A.A.; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; DONAZZOLO, J.; SASSO, S.A.Z. Enraizamento de jabuticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Rev. bras. frutic.**, Jaboticabal – SP, v.28, n.3, p. 530-532, 2006.

DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesq. Flor. bras.**, Colombo, v. 32, n.72, p. 453-462, 2012.

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

DURE III, L.S. Seed formation. **Annual Review of Plant Physiology**, n. 26, p., 259-278, 1975.

EVERT, R.F. **Esau's Plant anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the plant body: Their structure, Function and Development**. 3rd. Ed., 2006, 606p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds.) **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2005, 221p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas fruteiras de clima temperado**. Pelotas: EDUFPEL, 2.Ed., 1995.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo, Embrapa Florestas, documentos, 94, 2004, 22p.

FLORIANO, E. P. Germinação e dormência de sementes florestais. *In*: HOPPE, J.M. (Org.) **Produção de sementes e mudas florestais**, Caderno didático n^o 1, Santa Maria, [s.n.], 2004, 388p.

FRANZON, R.C.; GONÇALVES, R.S.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B. Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) do sul do Brasil por enxertia de garfagem. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p.262-267, 2010.

FRANZON, R.C.; GONÇALVES, R.S.; RASEIRA, M.C.B.; ANTUNES, L.E.C. **Porta-enxertos e épocas de enxertia na propagação de pitangueira (*Eugenia uniflora*)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013, 18p.

FRANZON, R.C. **Propagação vegetativa e modo de reprodução da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.)**. 2008. 102 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

GEMTCHUJNICOV, I.D. **Manual de taxonomia vegetal: plantas de interesse econômico, agrícola, ornamentais e medicinais**. São Paulo, Ceres, 1976, 368p.

GENTRY, A.H. Flowering phenology and diversity in tropical *Bignoniaceae*. **Biotropica**, v.6, p.64-68, 1974.

GONÇALVES, A.L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. *In*: MINAMI, K. (Ed). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Queiroz, p. 107-115., 1995.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. C. P. Polinização e dispersão de sementes em *Myrtaceae* do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

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.

GOULART, P. B.; XAVIER, A. Influência do modo de acondicionamento de miniestacas no enraizamento de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.34, n.3, p. 407-415, 2010.

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.

IUCN, 2009. IUCN redlist of threatened species. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/35332/9927420>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2018.

JORGE, L. I. F. **Caracterização farmacobotânica e microscopia alimentar de seis espécies brasileiras de Myrtaceae Jussieu**. Dissertação (Mestrado em Farmacognosia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 140p., 1992.

KITAMURA, M.C.; LEMOS, E.E.P. Enxertia precoce da gravioleira (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p. 186-188, 2004.

KRAMER, K. L.; KOSLOWSKI, T. T. **Physiology of Trees**. New York, McGraw and Hill Book Co, 1960, 642p.

LANDRUM, L.R. *Campomanesia*. In: **Flora neotrópica**. Nova Iorque: The New York Botanical Garden, v.45, p. 7-72, 1986.

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

LATTUADA, D. S.; SOUZA, P. V. D.; GONZATTO, M. P. Enxertia herbácea em nativas do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v.32, n.4, p.1285-1288, 2010.

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, 123 p., Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

LEÃO, N. V. M.; OHASHI, S. T.; FREITAS, A. D. D.; NASCIMENTO, M. R. S. M.; SHIMIZU, E. S. C.; REIS, A. R. S.; GALVÃO FILHO, A. F.; SOUZA, D. **Colheita de sementes de e produção de mudas de espécies florestais nativas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015, 47p.

LEGRAND, C.D.; KLEIN, R.M. Mirtáceas: *Campomanesia*. In: REIZ, P.R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p. 573-623, 1977.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 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.

MALUF, A.M.; PISCIOTTANO-EREIO, W.A. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.7, p.707-714, 2005.

MARTINS, W.A.; MANTELLI, M.; SANTOS, S.C.; NETTO, A.P.C.; PINTO, F. Estaquia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. **Revista de Ciências Agrárias**, Dourados, MS, v. 38 (1), p. 58-64, 2015.

MARCOS-FILHO, J. **Seed Physiology of Cultivated Plants**. Londrina, PR: ABRATES, 617p., 2ed., 2016.

MINAMI, K., SALVADOR, E. D. **Substrato para plantas**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP. Piracicaba – SP. Ed Degaspari, 2010.

MOREIRA, R. O. **Desenvolvimento de marcadores microssatélites e análise de diversidade e estruturagenética de cambuci (*Campomanesia phaea*)**, 2017, 88p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo.

PEREIRA, M.; OLIVEIRA, A. L.; GONÇALVES, A. N.; ALMEIDA, M. Efeitos de substratos, valores de pH, concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jabuticabeira [*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) O. Berg.]. **Scientia florestalis**, n. 69, p. 84 – 92, 2005.

PIZO, M.A. **The seed dispersers and fruit syndromes of Myrtaceae in Brazilian Atlantic forest**. In: LEVEY, D.J.; SILVA, W.R.; GALETTI, M. (Eds) *Frugivores and seed dispersers. Biodiversity and conservation perspectives*. Wallingford: CABI Publishing, p.129-143, 2002.

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

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1977, 289p.

ROBERTO, S.R.; NEVES, C.S.V.J.; JUBILEU, B.S.; AZEVEDO, M.C.B. Produção de mudas de videira ‘ITÁLIA’ através de enxertia verde em porta-enxerto propagado por estacas herbáceas. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.127-130, 2004.

SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I; DANNER, M.A. Propagação de jabuticabeira por estaquia. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.32, n.2, p. 577-583, 2010.

SIQUEIRA, D.L. de. **Produção de mudas frutíferas**. Viçosa: CPT, 1998, 74p.

STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D.P.; KAMINO, L.H.Y. (Eds). **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009, 516p.

SUGUINO, E.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; ARAÚJO, P.S.R.; SIMÃO, S. Propagação vegetativa de camu-camu por meio da enxertia intergenérica na família Myrtaceae. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1477-1482, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 858 p.

TEALE, W. D.; PAPANOV, I. A.; PALME, K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. **Nature Reviews. Molecular Cell Biology**, London, v.7, p. 847-859, 2006.

TOKAIRIN, T. O.; BREMER NETO, H.; JACOMINO, A. P. Cambuci – *Campomanesia phaea* (O.Berg) Landrum. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E.O; BRITO, E. S. **Exotic fruits: reference guide**. Elsevier, p.91-96, 2018.

TOKAIRIN, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017, 133p. Tese (Doutorado) - - USP/ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo.

VALE, M. R.; CHALFUN, N. N. J.; MENDONÇA, V.; MIRANDA, C. S.; COELHO, G. V. A. Ácido indolbutírico e sacarose no enraizamento de estacas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Caatiga**, Mossoró, RN, v. 21, n. 3, p. 69 – 74, 2008.

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 27, n.2, p. 241-244, 2005.

WENDLING, I.; DUTRA, L.F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. [recurso eletrônico]. Colombo: Embrapa Florestas, Documentos, 79, CD-rom., 2006.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, (Coleção Jardinagem e Paisagismo. Série Produção de Mudas Ornamentais), 2002a, 165 p.

WENDLING, I.; FERRARI, M.P.; GROSSI, F. **Curso instensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo: Embrapa Florestas, Documentos, 79, 2002b, 48p.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2013, 279p.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. ‘Século XXI’ tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p.1037-1042, 2010.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e século XXI. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, SP, v.29, n.1, p. 031- 036, 2007.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. Curitiba: [K. C. Zuffellato-Ribas], 2001, 39p.

CAPÍTULO 1: TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO EM SEMENTES DE *Campomanesia phaea* (O. BERG. LANDRUM)

Resumo

Este trabalho objetivou avaliar a interferência da dessecação de sementes sobre a ocorrência de protrusão radicular e formação de plântulas normais de *Campomanesia phaea*. Sementes de cambuci, obtidas de frutos maduros de plantas matrizes adultas, foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ de modo a obter diferentes teores de água das sementes. As sementes foram então submetidas ao teste de germinação em delineamento inteiramente casualizado, a 25°C e fotoperíodo de 12 horas e avaliadas semanalmente, por um período de 90 dias, quanto ao número de sementes que apresentaram protrusão radicular, número de plântulas normais, número de sementes mortas e índice de velocidade de germinação (IVG). As porcentagens de protrusão radicular, de plântulas normais, de sementes mortas e IVG, não foram afetadas significativamente até o teor de água de 14,9%, enquanto que nos teores de 9,1% e 6,6%, houve redução significativa da protrusão radicular, do IVG e maior porcentagem de sementes mortas. As sementes de cambuci toleram dessecação até níveis de 15% de teor de água, sem perder viabilidade e o número de sementes que apresentam protrusão radicular aos 30 DAI dos testes de germinação é um bom indicador para estimar o número de plântulas normais que serão formadas aos 90 DAI.

Palavras-chave: Myrtaceae; Cambucizeiro; Teor de água; Viabilidade; Recalcitrante; Ortodoxa

Abstract

This work aimed to evaluate the interference of seed desiccation on the occurrence of root protrusion and the formation of normal seedlings of *C. phaea*. Seeds of cambuci fruits, obtained from mature fruits of adult plants, were submitted to oven drying with forced air circulation at $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ in order to obtain different water contents. The seeds were then submitted to the germination test in a completely randomized design at 25°C and 12 hours photoperiod evaluated weekly for a period of 90 days, regarding the number of seeds that showed root protrusion, number of normal seedlings, number of dead seeds and germination speed index (GSI). The percentage of root protrusion, of normal seedlings, of dead seeds and GSI, were not significantly affected until the water content of 14,9%, whereas in the contents of 9,1% and 6,6%, there was a significant reduction of root protrusion, GSI, and higher percentage of dead seeds. The cambuci seeds tolerate desiccation up to 15% of water content without losing viability and the number of seed that present root protrusion at the 30 DAI of the germination tests is a good indicator to estimate the number of normal seedlings that will be forms at 90 DAI.

Keywords: Myrtaceae; Cambuci tree; Water content; Viability; Recalcitrant; Orthodox

Introdução

A família Myrtaceae é composta por aproximadamente 6.000 espécies, que são divididas em 145 gêneros (THE PLANT LIST, 2013), presentes em praticamente todos os continentes, com exceção da Antártica (MARCHIORI; SOBRAL, 1997). Seus principais centros de diversidade estão localizados na Austrália, Sudeste Asiático e América do Sul (WILSON et al., 2001; 2005).

Na América do Sul, todos os representantes pertencem à subfamília Myrtoideae e no Brasil enquadram-se na tribo Myrteae (CORDEIRO, 2015; WILSON et al., 2005). Com mais de cem espécies amplamente distribuídas pelo território brasileiro, esta família representa grande patrimônio genético e potencial para exploração econômica (LATTUADA et al., 2010).

Algumas mirtáceas arbóreas, como o cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum), a goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* O. Berg Burret.), a guabirobeira arbórea (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.), a grumixameira (*Eugenia brasiliensis*), a cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC.) e a uvaieira (*Eugenia pyriformis* Camb) têm ganhado destaque graças às características organolépticas de seus frutos, potencial para exploração agrícola e uso em áreas degradadas (DELGADO, BARBEDO, 2007; GOMES et al., 2015; LATTUADA et al., 2010; VALLILO et al., 2005; VALLILO et al., 2008; ZILLO et al., 2013;).

O cambucizeiro, nativo da Mata Atlântica, ocorre nos estados da região Sudeste do Brasil (CNCFLORA, 2012; LORENZI et al., 2006;), sendo endêmico no estado de São Paulo, desde a Serra do Mar até o Planalto Paulista (LORENZI, 2002). A planta atinge de 8 a 16 metros de altura com tronco de 20 a 30 cm de diâmetro de aspecto descamado, assim como o de outras espécies da família Myrtaceae (ANDRADE et al., 2011). O fruto pode ser consumido *in natura*, apesar de seus baixos teores de carboidratos e acidez elevada, ou na forma processada (sucos, licores e geleias), mantendo as características organolépticas de conteúdo de ácido ascórbico, sais minerais e fibras alimentares desejáveis (TOKAIRIN et al., 2018; VALLILO et al., 2005).

Atualmente, a crescente demanda por frutos dessa espécie implica que o processo de produção de mudas, realizado predominantemente a partir de sementes, seja aprimorado, pois poucos são os estudos relacionados à germinação (GOMES et al., 2016; REGO et al., 2009) e ao armazenamento de sementes de cambucizeiro.

Sementes de diversas espécies da família Myrtaceae (*Calypttranthes lucida* Mart.; *Eugenia handroana* D. e *Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) têm apresentado comportamento recalcitrante, sensíveis à perda de água no processo de dessecação e armazenamento (CARVALHO et al., 2006; SCALON et al., 2012; YUYAMA et al., 2011), especialmente aquelas que apresentam teores de água elevados no ponto de maturidade fisiológica, como é o caso de muitas espécies do gênero *Eugenia* (DELGADO; BARBEDO, 2007; MASETTO et al., 2008). Para o gênero *Campomanesia*, há divergências nos resultados dos estudos no que diz respeito da tolerância das sementes à dessecação (MALUF; PISCIOTTANO-EREAIO, 2005; MELCHIOR et al., 2006).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência da dessecação de sementes sobre a ocorrência de protrusão radicular e formação de plântulas normais de cambucizeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análises de Sementes do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ (USP), em Piracicaba, São Paulo, Brasil, utilizando sementes de frutos de cambucizeiro, colhidos de um pomar comercial, de 13 anos, localizado no município de Natividade da Serra, SP (23° 31’ 27” S, 45° 27’ 12” O, 720 metros).

As sementes foram extraídas de frutos maduros com o auxílio de peneira, areia e água corrente. Primeiramente colocou-se a polpa dos frutos sobre uma peneira com areia, que foi friccionada para que as sementes fossem retiradas. Em seguida, procedeu-se a lavagem das sementes em água corrente, que posteriormente foram dispostas em jornal para a retirada do excesso de água superficial. Após o revolvimento manual da massa de sementes para fins de homogeneização, uma amostra foi retirada para determinação de teor de água inicial pelo método da estufa a $105\pm 3^{\circ}\text{C}/24$ horas (BRASIL, 2009), enquanto o restante das sementes foi armazenado em saco de plástico à prova de vapor d’água e colocado em câmara refrigerada a 20°C , pelo período de 2 dias.

A instalação do experimento iniciou-se quando as sementes foram submetidas ao processo de secagem em estufa com circulação forçada de ar, a $30\pm 2^{\circ}\text{C}$. A redução dos teores de água obtidos das secagens foi monitorada pelo uso de duas amostras previamente pesadas,

que foram submetidas à secagem com o restante das sementes. Conforme as amostras atingiam diferentes teores de água, 150 sementes foram retiradas, identificadas, alocadas em sacos de plástico transparentes à prova de vapor d'água e acondicionadas em câmara refrigerada a 20°C. Os tratamentos obtidos foram referentes aos diferentes teores de água: T1: testemunha (52,1%), T2 (46,2%), T3 (35,9%), T4 (32,8%), T5 (30,2%), T6 (23,4%), T7 (19,8%), T8 (14,9%), T9 (9,1%) e T10 (6,6%), valores com base em peso úmido.

Dois dias após a secagem, as sementes foram submetidas ao teste de germinação em delineamento inteiramente casualizado (DIC) composto de 10 tratamentos, com seis repetições por tratamento de 25 sementes cada. O teste foi realizado em rolos de papel tipo germitest contendo três folhas, umedecidos com água em volume equivalente a 2,3 vezes o peso do papel, que foram mantidos na posição vertical em câmara de germinação tipo Mangelsdorf (MA 401), a 25°C e fotoperíodo de 12 horas (GOMES et al., 2016).

Cada tratamento foi avaliado semanalmente, por um período de 90 dias, quanto ao número de sementes que apresentaram protrusão radicular (PR), número de plântulas normais (PN) e número de sementes mortas (SM). Após o período de avaliação foi realizado o cálculo do Índice de velocidade de germinação (IVG) para os 90 dias do experimento, conforme descrito por Maguire (1962): $IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$, em que G_1, G_2, G_n = número de plântulas normais em cada avaliação e N_1, N_2, N_n = número de dias após a última avaliação.

As médias obtidas ao final dos 90 dias de avaliação foram submetidas à análise de variância (ANOVA), de regressão e comparadas entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$). Além disso, foi realizada uma análise de correlação de Pearson entre o número de sementes com protrusão radicular aos 30 dias após a instalação do experimento (DAI) e o número de plântulas normais aos 90 DAI.

Resultados e Discussão

O teor de água inicial nas sementes apresentou média de 52,1% (Figura 1), valor similar ao encontrado por Maluf e Pisciotano-Ereio (2005) e Gomes et al. (2016), que observaram umidade de 48,7% e 54% em sementes de *C. phaea* e *C. xanthocarpa* (guabiroba), respectivamente. Por outro lado, outras espécies do mesmo gênero, como *C. guazumifolia* (sete-capotes), apresentaram teores de água iniciais baixos, inferiores a 10% (SANTOS et al., 2004) ou ainda intermediários como o caso de *C. pubescens* (gabirola de arbusto) de 35% (DOUSSEAU et al., 2011).

Valores elevados de teor de água inicial das sementes estão diretamente relacionados com a sensibilidade à dessecação (SCALON et al., 2012). Diversas espécies do gênero *Eugenia*, como *E. brasiliensis*, *E. uniflora* e *E. involucrata*, foram classificadas como recalcitrantes, por apresentarem perdas de viabilidade quando seus teores de água atingiam valores de 45 – 50%, tendo, estas espécies, teores de água iniciais variando de 47 a 65%, o que evidencia que a perda de água, mesmo que pouco expressiva pode levar a perda de viabilidade das sementes com essa característica fisiológica (DELGADO; BARBEDO, 2007).

Durante o período de secagem das sementes de cambucizeiro, foi observado redução lenta e gradual do teor de água durante o processo (Figura 1), assim como relatado para sementes de *C. phaea*, *C. pubescens* e *E. pyriformis* (DOUSSEAU et al., 2011; MALUF; PISCIOTTANO-EREIO, 2005; SCALON et al., 2012).

Figura 1. Teor de água das sementes de cambuci, base em massa úmida, durante o processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar, a $30 \pm 2^\circ\text{C}$, Piracicaba, SP, Brasil, 2018.

O processo de desidratação de sementes pode ocasionar perda de viabilidade e, para isso, é importante conhecer o teor de água de segurança, que pode ser atingido sem esta perda;

teor de água crítico, em que se pode notar perda da viabilidade; e o teor de água letal, no qual nenhuma semente germina (HONG; ELLIS, 1996).

Observou-se diferença significativa ($P < 0,01$) entre as médias dos teores de água testados para todos os parâmetros estudados: protrusão radicular, formação de plântulas normais, sementes mortas e IVG (Tabela 1).

Ao final dos 90 DAI, as médias das variáveis protrusão radicular e formação de plântulas normais não diferiram estatisticamente entre si até os 14,9% (T1 a T8), com valores de 80% e 57,33%, respectivamente, indicando que as sementes mantiveram sua viabilidade. No entanto, as médias dessas variáveis para os teores de água de 9,1% (T9) e 6,6% (T10) diferiram dos demais tratamentos, com valores inferiores à 52,67% para protrusão radicular e variação de 11,33 a 31,33% para a formação de plântulas normais (Tabela 1).

Tabela 1. Valores em porcentagem (%) de protrusão radicular (PR), formação de plântulas normais (PN) e sementes mortas (SM) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Campomanesia phaea* submetidas a diferentes graus de dessecação, aos 90 dias após a instalação do experimento, Piracicaba, SP, Brasil, 2018.

Teor de água (%)	Tempo de secagem	PR*	PN*	SM*	IVG*
	Minutos				
T1 (52,1)	0	84,00 a	68,80 a	14,00 a	2,34 a
T2 (46,2)	105	80,00 a	60,67 a	18,68 a	2,12 a
T3 (35,9)	240	86,00 a	76,67 a	13,33 a	2,69 a
T4 (32,8)	330	90,00 a	75,33 a	8,00 a	2,65 a
T5 (30,2)	360	90,67 a	78,00 a	9,33 a	2,72 a
T6 (23,4)	435	89,33 a	66,67 a	7,33 a	2,52 a
T7 (19,8)	510	96,67 a	84,00 a	3,33 a	2,83 a
T8 (14,9)	705	80,00 a	57,33 ab	16,00 a	1,96 ab
T9 (9,1)	952	52,67 b	31,33 bc	42,67 b	1,21 bc
T10 (6,6)	1158	34,67 b	11,33 c	62,00 c	0,38 c
Pr > F	-	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
F	-	35,03	22,52	31,04	24,21
CV (%)	-	10,27	19,39	41,70	18,25

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 1% de significância.

Esses resultados indicam que o teor de água crítico para as sementes de cambucizeiro é de 14,9%, embora alguns autores tenham relatado germinação das sementes até próximo a

3% de umidade (MALUF; PISCIOTTANO-EREIO, 2005), o que as classifica, em ambos os casos, como ortodoxas. Outros autores observaram redução do potencial fisiológico das sementes de *C. pubescens* e *E. pyriformis* em decorrência da dessecação, a partir de 30% de umidade, classificando-as como recalcitrantes (DOUSSEAU et al., 2011; SCALON et al., 2012).

Entre os tratamentos, diferenças significativas foram observadas apenas para o número médio de sementes mortas (Tabela 1), o que indica que quanto menor o teor de água da semente, maior mortalidade das mesmas. Os menores valores do teor mínimo de água observados no T10 (6,6%) e T9 (9,1%) resultaram numa mortalidade média das sementes superior a 60% e 42%, respectivamente. A tolerância à dessecação depende de uma série de sistemas de proteção a cada nível de remoção de água, estando o grau de resistência associado ao tipo de água removido em cada etapa e presença ou não desses sistemas (DELGADO; BARBEDO, 2007). Neste ensaio, teores de água mais baixos podem ter ultrapassado os níveis de resistência das sementes, levando a uma elevada taxa de mortalidade, contudo, as sementes de *C. phaea* (cambucizeiro) não apresentaram teores letais de água, uma vez que, para todos os teores de água avaliados, ocorreu germinação.

Conforme o teor de água das sementes foi reduzido, também foi observado diminuição do IVG (Tabela 1). Melchior et al. (2006) relataram comportamento semelhante em sementes de *C. adamantium* (gabioba), no qual a redução dos teores de água das sementes levou a uma menor porcentagem de germinação e do IVG.

A curva de regressão mostrou aumento progressivo do IVG, cujo máximo, de 2,63, foi alcançado com teor de água próximo a 31% (Figura 2), o que corresponderia a 346 minutos de secagem, valores similares ao observado por Dousseau et al. (2011) em *C. pubescens*. Esse aumento não foi suficiente para garantir diferenças significativas entre os tratamentos cujos teores de água das sementes encontravam-se próximos desse valor (Tabela 1).

Figura 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *C. phaea*, aos 90 dias após a instalação do experimento, em função do teor de água das sementes. Piracicaba, SP, Brasil, 2018.

O teste de correlação de Pearson apresentou-se significativo ($P < 0,01$) ao correlacionar as variáveis número de plântulas normais aos 90 DAI e número de sementes com protrusão radicular aos 30 DAI (Figura 3). A elevada correlação encontrada, de 82,67%, indica que os valores de plântulas normais ao fim do experimento, poderiam ser estimados com base no valor de sementes com protrusão radicular aos 30 DAI, o que implicaria na redução do período experimental em mais de 60 dias para testes de germinação com esta espécie que apresenta, naturalmente, germinação lenta.

Figura 3. Correlação e regressão quadrática entre o número de sementes de *C. phaea* com protrusão radicular aos 30 dias após a instalação do experimento e número de plântulas normais da espécie formadas aos 90 dias de sua instalação. Piracicaba, SP, Brasil, 2018.

Conclusões

- Sementes de *C. phaea* suportam a dessecação até níveis de 15% de teor de água, mantendo-se viáveis, independentemente do parâmetro de caracterização de germinação utilizado.
- O número de sementes de cambucizeiro que apresentam protrusão radicular aos 30 DAI dos testes de germinação é um bom indicador para estimar o número de plântulas normais que serão formadas aos 90 DAI.

Referências

- ANDRADE, B.A.G.F.; FONSECA, P.Y.G.; LEMOS, F. (Org.). **Cambuci – o fruto, o bairro, a rota: história, cultura, sustentabilidade e gastronomia**. São Paulo: Ourivesaria da Palavra, 2011, 176p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009, 399p.
- CARVALHO, L. R.; SILVA, E.A.A.; DAVIDE, A.C. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p. 15-25, 2006.
- CNCFLOA, Centro Nacional de Conservação da Flora. *Campomanesia phaea* (O Berg). Landrum, 2012. Acesso em: 15 de novembro de 2017.
- CORDEIRO, G.D. **Fenologia reprodutiva, polinização e voláteis florais do cambuci (*Campomanesia phaea* (O. Berg) Landrum 1984 – Myrtaceae)**. 2015. 89f. Tese (Doutor em ciências), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2015.
- DELGADO, L.F.; BARBEDO, C.J. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 265-272, 2007.
- DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A.A.; GUIMARÃES, R.M.; LARA, T.S.; CUSTÓDIO, T.N.; CHAVES, I.S. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1362-1368, 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, J. P.; OLIVEIRA, L.M.; FRANÇA, C.S.S.; DACOREGIO, H.M.; BORTOLUZZI, R.L.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, out- dez, 2015.
- HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996, 55p.
- LATTUADA, D.S. et al. Enxertia herbácea em Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1285-1288. 2010.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002, v.1, 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, 672p., 2006.

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

MALUF, A.M.; PISCIOTTANO-EREIO, W.A. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.7, p.707-714, 2005.

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

MASETTO T.E.; FARIA, J.M.R.; DAVIDE, A.C.; SILVA, E.A.A. Dessication tolerance and DNA integrity in *Eugenia pleurantha* O. Berg. (Myrtaceae) seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n. 2, p.051-056, 2008.

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

REGO, S.S.; NOGUEIRA, A.C.; KUNYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. Em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n.2, p.212-220, 2009.

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

SCALON, S.P.Q.; NEVES, E.M.S.; MASETO, T.E.; PEREIRA, Z.V. Sensibilidade à dessecação e ao armazenamento de sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. (Uvaia). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.34, n.1, p.269-276, 2012.

THE PLANT LIST (2013). A working list of all plant species. Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (Acesso em 30 de agosto de 2018).

TOKAIRIN, T. O.; BREMER NETO, H.; JACOMINO, A. P. Cambuci – *Campomanesia phaea* (O.Berg) Landrum.In: RODRIGUES, S.; SILVA, E.O; BRITO, E. S. **Exotic fruits**: reference guide. Elsevier, 2018, p.91-96.

TOKAIRIN, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017, 133p. Tese (Doutorado) - - USP/ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo.

VALLILO, M.I.; GARBELOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 241-244, 2005.

VALLILO, M.I.; MORENO, P.R.H.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A.; GARBELOTTI, M.L. Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa* Berg – Myrtaceae. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, p. 231-237, 2008.

WILSON, P.G.; O'BRIEN, M.M.; GADEK, P.A.; QUINN, C.J. Myrtaceae revisited: a reassessment of intrafamilial groups. **American Journal of Botany**, Bronx, v.88, n.11, 2013-2025, 2001.

WILSON, P.G.; O'BRIEN, M.M.; HESLEWOOD, M.M.; QUINN, C.J. Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a matK phylogeny. **Plant Systematics and evolution** 251: 3-19, 2005.

YUYAMA, K.; MENDES, N.B.; VALENTE, J.P. Longevidade de sementes de camu-camu submetidas a diferentes ambientes e formas de conservação. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.601-607, 2011.

ZILLO, R.R.; SILVA, P.P.M.; ZANATTA, S.; CARMO, L.F.; SPOTO, M.H.F. Qualidade físico-química da fruta *in natura* e da polpa de uvaia congelada. **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 293-298, 2013.

CAPÍTULO 2: EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Campomanesia phaea* (O. BERG. LANDRUM) EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Resumo

Além das características nutricionais e funcionais do fruto com potencial de exploração agrícola, o cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum), por ser uma espécie nativa da Mata Atlântica, apresenta aptidão para uso em reflorestamento de áreas degradadas. A produção de mudas é exclusivamente realizada pelo uso de sementes, portanto, o conhecimento de substratos agrícolas pode favorecer o processo de germinação e, sua utilização, deve possibilitar a formação de um sistema radicular desenvolvido e plântulas de tamanho uniforme. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência de diferentes substratos na emergência e desenvolvimento de plântulas de cambucizeiro. A semeadura foi realizada no outono (maio/2018) em bandejas de isopor de 72 células, contendo substrato comercial Basaplant® (T1), areia de textura média autoclavada (T2), turfa e perlita na proporção 1:1 (v/v) (T3), vermiculita expandida de granulometria média (T4) e terra de barranco (T5). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), contendo cinco tratamentos e quatro repetições, cada repetição composta de 18 sementes, totalizando 360 sementes. Plântulas cultivadas nos substratos Basaplant® (T1) e na mistura de turfa com perlita (T3) mostraram desempenho similar e melhor qualidade do sistema radicular. O uso de vermiculita (T4) apesar de antecipar a emergência das plântulas não garantiu a formação de plântulas de qualidade.

Palavras-chave: Myrtaceae; Cambucizeiro; Sistema radicular; Parte aérea; Vermiculita; Turfa

Abstract

In addition to the nutritional and functional characteristics of the fruit with potential for agricultural exploitation, the cambuci tree (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum), as a native species of the Atlantic Forest, presents aptitude for use in reforestation of degraded areas. The production of seedlings is exclusively carried out by the use of seeds, therefore, the knowledge of agricultural substrates can favor the germination process and its use should allow the formation of a developed root system and seedlings of uniform size. In this sense, the objective of this work was to evaluate the influence of different substrates in emergence and development of cambuci trees development. The sowing was done in autumn (May/2018) in 72 cell styrofoam trays containing commercial substrate Basaplant® (T1), medium-textured autoclaved sand (T2), peat and perlite in 1:1 (v/v) (T3), expanded vermiculite of medium granulometry (T4) and ravine earth (T5). The experimental design was the completely randomized, containing five treatments and four repetitions, each one composed of 18 seeds, totaling 360 seeds. Seedlings grown on the substrates Basaplant® (T1) and peat mix with perlite (T3) showed similar performance and better quality of the root system. The use of vermiculite (T4) in spite of anticipating the emergence of seedlings did not guarantee the formation of quality seedlings.

Keywords: Myrtaceae; Cambuci tree fruit; Root system; Shoot system; Vermiculite; Peat

Introdução

O cambucizeiro, nativo da Mata Atlântica, ocorre nos estados da região Sudeste do Brasil (CNCFLORA, 2012; LORENZI et al., 2006), sendo endêmico no estado de São Paulo, desde a Serra do Mar até o Planalto Paulista (LORENZI, 2002). Seu fruto pode ser consumido *in natura*, apesar de sua acidez elevada, ou mais comumente, na forma processada como sucos, licores e geleias, que mantêm os teores de ácido ascórbico, sais minerais e fibras alimentares (TOKAIRIN, 2017; TOKAIRIN et al., 2018; VALLILO et al., 2005).

Além das características organolépticas de seus frutos, há potencial para exploração agrícola do cambucizeiro, bem como de outras mirtáceas arbóreas para uso em áreas degradadas (DELGADO; BARBEDO, 2007; GOMES et al., 2015; LATTUADA et al., 2010; VALLILO et al., 2005; VALLILO et al., 2008; ZILLO et al., 2013;).

Na implantação das espécies nativas geralmente se utiliza mudas obtidas de sementes, que podem resultar em elevada variabilidade genética e interferir no desenvolvimento e longevidade das plantas no campo (GENTIL; MINAMI, 2005). Além disso, as sementes do cambucizeiro demoram a germinar (LORENZI, 2002), resultando em plântulas desuniformes, portanto, qualquer interferência que facilite esse processo seria benéfica a produção de mudas de qualidade.

O substrato agrícola pode favorecer o processo de germinação e sua utilização deve possibilitar a formação de um sistema radicular bem desenvolvido e plântulas de tamanho uniforme. Além disso, é importante que o substrato apresente facilidade de manuseio e tenha boa retenção de água, aeração, drenagem (KÄMPF, 2000), seja livre de microrganismos e substâncias tóxicas, mau cheiro, permitindo a esterilização física e química (MINAMI; SALVADOR, 2010).

Por serem escassos os relatos na literatura científica quanto ao uso de diferentes substratos no processo de germinação de sementes de cambucizeiro (BIANCHINI, 2015; GOMES et al., 2016; MALUF; PISCIOTTANO-EREIO, 2005; REGO et al. 2009;) realizou-se esse trabalho com o objetivo de verificar a influência de diferentes substratos no processo de emergência e desenvolvimento de plântulas de cambucizeiro.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em viveiro telado pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ (USP), em Piracicaba, São Paulo, Brasil (23° 42’ 29” S, 47° 37’ 45” O, 780 metros, clima Cwa), utilizando sementes de frutos de cambucizeiro, colhidos em maio de 2018, de um pomar comercial localizado no município de Natividade da Serra, SP, Brasil (23° 31’ 27” S, 45° 27’ 12” O, 720 metros).

Os frutos foram cortados com o auxílio de uma faca para a retirada da polpa, que foi posteriormente colocada sobre uma peneira e misturada com areia, para que as sementes fossem separadas após fricção, com maior facilidade. Procedeu-se então a lavagem das sementes em água corrente, que em seguida foram dispostas em jornal, para a retirada do excesso de água superficial.

A semeadura foi realizada no outono (maio/2018) em bandejas de isopor de 72 células, contendo substrato comercial Basaplant® (T1), areia de textura média autoclavada (T2), turfa e perlita na proporção 1:1 (v/v) (T3), vermiculita expandida de granulometria média (T4) e terra de barranco (T5). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), contendo cinco tratamentos e quatro repetições, cada repetição composta de 18 sementes, totalizando 360 sementes.

Os dados de precipitação mensal e média da umidade relativa e temperaturas mínima, média e máxima durante a condução do experimento, que foi realizado do fim do mês de maio até setembro, encontram-se na Tabela 1. Procedeu-se a irrigação das bandejas conforme necessário. Uma amostra de cada um dos substratos foi retirada e submetida a análise laboratorial para caracterização físico-química de seus componentes (Tabela 2).

A avaliação da emergência de plântulas foi realizada quinzenalmente, pelo período de 120 dias, desde a instalação do experimento, para cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE) em cada tratamento, conforme descrito por Maguire (1962): $IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n$, em que E_1, E_2, E_n = número de plântulas que emergiram em cada avaliação e N_1, N_2, N_n = número de dias após a última avaliação. As plântulas foram consideradas emergidas logo que apresentaram hipocótilo acima do nível do substrato.

Ao fim dos 120 dias experimentais, as plântulas foram submetidas às seguintes avaliações: altura (H, cm), diâmetro no colo (D, mm), número de folhas (NF), área foliar (AF, cm²), massa fresca e massa seca do sistema radicular e parte aérea (MFSR, MSSR, MFPA, MSSR, g), comprimento total do sistema radicular (CTSR, cm), área superficial do sistema radicular (ASSR, cm²), diâmetro médio do sistema radicular (DMSR, mm) e volume total do

sistema radicular (VTSR, cm³). As avaliações da parte aérea foram realizadas antes do sistema radicular, portanto, para evitar sua deterioração este foi lavado e limpo em água, pesado e acondicionado em tubetes do tipo Falcon (50 mL) com solução hidroalcoólica 20% (v/v).

As avaliações de altura e diâmetro foram realizadas com auxílio de régua milimetrada e paquímetro digital (Zass Precision); os valores de massa fresca e seca obtidos por balança de precisão, expressa em gramas (Ohaus® Explorer); a secagem para obtenção da massa seca foi realizada em estufa de circulação forçada de ar Tecnal (Modelo TE-394/3) a 65°C por 72 horas; a área foliar foi obtida através de integrador de área foliar LICOR, modelo LI-3100 e os dados de área superficial, comprimento total, volume e diâmetro médio do sistema radicular, foram obtidos por meio de digitalização de imagem pelo scanner Epson® (XL 10000) e o software WinRHIZO® (REGENT INSTRUMENTS INC., 2013).

Os resultados obtidos foram avaliados pelo software estatístico SAS® v.9.4, para análise de variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância para todas as variáveis. Em seguida foi realizada a análise de componentes principais (ACP) e análise de agrupamento (AG) sem considerar os valores de massa fresca considerando apenas as variáveis: IVE, H, D, NF, AF, CTSR, AS, DMSR, VTSR, MSPA e MSSR.

Tabela 1. Precipitação (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (°C) mínima, média e máximas mensais no período de execução do experimento. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018.

Mês	Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)	Temperatura (°C)		
			Mínima	Média	Máxima
Maio	12,95	71,45	12,97	19,94	27,81
Junho	8,89	72,59	13,62	20,48	27,51
Julho	2,54	62,48	10,66	19,40	28,64
Agosto	105,67	73,03	12,09	18,34	25,68
Setembro	54,30	71,01	14,85	21,25	28,73
Média	36,87	70,11	12,84	19,88	27,67

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

Tabela 2. Caracterização físico-química dos substratos utilizados no experimento, em base úmida. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018.

Substrato	pH	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Ca	Mg	C	C/N	Densidade	CRA	CE
	CaCl ₂	%	-----g dm ⁻³ -----			-----%-----				g cm ³	%	mS cm ⁻¹
Basaplant®	5,8	0,65	2,30	1,36	0,56	1,53	1,01	22,8	35	0,47	85,6	1,77
Areia	6,6	0,29	7,12	0,71	1,07	0,22	0,05	0,30	1	1,78	14,3	0,12
Turfa + perlita	5,8	0,73	0,18	0,54	0,43	1,51	0,34	22,9	31	0,18	190,5	3,57
Vermiculita	6,4	0,08	0,12	0,31	0,0	0,09	2,40	0,06	1	0,62	340,4	0,55
Terra de barranco	5,6	0,43	3,59	0,49	0,49	0,46	0,22	4,09	9	1,24	36,3	0,31

CRA: Capacidade de retenção de água; CE: Condutividade elétrica. *Valores obtidos da análise laboratorial do Departamento de Solos da ESALQ, Piracicaba (SP), LSO, ESALQ, USP.

Resultados e Discussão

A emergência das plântulas de cambucizeiro se iniciou aos 60 dias após a semeadura, alcançando média superior a 80%, aos 90 dias após a instalação (DAI) e 94% ao fim do período experimental (Tabela 3). As sementes de cambucizeiro apresentam padrão similar ao observado na literatura para sementes de jabuticabeira (*Plinia sp.*), que apresentaram 80,8% de emergência de plântulas aos 90 dias (DANNER et al., 2007). É importante considerar que a temperatura no período experimental variou de 18,5°C a 21,3°C, mantendo-se com uma média próxima de 20°C (Tabela 1), valor inferior ao considerado ótimo em testes de germinação de sementes de espécies da família Myrtaceae, que é de 25°C, temperatura similar à região de origem dessas espécies (GOMES et al., 2016).

Em substrato de vermiculita (T4) ocorreu maior emergência de plântulas de cambucizeiros quando comparado aos demais substratos, 60 dias após a semeadura, o que pode ser atribuído a maior capacidade de retenção de água da vermiculita (GONÇALVES, 1995). O resultado corrobora Maluf e Pisciotano-Ereio (2005) quanto ao uso da vermiculita como um substrato que favorece a germinação de sementes de cambucizeiro, entretanto, contraria o observado por Bianchini (2015) que verificou maior emergência de plântulas em substrato comercial a base de casca de pinus (65%) também 60 dias após a instalação. No fim do período experimental, apenas a terra de barranco resultou em menor porcentagem de emergência, diferindo dos demais tratamentos, que se mantiveram estatisticamente iguais (Tabela 3). Segundo Fachinello et al. (2005), a terra de barranco pode prejudicar o desenvolvimento inicial das plântulas por possuir retenção excessiva de água e alta compactação. Entretanto, Danner et al. (2007) não verificaram diferenças estatísticas para esta emergência utilizando o substrato terra de barranco.

Os valores médios das variáveis referentes a parte aérea e sistema radicular estão apresentadas nas tabelas 4 e 5, respectivamente. Diferenças estatísticas significativas entre as médias dos diferentes tratamentos foram observadas para as variáveis IVE, H, D, NF, AF, MFPA, MSPA, CTSR, DMSR, ASSR, VTSR, MFSR e MSSR. (Tabelas 4 e 5).

Tabela 3. Porcentagem média de emergência de plântulas de cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum) nos diferentes substratos, avaliadas quinzenalmente por um período de 120 dias. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018.

Substrato	Dias após a semeadura							
	15	30	45	60*	75*	90*	105 ^{ns}	120*
Basaplant®	0,0	0,0	0,0	4,2 b	38,9 bc	81,9 ab	91,7	95,8 ab
Areia	0,0	0,0	0,0	0,0 b	19,4 c	63,9 b	86,1	91,7 ab
Turfa + perlita	0,0	0,0	0,0	4,2 b	47,2 b	91,7 a	95,8	95,8 ab
Vermiculita	0,0	0,0	0,0	26,4 a	90,3 a	93,1 a	95,8	100,0 a
Terra de barranco	0,0	0,0	0,0	5,6 b	44,4 bc	75,0 ab	84,7	88,9 b
CV (%)	-	-	-	104,2	24,02	10,97	7,10	4,58
Pr >F	-	-	-	0,0037	<0,0001	0,0017	0,075	0,036
Média	0,0	0,0	0,0	8,1	48,1	81,1	90,8	94,4

*Médias com letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 4. Valores médios das variáveis referentes a parte aérea de plântulas de cambucizeiro em diferentes substratos. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018.

Tratamentos	Parte aérea						
	IVE	H (cm)	D (mm)	NF (fl/pl)	AF (cm ²)	MFPA (g)	MSPA (g)
Basaplant®	1,127 ab	6,641 a	1,523 c	7,846 a	11,312 a	0,246 a	0,067 a
Areia	1,097 ab	6,363 a	1,607 bc	8,117 a	10,794 a	0,236 a	0,063 a
Turfa + perlita	1,124 ab	6,653 a	1,704 a	8,177 a	11,232 a	0,256 a	0,067 a
Vermiculita	1,195 a	6,777 a	1,684 ab	8,262 a	9,414 a	0,231 a	0,059 a
Terra de barranco	1,038 b	6,523 a	1,630 ab	6,661 b	9,611 a	0,235 a	0,062 a
Pr > F	0,0394*	0,3905 ns	<0,0001*	<0,0001*	0,0167 ns	0,309 ns	0,1547 ns
CV (%)	5,59	18,09	11,79	19,67	37,15	29,82	31,84

*Valores seguidos por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. **Legenda:** Índice de velocidade de emergência (IVE), altura (H), diâmetro (D), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Tabela 5. Valores médios das variáveis referentes ao sistema radicular de plântulas de cambucizeiro em diferentes substratos. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018.

Tratamentos	Sistema Radicular					
	CTSR (cm)	DMSR (mm)	ASSR (cm ²)	VTSR (cm ³)	MFSR (g)	MSSR (g)
Basaplant®	159,83 a	0,368 a	18,499 a	0,171 a	0,327 a	0,038 a
Areia	112,07 b	0,319 c	11,133 b	0,088 b	0,178 c	0,027 cd
Turfa + perlita	145,84 a	0,363 a	16,648 a	0,152 a	0,245 b	0,035 ab
Vermiculita	122,18 b	0,334 b	12,830 b	0,108 b	0,181 c	0,025 d
Terra de barranco	112,23 b	0,357 a	12,264 b	0,107 b	0,159 c	0,031 bc
Pr > F	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
CV (%)	31,77	8,88	31,38	33,12	33,66	32,31

*Valores seguidos por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. **Legenda:** Comprimento total do sistema radicular (CTSR), diâmetro médio do sistema radicular (DMSR), área superficial do sistema radicular (AS), volume total do sistema radicular (VTSR), massa fresca do sistema radicular (MFSR) e massa seca do sistema radicular (MSSR).

Apenas os substratos vermiculita (T4) e terra de barranco (T5) diferiram estatisticamente entre si quanto a velocidade de emergência das plântulas de cambucizeiro, com índices de 1,195 e 1,038, respectivamente. Esses resultados diferiram dos obtidos por Danner et al. (2007), que trabalhando com jabuticabeiras (*Plinia sp.*) verificaram maiores índices de velocidade de emergência das plântulas em substrato comercial Plantmax[®] hortaliças.

Maiores índices de velocidade de germinação e/ou emergência garantem vantagem competitiva às plântulas, por passarem menos tempo expostas as intemperes climáticas nos estágios iniciais de seu desenvolvimento (MARTINS et al., 1999). Segundo Popinigis (1977), esses valores estão diretamente relacionados a capacidade de retenção de água (CRA) do substrato, e neste caso, a vermiculita que apresentou o maior valor de IVE também deteve o maior valor de CRA (Tabela 2).

As plântulas que se desenvolveram em substrato Basaplant[®] (T3) apresentaram as menores médias de diâmetro do caule (Tabela 4). Caldeira et al. (2012) também verificaram menor diâmetro do caule na região do colo de plantas de *Tectona grandis* se desenvolvendo em substrato comercial. Segundo Gomes e Silva (2004), o diâmetro do caule é uma variável de extrema importância para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais após seu plantio, pois indicam plantas com maior acúmulo de reservas, além de assegurar resistência e fixação ao solo (STURION; ANTUNES, 2000). Valores de 5 a 10 mm são considerados ideais para mudas de espécies florestais (GONÇALVES et al. 2000), o que indica que as plântulas de cambucizeiro obtidas neste trabalho necessitam aumentar o calibre em diâmetro, antes de serem plantadas em campo.

Apenas para o substrato terra de barranco (T5) foi observado um menor número médio de folhas (NF) nas plântulas de cambucizeiro, inferior a 7, enquanto nos demais substratos essas foram superiores a 7,5 folhas/plântula (Tabela 4). Um elevado índice de velocidade de germinação/emergência garante antecipação da formação da parte aérea e início do processo de fotossíntese, o que desencadeia os processos fisioquímicos da planta (TAIZ; ZEIGER, 2017). Portanto, um menor NF pode ser consequência do menor IVE observado nas plântulas desse substrato.

Todas as variáveis referentes ao sistema radicular das plântulas de cambucizeiro apresentaram diferenças significativas nos diferentes substratos (Tabela 5). De modo geral é possível observar uma tendência de que os substratos Basaplant[®] (T1) e a mistura turfa + perlita (T3) resultaram nas maiores médias em relação aos substratos areia (T2) e vermiculita

(T4), enquanto a terra de barranco (T5) apresentou valores intermediários que se ajustaram, dependendo da variável, aos grupos de maiores e menores médias, respectivamente.

Os substratos Basaplant® (T1) e a mistura turfa + perlita (T3) resultaram nas maiores médias para as variáveis CTSR, ASSR e VTSR, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Já para o DMSR, observa-se que a terra de barranco (T5) é estatisticamente similar aos substratos Basaplant® (T1) e mistura turfa + perlita (T3), enquanto que para MFSR e MSSR esse substrato não diferiu da areia (T2) e vermiculita (T4) (Tabela 5)

O substrato deve garantir condições ótimas para a germinação e desenvolvimento das plântulas, principalmente o desenvolvimento radicular (PIO et al., 2005). Portanto, características como baixa densidade, capacidade de retenção de água, aeração e drenagem são desejáveis (KÄMPF, 2000; WENDLING et al., 2002). Entretanto, se associada à baixa porosidade, uma elevada capacidade de retenção de água (CRA), pode ocasionar problemas como falta de oxigenação das raízes, até problemas de drenagem dos substratos (ZORZETO et al., 2014).

De forma geral, as plântulas de cambucizeiro apresentaram melhor desenvolvimento radicular em substratos que garantiram valores elevados de carbono orgânico, como Basaplant® (T1) e mistura turfa + perlita (T3). O contrário foi observado para plântulas de uvaieira que apresentaram melhor desenvolvimento inicial em areia e vermiculita (MEDEIROS et al., 2010).

Segundo Scalon e Jeromine (2013), a matéria orgânica nos substratos melhora a drenagem e conseqüentemente a aeração do mesmo, entretanto, sua necessidade para o desenvolvimento das espécies não pode ser generalizada. Algumas espécies de mirtáceas, como a cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), nativa do Cerrado Brasileiro, desenvolvem-se melhor em solo desprovido de fontes de matéria orgânica (PAIVA SOBRINHO et al., 2010), uma vez que os solos de suas regiões de origem são desprovidos da mesma (SCALON; JEROMINE, 2013).

Valores de capacidade de retenção de água intermediária e baixas densidades também foram observados nesses substratos (Tabela 2). Pio et al. (2005) verificaram a superioridade do substrato comercial no desenvolvimento de mudas de jabuticabeira ‘Sabará’, em que o valor da densidade mostrou-se similar aos valores encontrados no substrato comercial Basaplant® (T1) que foi de $0,42 \text{ g cm}^{-3}$. O substrato areia (T2) pode ter proporcionado baixo desempenho nas características do sistema radicular de plântulas de cambucizeiro, devido à

baixa CRA e matéria orgânica observadas (Tabela 2), assim como Danner et al. (2007) verificaram em jabuticabeiras (*Plinia* sp.).

A análise de componentes principais (ACP) resultou na formação dos componentes CP I, CP II e CP III, os quais garantiram a explicação de 92,7% da variância total observada no experimento (Tabela 6).

Tabela 6. Autovalores dos componentes principais gerados pelas variáveis analisadas das plântulas de cambucizeiro sob diferentes substratos e sua colaboração na variância total e acumulada em. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018.

Componentes principais	Autovalores	Variância total (%)	Variância acumulada (%)
CP 1	5,930	53,91	53,91
CP 2	2,671	24,29	78,20
CP 3	1,594	14,50	92,70
CP 4	0,802	0,0730	100,00

As variáveis de maior peso no CP I foram AF, CTSR, ASSR, DMSR, VTSR, MSPA, MSSR, para o CP II as variáveis IVE, H, D e NF, e por fim, as variáveis do CP III, apresentam um contraste entre NF e AF contra H e DMSR. Para facilitar a interpretação dos quadrantes e suas plotagens, os componentes receberam as seguintes nomenclaturas: ‘Aspecto geral da plântula’, ‘Emergência e parte aérea’ e ‘Componentes foliares x altura da plântula e diâmetro do sistema radicular’, respectivamente.

A plotagem dos componentes principais (I x II; I x III e II x III) permitiu observar quais tratamentos apresentaram características similares de forma multivariada, enquanto a análise de agrupamento (AG) garantiu a formação de grupos com base na similaridade entre eles, utilizando o método da média (Figura 1).

A plotagem I x II explicou a maior parte da variância (78,2%) (Figura 1A). O primeiro e quarto quadrantes dessa plotagem evidenciaram os tratamentos que resultaram em plântulas de melhor aspecto geral, enquanto o segundo e terceiro quadrantes incluíram os tratamentos em que o aspecto geral das plântulas foi menos satisfatório. Houve diferenças entre os quadrantes, sendo que no primeiro e segundo quadrantes respectivamente, as plântulas apresentaram melhor emergência e características de parte aérea (Figura 1A).

Os substratos Basaplant® (T1) e a mistura turfa + perlita (T3) resultaram plântulas de aspectos superiores aos demais tratamentos e valores de parte aérea e emergência

intermediários. Já nos substratos areia (T2), vermiculita (T4) e terra de barranco (T5) as plântulas apresentaram emergência e características de parte aérea inferiores, com exceção do T4 que apresentou IVE elevado, o que alterou sua disposição na plotagem, confirmado pelos dados discutidos anteriormente (Figura 1A, Tabela 4).

A plotagem I x III que corresponde a 68,4% da variância observada, também ressalta que os substratos Basaplant® (T1) e a mistura turfa + perlita (T3) resultaram em plântulas de melhor qualidade que os substratos areia (T2), vermiculita (T4) e terra de barranco (T5) (Figura 1B). Já a plotagem II x III, garante menor explicação da variância observada, 38,8%, e por isso não foi discutida (Figura 1C).

A análise de agrupamento (AG) determina uma distância multivariada entre os tratamentos testados, agrupando-os com base nas proximidades entre eles (Figura 1D). Observa-se a formação de dois grupos, sendo o primeiro composto pelos substratos Basaplant® (T1) e a mistura turfa + perlita (T3) e o segundo englobando areia (T2), vermiculita (T4) e terra de barranco (T5). A similaridade entre os diferentes substratos para as variáveis do sistema radicular foi decisiva nas análises multivariadas, devido aos elevados pesos que possuem dentro dos componentes principais, especialmente do CP I (dados não apresentados).

Figura 1. (A) Distribuição dos tratamentos e influência das variáveis nos componentes principais I e II; (B) Distribuição dos tratamentos e influência das variáveis nos componentes principais I e III; (C) Distribuição dos tratamentos e influência das variáveis nos componentes principais II e III; (D) Análise de agrupamento dos tratamentos com base nas distâncias multivariadas. **Legenda:** Dim 1 – CP I; Dim2 – CP II; Dim3 – CP III; 1 – Basaplant®; 2 – areia; 3 – turfa + perlita 1:1 (v/v); 4 – vermiculita e 5 – terra de barranco.

Conclusões

- A vermiculita antecipa a emergência de plântulas de cambucizeiro;
- Os substratos Basaplant® e a mistura de turfa com perlita garantem melhor qualidade de sistema radicular a plântulas de cambucizeiro.

Referências

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; ENTELMANN, F. A. Diferentes substratos na produção de porta-enxertos de caramboleira. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 21, n.2, p. 312-316, 2007.

BIANCHINI, F. G. **Germinação de sementes e caracterização física e química de frutos de acessos de cambucizeiro**. 2015. 65p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 77-84, 2012.

CNCFLORA, Centro Nacional de Conservação da Flora. *Campomanesia phaea* (O Berg). Landrum, 2012. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; SASSO, S. A. Z. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, SP, v. 29, n. 1, p.179 – 182, 2007.

DELGADO, L.F.; BARBEDO, C.J. Tolerância à dessecação de sementes de espécies de *Eugenia*. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.2, p.265-272, 2007.

GENTIL, D.F.O.; MINAMI, K. **Uvaieira, pitangueira e jaboticabeira: cultivo e utilização**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

GONÇALVES, A.L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, Cap. 14, p. 107-115, 1995.

GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p.309-350, 2000.

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, J. P.; OLIVEIRA, L.M.; FRANÇA, C.S.S.; DACOREGIO, H.M.; BORTOLUZZI, R.L.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, out- dez, 2015.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). **Substrato para plantas: base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, p.139-146, 2000.

LATTUADA, D.S. et al. Enxertia herbácea em Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1285-1288. 2010.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 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.

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

MALUF, A.M.; PISCIOTTANO-EREIO, W.A. Secagem e armazenamento de sementes de cambuci. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.7, p.707-714, 2005.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.1, p.164-173, 1999.

MEDEIROS, L. F.; COSTA, F. C.; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A.; TADEU, M. H. Diferentes substratos na produção de mudas de uvaieira (*Eugenia pyriformis* Cambess.). **Revista Verde**, Mossoró, RN, v.5, n.2, p. 209 – 212, 2010.

MINAMI, K., SALVADOR, E. D. **Substrato para plantas**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. USP. Piracicaba – SP. Ed Degaspari, 2010.

PAIVA SOBRINHO, S.; LUZ, P. B.; SILVEIRA, T. L. S.; RAMOS, D. T.; NEVES, L.G.; BARELLI, M. A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Agrária**, v.5, n.2, p.238-243, 2010.

PIO, R.; RAMOS, J. D.; GONTIJO, T. C. A.; CARRIJO, E. P.; MENDONÇA, V.; FABRI, E. G.; CHAGAS, E. A. Substratos na produção de mudas de jabuticaba, **Rev. Bras. Agrocência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 425-427, 2005.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, AGIPLAN, 1977, 289p.

REGENT INSTRUMENTS INC. WinRHIZO 2013 **Reg, User Manual**.Quebec City, QC: Régent Instruments Inc., 2013.

REGO, S.S.; NOGUEIRA, A.C.; KUNYOSHI, Y. S.; SANTOS, A. F. Germinação de sementes de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg. Em diferentes substratos e condições de temperatura, luz e umidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 31, n.2, p.212-220, 2009.

SCALON, S. P. Q.; JEROMINE, T. S. Substratos e níveis de água no potencial germinativo de sementes de uvaia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 49-58, 2013.

STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GLAVÃO, A. P. M. (Ed.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, p.125-150, 2000.

SUGUINO, E.; MINAMI, K.; MARTINS, A. N.; PERDONÁ, M.J.; DALL'ORTO, T. C.; BLAT, S.F.; BRANCO, R.B.F.; SANTOS-CIVIDANES, T.M.; SCALOPPI, E.A.G. Desenvolvimento de mudas de *Eugenia pyriformis* Cambess em substrato de casca de pinus. In: Anais do XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, Natal-RN, v.1, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p., 2017.

TOKAIRIN, T. O.; BREMER NETO, H.; JACOMINO, A. P. Cambuci – *Campomanesia phaea* (O.Berg) Landrum. In: RODRIGUES, S.; SILVA, E.O; BRITO, E. S. **Exotic fruits**: reference guide. Elsevier, p.91-96, 2018.

TOKAIRIN, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017, 133p. Tese (Doutorado) - - USP/ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo.

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Rev. bras. frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 27, n.2, p. 241-244, 2005.

VALLILO, M.I.; MORENO, P.R.H.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A.; GARBELOTTI, M.L. Composição química dos frutos de *Campomanesia xanthocarpa* Berg – Myrtaceae. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, p. 231-237, 2008.

WENDLING, E.; GATTO, A.; PAIVA, H. N. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 166p., 2002.

ZILLO, R.R.; SILVA, P.P.M.; ZANATTA, S.; CARMO, L.F.; SPOTO, M.H.F. Qualidade físico-química da fruta *in natura* e da polpa de uvaia congelada. **Rev. Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 3, p. 293-298, 2013.

ZORZETO, T. Q.; DECHEN, S.C.F.; ABREU, M.F.; FERNANDES JÚNIOR, F. Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 3, p.300-311, 2014.

CAPÍTULO 3: TÉCNICAS DE PROPAGAÇÃO EM CAMBUCIZEIRO

Resumo

A inexistência de trabalhos de propagação para o cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg. Landrum) incentivou a realização dessa pesquisa, cujo objetivo principal foi avaliar as técnicas de estaquia, alporquia e enxertia na produção de mudas desta espécie. Ensaio para verificação do enraizamento adventício pelo método da estaquia avaliaram tipos e tamanhos de estacas, época de coleta e a influência da aplicação de doses do fitorregulador ácido indolbutírico (AIB) sob diferentes tempos de imersão, enquanto que pelo método da alporquia, somente o efeito das diferentes doses do AIB vinculadas a lanolina foram avaliadas. No método de enxertia, as técnicas de garfagem do tipo fenda cheia, borbulhia, garfagem do tipo inglês simples e fenda lateral foram comparadas quanto a capacidade de cicatrização/regeneração entre o porta-enxerto e enxerto. Os experimentos de estaquia e enxertia foram conduzidos na área experimental da ESALQ/USP, município de Piracicaba, SP e os experimentos de alporquia realizados na área experimental do Núcleo de Produção de Mudas da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), localizado no município de São Bento do Sapucaí, SP. Nenhum resultado positivo de enraizamento adventício foi observado para os métodos de estaquia e alporquia e, apenas 6% dos enxertos foram fixados pela técnica da garfagem do tipo fenda lateral em cambucizeiros.

Palavras-chave: Multilicação; Cambuci; Estaquia; Alporquia; Enxertia; AIB

Abstract

The lack of propagation work for the cambuci tree (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum) encouraged the realization of this research, whose main objective was to evaluate the techniques of plant propagation, cutting, air layering and grafting in the production of seedlings of this species. Assays for verification of adventitious rooting by cutting method evaluated type and size of cuttings, period of harvesting and the influence of the application of indolbutiric acid (IBA) doses under different immersion periods, whereas only the effect of the different doses of IBA bound to lanolin were evaluated. In the grafting method, cleft-graft, chip-budding, side-veneer graft and splice graft techniques were compared for the healing/regeneration capacity between the rootstock and scion. The cutting and grafting experiments were conducted in the experimental area of the ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brazil, while the air layering experiments carried out in experimental area of the Núcleo de Produção de Mudas da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), located in the municipality of São Bento do Sapucaí, SP. No positive results of adventitious rooting were observed for the cutting and air layering methods, and only 6% of the grafts were fixed by the side veneer graft technique in cambuci fruit trees.

Keywords: Multiplication; Cambuci fruit; Cutting; Air layering; Grafting; IBA

Introdução

O cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum) pertence à família Myrtaceae, é nativo do bioma Mata Atlântica e ocorre frequentemente nos estados da região Sudeste do Brasil, sendo endêmico no estado de São Paulo (CNCFLORA, 2012; LORENZI et

al., 2006) com frutos apresentando características organolépticas e funcionais de grande valor (TOKAIRIN, 2017; VALLILO et al., 2005).

Assim como para outras espécies nativas, há pouco estudo sobre os aspectos produtivos e de formação de mudas, sendo sua principal forma de multiplicação a via sexuada, utilizando sementes (GENTIL; MINAMI, 2005; LORENZI, 2002) as quais podem ser recalcitrantes (CARVALHO, 2003) e resultar variabilidade genética na descendência (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

A propagação vegetativa por outro lado, permite a formação de plantas idênticas as suas matrizes, formando populações homogêneas (LIRA JÚNIOR et al., 2007) com destaque para as técnicas de estaquia, alporquia e enxertia (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN et al., 2011). A estaquia é a técnica mais utilizada, em escala comercial, para espécies lenhosas, e para o resgate e conservação de recursos florestais (XAVIER et al., 2013).

Já a alporquia surge como alternativa as espécies que apresentam dificuldades no enraizamento de estacas, como a jabuticabeira (*Plinia cauliflora* DC Berg.) e o jamboleiro (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) (HOSSEL et al., 2016; SASSO et al., 2010a), pelo fato do enraizamento ocorrer quando os propágulos se encontram conectados a planta matriz (HARTMANN et al., 2011).

Diferente das demais técnicas citadas anteriormente, a enxertia não depende do processo de enraizamento adventício, mas sim do processo de cicatrização, regeneração e união dos tecidos do enxerto e do porta-enxerto, desenvolvendo uma única planta (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Fatores endógenos como genótipo, idade e tipo do propágulo, balanço hormonal, estado fisiológico, nutricional e fitossanitário da planta matriz e exógenos como uso de fitorreguladores, injúrias, radiação solar, temperatura, umidade do ar e qualidade dos substratos interferem no sucesso da adoção das técnicas de propagação (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN et al., 2011; XAVIER et al., 2013).

Embora a literatura apresente trabalhos de propagação para muitas espécies da família Myrtaceae, a inexistência de trabalhos para o cambucizeiro justificou a realização do projeto de pesquisa, cujo objetivo foi avaliar as técnicas de estaquia, alporquia e enxertia na produção de mudas dessa espécie frutífera.

Material e Métodos

Método da Estaquia

Foram propostos cinco diferentes ensaios utilizando o método da estaquia, sendo que todos foram implantados e avaliados na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP em Piracicaba, São Paulo, Brasil (23° 42' 29" S, 47° 37' 45" O, 780 metros). Procedeu-se a coleta das estacas em plantas matrizes de uma área comercial localizada no município de Natividade da Serra, SP, Brasil (23° 31' 27" S, 45° 27' 12" O, 720 metros) e numa área experimental do Núcleo de Produção de Mudas da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) no município de São Bento do Sapucaí, São Paulo, Brasil (22°40'48,8" S 45°44'47,6" O, 880 metros.), onde as plantas de ambos os locais apresentavam 13 anos (Figura 1).

Figura 1. Áreas de cultivo de cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum): (A) Cultivo comercial em propriedade particular no município de Natividade da Serra e, (B) Campo experimental da CATI em São Bento do Sapucaí, São Paulo e, São Paulo, 2018. (Imagens Google Earth).

O primeiro ensaio (E1) foi realizado utilizando estacas herbáceas, com 10 a 15 cm de comprimento e dois pares de folhas (Figura 2A), coletadas durante o mês de janeiro de 2018, fase de brotação das plantas. A base das estacas foi cortada em bisel e tratada em imersão rápida de 15 segundos em solução de 5g de ácido ascórbico L⁻¹ seguido de 10 segundos em solução hidroalcoólica de AIB em diferentes doses: 0 (T1), 1.500 (T2), 3.000 (T3), 4.500 (T4)

e 6.000 (T5) mg L⁻¹. Uma vez preparadas, as estacas foram alocadas em bandejas de isopor de 72 células contendo o substrato vermiculita, de granulometria média e mantidas em câmara de nebulização intermitente para evitar a desidratação do material vegetal.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela composta de cinco estacas, totalizando 100 estacas que foram avaliadas aos 30, 60 e 90 dias após a instalação (DAI) do ensaio, para verificação da porcentagem de estacas vivas (retenção foliar) e número médio de folhas por estaca, e aos 90 DAI para as variáveis porcentagem de estacas com calos e com raízes.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos comparados pelo teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5% de significância, pelo software estatístico SAS[®] v.9.4.

Outros três ensaios com estacas herbáceas e um com estacas lenhosas (Figura 2) foram propostos, utilizando o mesmo delineamento experimental e avaliando as mesmas variáveis do E1. No ensaio 2 (E2), alterações ocorreram no tempo de exposição das estacas ao AIB, chamada de imersão lenta, que durou 12 horas e na redução das doses de AIB, que foram dez vezes menores: 0 (T1), 150 (T2), 300 (T3), 450 (T4) e 600 (T5) mg L⁻¹.

Para o terceiro ensaio (E3), reduziu-se o tamanho das estacas a no máximo 8 cm de comprimento, mantendo apenas um par de folhas por estaca. Além do corte em bisel na base das estacas, foram feitas lesões com o auxílio de lâmina de bisturi, e procedeu-se a imersão em ácido ascórbico seguida da imersão rápida em AIB, nas mesmas doses do E1. Esses três ensaios foram realizados no verão, fase em que as plantas matrizes estavam em plena brotação.

Mantendo-se as doses de AIB, ácido ascórbico e os tempos de imersão do E1, o quarto ensaio (E4) utilizou estacas herbáceas com tamanho máximo de 8 cm de comprimento, mantendo um par de folhas com o limbo cortado ao meio, coletadas na primavera de 2018, de plantas que estavam no início da brotação. Essas estacas foram destacadas das plantas matrizes e não cortadas com auxílio de tesouras de poda, sendo as lesões existentes na base, causadas no processo de retirada.

Um último ensaio foi proposto (E5) para avaliação desta técnica de propagação, utilizando-se estacas lenhosas, coletadas no outono de 2017, de plantas matrizes em fase de acúmulo de reservas. As estacas tinham de 10 a 15 cm de comprimento, um par de folhas e a base cortada em bisel, com lesões feitas com o auxílio de um bisturi (Figura 2C). Estas foram

imersas por 15 segundos no agente antioxidante (ácido ascórbico) e em seguida no AIB (10 segundos) nas doses: 0 (T1), 1.500 (T2), 3.000 (T3), 4.500 (T4) e 6.000 (T5) mg L⁻¹.

Figura 2. Diferentes estacas de cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum) utilizadas para a realização dos ensaios E1 a E5. (A) Estaca herbácea com dois pares de folhas E1 e E2; (B) Estaca herbácea com um par de folha E3; (C) Estaca destacada com um par de folhas com limbo cortado ao meio E4; (D) Estaca lenhosa com um par de folhas E5. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018.

Método da Alporquia

Os ensaios referentes ao método da alporquia foram realizados na primavera dos anos de 2017 e 2018, respectivamente, em cambucizeiros adultos, plantados em 2006, no

espaçamento de 5 x 4m, pertencentes a área experimental do Núcleo de Produção de Mudas da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), no município de São Bento do Sapucaí, São Paulo, Brasil (22 40'48,8" S 45 44'47,6" O, 880 metros), região classificada por possuir clima mesotérmico úmido, sem estação seca definida (Cfb) (ALVARES et al., 2014; ARZOLLA et al., 2007).

A realização dos alporques foi feita em plantas matrizes saudáveis e vigorosas. De cada planta selecionada foram marcados e identificados cinco ramos, com diâmetro aproximado de 2 cm. Com auxílio de um canivete, realizou-se o anelamento dos mesmos, retirando a casca. Na região exposta foi aplicada pasta de lanolina contendo as diferentes doses do fitorregulador ácido indol-butírico (AIB) propostas, que foi recoberta com o substrato fibra de coco (Golden Mix – Amafibra) e plástico transparente e amarrada com barbantes (HARTMANN et al., 2011) (Figuras 3A e 3B). Os alporques foram mensalmente observados quanto ao teor de umidade e caso necessário, a água foi repostada com auxílio de uma seringa.

Figura 2. Elaboração dos alporques em ramos de cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum). (A) Execução da técnica; (B) Alporque pronto. São Bento do Sapucaí, São Paulo, Brasil, 2018.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 5 tratamentos, constituídos de diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB) veiculados em pasta de lanolina (0, 1.500, 3.000, 4.500 e 6.000 mg.kg⁻¹), distribuídos em 10 blocos, de 1

planta cada, totalizando 50 alporques que foram avaliados 150 dias após sua instalação, quanto ao número de alporques vivos e mortos, enraizados e com formação de calos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos comparados pelo teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5% de significância, pelo software estatístico SAS[®] v.9.4.

Método da Enxertia

A técnica de enxertia foi realizada no verão do ano de 2017 e na primavera de 2018, na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP em Piracicaba, São Paulo, Brasil (23° 43'S, 47° 38' O, 780 metros), que possui clima tropical úmido, com inverno seco e verão quente (Cwa) (ALVARES et al., 2014).

Os porta-enxertos de cambucizeiro foram oriundos do Núcleo de Produção de Mudanças da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), localizado no município de São Bento do Sapucaí, São Paulo, Brasil (22°40'48.8"S, 45°44'47,6"O e 880 metros) de 1 ano de idade, obtidos de sementes. No ensaio de verão, os enxertos foram coletados de ramos semilenhosos de planta matriz de cambucizeiro, localizadas na área experimental da ESALQ, de 8 anos de idade e a enxertia realizada no mesmo dia. Já no ensaio de primavera, os enxertos foram coletados em ramos semilenhosos, oriundos do ciclo de crescimento anterior, de planta pertencente a coleção da CATI - acesso 7273, que em estudo anterior apresentaram frutos com características de peso médio, diâmetro e teores de açúcares totais, acidez e *ratio* desejáveis (BIANCHINI et al., 2016). Para evitar a desidratação desses enxertos durante o transporte até a área experimental em Piracicaba, SP, os ramos coletados foram envoltos em jornal umedecido, colocados em sacos plásticos pretos e mantidos dentro de caixas térmicas, permanecendo em câmara fria a 15°C e 95% (UR) até o momento da realização da enxertia. Utilizou-se para a execução da técnica, canivete de enxertia, tesoura de poda, fitilho plástico e fita biodegradável.

Na enxertia realizada no verão, comparou-se as técnicas de garfagem do tipo fenda e de borbúlia do tipo placa, que se diferenciam quanto ao número de gemas presentes do enxerto e pelos tipos de corte realizados para união dos materiais. Pelos resultados obtidos nesse ensaio, optou-se por realizar na primavera apenas a enxertia pela técnica de garfagem, do tipo inglês simples e fenda lateral. Para a fenda lateral, diferente do inglês simples, a parte

aérea do porta-enxerto é mantida, sendo reduzida gradualmente conforme o desenvolvimento do enxerto (HARTMANN et al, 2011).

O delineamento experimental adotado para ambos os experimentos foi o inteiramente casualizado (DIC), contando com dois tratamentos (tipos de enxertia) e dez repetições de cinco plantas, totalizando 100 enxertos por experimento.

Após a enxertia, as mudas foram mantidas em estufa, onde foram avaliadas mensalmente, durante o período de 90 dias, para o número de enxertos vivos, número de brotos por enxerto (para as técnicas de garfagem) e comprimento do maior broto. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos comparados pelo teste de comparação de médias não paramétrico de Kruskal Wallis ao nível de 5% de significância, pelo software estatístico SAS[®] v.9.4.

Resultados e Discussão

Método da Estaquia

Foi observado em todos os ensaios que avaliaram o método da estaquia, elevada mortalidade e baixo número médio de folhas por estaca, devido a abscisão foliar. Isso refletiu, na análise de variância e teste de comparação de médias, na visualização dos ensaios onde houve ou não efeito dos tratamentos, com a maioria apresentando um coeficiente de variação elevado (Anexo I).

Na maioria dos ensaios, a abscisão foliar foi intensa no intervalo entre as avaliações dos 30 aos 60 dias, o que resultou aos 90 dias, na observação da totalidade das estacas mortas e sem folhas, o que não ocorreu no ensaio 3 (E3), que avaliou o enraizamento de estacas herbáceas com lesão na base (Anexo I), o qual apresentou estacas vivas e com retenção foliar, mesmo aos 90 dias após sua instalação. Em nenhum dos ensaios foi observada a formação de calos ou raízes na base das estacas.

A queda precoce das folhas em estacas de cambucizeiro desfavoreceu o processo do enraizamento adventício, uma vez que a manutenção das mesmas é fundamental para a produção de carboidratos, através da fotossíntese, além se serem fontes de auxinas e outros cofatores que atuam no processo de rizogênese (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN et al., 2011).

A imersão das estacas em AIB também resultou elevada mortalidade e queda de folhas. A observação mais intensa ocorreu no ensaio 2 (E2), com a utilização da imersão lenta, onde foram observadas perdas de 80% das folhas e apenas 5% de sobrevivências das estacas no tratamento de maior dose de AIB, 30 dias após a instalação do mesmo.

Essa queda abrupta de folhas também foi observada por Nachtigal et al. (1994) em estacas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) expostas à dose de 400 mg AIB L⁻¹ por 16 horas, e por Franzon et al. (2004) em estacas de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.) imersas por 24 horas, utilizando a mesma dose de AIB. Os autores atribuem a ocorrência, ao efeito fitotóxico causado pela aplicação do regulador vegetal por tempo prolongado.

Santoro et al. (2010) observaram que o enraizamento adventício em estacas herbáceas de goiabeira não ocorre, se as mesmas não apresentarem área foliar, mesmo quando colocadas em condições favoráveis de luz, temperatura e umidade relativa do ar. Além disso, os efeitos da presença de folhas podem variar de acordo com o tipo de estaca utilizada. Sasso et al. (2010b) verificaram que em estacas herbáceas de jabuticabeiras (*Plinia cauliflora* L.), o enraizamento só ocorre na presença de folhas, enquanto que em estacas lenhosas, o enraizamento adventício ocorre mesmo na ausência delas. Os resultados acima confirmam as possíveis causas do não enraizamento das estacas de cambucizeiro.

Também foram observadas variações no efeito dos tratamentos com aplicação das diferentes doses de AIB sobre as variáveis analisadas, que não apresentaram uma tendência. Para a maioria dos ensaios que utilizaram estacas herbáceas de cambucizeiro, seu efeito mostrou-se negativo com o aumento das doses, o que não ocorreu para o ensaio em que se utilizou estacas lenhosas.

Cassol et al. (2009) verificaram elevada mortalidade e baixos índices de enraizamento de estacas lenhosas de jabuticabeiras (*P. cauliflora* L.) quando submetidas a dose de 6.000 mg AIB L⁻¹, evidenciando possível efeito inibitório causado pelo fitorregulador. Outros autores também observaram que elevadas doses de AIB aplicadas na base de estacas herbáceas de jabuticabeira, inibiu a rizogênese, o que não foi observado em estacas lenhosas, indicando que diferentes tipos de estacas apresentam diferentes níveis de sensibilidade ao AIB (SASSO et al 2010). Esses últimos resultados estão de acordo com o observado neste trabalho, para estacas de cambucizeiro.

Para guabirobinha-do-campo (*Campomanesia aurea* O. Berg), diferentemente do observado para jabuticabeira, estacas herbáceas coletadas na primavera apresentaram melhor resposta a ação do AIB do que estacas lenhosas coletadas no inverno (EMER et al., 2018). Em

trabalhos utilizando estacas herbáceas de goiabeira, não foi verificado efeitos da aplicação de doses do AIB na sobrevivência das mesmas (COLOMBO et al., 2008; YAMAMOTO et al., 2010; ZIETEMANN; ROBERTO, 2007).

Os efeitos não consistentes da aplicação do AIB no enraizamento de estacas em outras espécies da família Myrtaceae encontrados na literatura, assim como o observado para cambucizeiro, reforça as informações de que o uso do fitorregulador está intimamente relacionado a outros fatores como o tipo do material, dose aplicada, espécie, idade ontogenética da planta matriz (LATTUADA et al., 2011) e suas condições fisiológicas e hormonais, além das condições ambientais em que as mesmas se encontram (XAVIER et al., 2013).

Outro ponto importante a ser destacado para o não enraizamento do cambucizeiro, utilizando-se o método da estaquia, diz respeito a presença de compostos fenólicos em espécies da família Myrtaceae. Estudos a respeito dos compostos ativos naturais do cambucizeiro, indicaram a presença destes em sua estrutura. Dos diversos grupos de substâncias encontrados em folhas de cambucizeiro, destaca-se a presença de óleo essencial, flavonóides e taninos (ADATI, 2001). Leão (2012) constatou a presença de 29 substâncias diferentes oriundas do óleo essencial de *C. phaea*, sendo 24% delas pertencentes a classe dos monoterpenos e outros 76% a dos sesquiterpenos.

Os compostos fenólicos são resultado do metabolismo secundário das plantas e tem grande variedade de formas e funções nas mesmas, desde compostos de defesa contra herbivoria, até a atração de polinizadores e absorção de radiação ultravioleta (TAIZ, ZEIGER, 2017). O contato dessas substâncias com o ambiente externo, desencadeia o processo de oxidação destes e formação de substâncias tóxicas, que afeta negativamente o processo de enraizamento adventício (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005), mesmo inexistindo estudos sobre sua quantificação em estacas de cambucizeiro.

Método da Alporquia

O sucesso do enraizamento adventício pelo método da alporquia, em espécies onde o enraizamento de estacas não ocorre, pode ser atribuído ao tempo de permanência em que os propágulos ficam conectados a planta matriz, além da interferência de fatores endógenos e exógenos (HARTMANN et al., 2011). Para o estudo em questão, não foi observada a

formação de raiz em nenhum dos alporques, independentemente das doses de AIB utilizadas (dados não apresentados).

O método da alporquia também foi avaliado em outras espécies frutíferas da família Myrtaceae, apresentando resultados positivos, com valores superiores a 80% de alporques enraizados para as espécies de jabuticabeira *P. truncifolia* e *P. cauliflora* (DANNER et al., 2006; SASSO et al., 2010a), enquanto que para o guabijuzeiro (*Myrcianthes pungens*) e a guabirobeira (*C. xanthocarpa*) não foi observada a formação de raízes (HOSSEL et al., 2011; TELEGINSKI et al., 2018).

Os índices de enraizamento de alporques estão correlacionados com o balanço nutricional, hormonal e com o estado fenológico das plantas matrizes, que podem ser alterados pela adoção de técnicas de manejo como a poda, ou pela época do ano em que são realizados. Elevadas relações C/N das plantas matrizes, por exemplo, atuam positivamente no processo de enraizamento adventício (HARTMANN et al., 2011).

O florescimento do cambucizeiro ocorre de agosto a novembro (LORENZI et al., 2006), podendo antecipar para outubro e se estender até janeiro (CORDEIRO, 2015), portanto a instalação do experimento foi pautada na seleção de plantas com menor intensidade de flores. Durante o florescimento, a relação C/N se altera, devido ao gasto energético para formação de flores e há presença de substâncias como o ácido elágico (e/ou derivados), que inibem o processo do enraizamento (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; LEANDRO; YUYAMA; 2008). Cassol et al. (2015) também não observaram enraizamento em alporques de jabuticabeiras realizados em setembro, assim como Teleginski et al. (2018), para *C. xanthocarpa*, no mês de outubro, ambos em épocas de florescimento.

Embora a literatura mencione sobre os benefícios da aplicação de fitorreguladores no enraizamento de alporques (HARTMANN et al., 2011), os resultados, assim como para a estaquia, são controversos quanto a melhor dose a ser utilizada (DANNER et al., 2006) e seus efeitos sobre o enraizamento dos mesmos (HOSSEL et al., 2016). Resultados diferentes foram observados para o enraizamento de alporques de jabuticabeira, quando realizados na mesma época do ano e sob a influência da aplicação do fitorregulador AIB, apresentando desde resultados positivos, com até 100% de alporques enraizados a negativos, sem enraizamento (CASSOL et al., 2015; DANNER et al., 2006; SASSO et al., 2010a).

Para cambucizeiros, também não houve efeito da aplicação de diferentes doses de AIB no enraizamento dos alporques. O próprio nível de domesticação da espécie, associado a

outros fatores pode ter contribuído para o insucesso do método, nas condições de realização dos ensaios.

Método da Enxertia

A enxertia de verão, utilizando as técnicas da garfagem em fenda e borbulhia não resultaram em cicatrização, pois todos os enxertos morreram após 30 dias da execução do método, que impossibilitou a apresentação de resultados para os parâmetros propostos.

Já a enxertia de primavera apresentou resultados positivos, somente após 30 dias de sua realização, em que não foram observadas diferenças entre a porcentagem de enxertos brotados utilizando as técnicas de garfagem do tipo inglês simples e fenda lateral, respectivamente. Depois desse período, a maioria das brotações morreram, chegando aos 90 dias com apenas 6% de enxertos cicatrizados pela técnica da garfagem do tipo fenda lateral e nenhum para a do tipo inglês simples (dados não apresentados).

O processo de cicatrização entre o enxerto e o porta-enxerto baseia-se primariamente em três etapas: a adesão entre as partes, a formação do calo e diferenciação celular. O sucesso no desenvolvimento das plantas enxertadas inicia-se no correto alinhamento dos câmbios do enxerto e porta-enxerto, e só finaliza com o completo estabelecimento da conexão vascular entre ambas as partes, de modo que o enxerto receba água e nutrientes e o porta-enxerto receba fotoassimilados (HARTMANN et al. 2011).

A morte do enxerto pode ocorrer por diversos fatores, dentre eles a incompatibilidade entre os materiais, condição ambiental durante e após a enxertia, polaridade dos enxertos, sanidade do material, habilidade do enxertador e técnicas pós-enxertia (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005) A dificuldade de cicatrização entre as partes, após a enxertia de espécies pertencentes a família Myrtaceae, são atribuídas a presença de compostos fenólicos e ao lenho lignificado (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; FRANZON, 2008).

Ensaio de enxertia em espécies da família Myrtaceae resultaram em 60% e 40% de fixação dos enxertos para pitangueira (*E. uniflora*), 50% para camucamuzeiro (*Myrciaria dubia*) e de 20%, 44% e 61% para jabuticabeira (*Plinia spp.*) (CASSOL et al., 2017; FRANZON et al., 2010; LATTUADA et al., 2010; MALAGI et al., 2012; SASSO et al., 2010a; SUGUINO et al., 2003).

As variações observadas no sucesso da enxertia numa mesma espécie, podem ser atribuídas a influência de possíveis diferenças fisiológicas e anatômicas entre as partes (HARTMANN et al., 2011). Além disso, o fator genético influencia no sucesso da técnica, portanto, diferentes genótipos, como garfos coletados de diferentes matrizes, podem apresentar diferentes níveis de sucesso quando submetidos às técnicas de propagação vegetativa (FRANZON et al., 2010). Em espécies nativas, tanto a formação de mudas como dos porta-enxertos é realizada a partir de sementes, o que gera ainda mais variabilidade (SUGUINO et al., 2011).

A presença de compostos potencialmente tóxicos produzidos por uma das partes envolvidas ou a presença de vírus e fitoplasmas nos tecidos vegetais, também pode resultar em incompatibilidade, que leva a morte do enxerto (HARTMANN et al., 2011).

As técnicas de enxertia utilizadas também podem influenciar o sucesso do processo de cicatrização. Franco et al. (2010) verificaram que, para a jaboticabeira ‘Sabará’ (*P. jaboticaba*), a técnica da garfagem por inglês simples resultou em maior fixação de enxertos, 96%, quando comparada à de garfagem em fenda cheia, 69%, enquanto Cassol et al. (2017) não observaram diferenças significativas entre as técnicas de garfagem em fenda cheia e de inglês complicado na enxertia de jaboticabeiras.

Já Suguino et al. (2003) observaram maior taxa de fixação de enxertos de camucamuzeiro quando utilizaram a técnica de fenda lateral em detrimento de outras técnicas, que mesmo sendo baixa, inferior a 50%, para a produção comercial de mudas, mostra-se interessante na fixação de materiais genéticos que apresentam boa produção e qualidade de frutos.

Seria errôneo associar a baixa fixação dos enxertos a um único fator, como a técnica de enxertia utilizada, pois o insucesso do método está correlacionado a muitos outros fatores, desde o grau de lignificação dos tecidos que dificulta a sua execução, até mesmo as poucas informações existentes sobre a fisiologia e o desempenho da espécie, que por ser nativa, ainda se encontra em estágios iniciais do processo de domesticação.

Conclusões

- Nas condições experimentais as técnicas de estaquia e alporquia não se mostraram eficientes para propagação do cambucizeiro.

- A técnica de enxertia por garfagem em fenda lateral pode ser utilizada para cambucizeiro apenas para fixação de genótipos superiores, mas não em escala comercial.

Referências

ADATI, R.T. **Estudos biofarmagnóstico de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum. Myrtacea**. 2001. 128 p. Dissertação (Mestrado em Farmacognosia) - 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, 711 – 728, 2014.

ARZOLLA, F. A. R. D. P.; PAULA, G.C.R.; CHAUTEMS, A.P.; SHEPHERD, G.J. O primeiro registro de *Sinningia gigantifolia* Chautems (Gesneriaceae) no Estado de São Paulo. **Biota Neotrop.**, v. 7, n. 3, 2007.

BIANCHINI, F. G.; BALBI, R. V.; PIO, R.; SILVA, D. F.; PASQUAL, M.; VILAS BOAS, E. V. B. Caracterização morfológica e química de frutos de cambucizeiro. **Bragantia**, Campinas, Ahaed of Pint, 2016.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, 1039p.

CASSOL, D. A.; PIROLA, K.; DOTTO, M.; CITADIN, I.; MAZARO, S. M.; WAGNER JÚNIOR, A. Grafting technique and rootstock species for the propagation of *Plinia cauliflora*. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 47, n. 02, 2017.

CASSOL, D. A.; WAGNER JÚNIOR, A.; PIROLA, K.; ALEGRETTI, A. L.; HOSSEL, C.; BORTOLINI, A.; LUCHMANN, J. A. Idade ontogenética, tamanho de estaca e concentração de ácido-indolbutírico na propagação vegetativa por estaquia de jabuticabeira. **III Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária – UFTPR Campus Dois Vizinhos**, 2009.

CASSOL, D.A.; WAGNER JÚNIOR, A.; PIROLA, K.; DOTTO, M.; CITADIN, I. Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jabuticabeira por alporquia. **Rev. Bras. Frutic.**, Jabuticabal – SP, v. 37, n.1, p. 267-272, 2015.

CNCFLORA, Centro Nacional de Conservação da Flora. *Campomanesia phaea* (O Berg). Landrum, 2012. Acesso em: 15 de novembro de 2017.

COLOMBO, L.A.; TAZIMA, Z.H. MAZZINI, R. B.; ANDRADE, G. A.; KANAYAMA, F.S.; BAQUERO, J. E. AULER, P. A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 539 – 546, 2008.

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

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A.A.; ASSMANN, A.P.; MAZARO, S.M.; DONAZZOLO, J.; SASSO, S.A.Z. Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Rev. bras. frutic.**, Jaboticabal – SP, v.28, n.3, p. 530-532, 2006.

EMER, A. A.; SCHAFER, G.; FIOR, C. S. Cutting from *Campomanesia aurea* O. Berg (Myrtaceae): The collection time of propagules na the effects of auxin. **Rev. Bras. Cienc. Agrar.**, Recife, v. 13, n.1, 2018.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds.) **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2005, 221p.

FRANCO, L.R.L.; SILVA, J.F.; MAIA, V.M.; LOPES, P.S.; AMORIM, I.J.F.; MIZOBUTSI, E. H. Pegamento e crescimento inicial de mudas de jaboticabeiras ‘Açu’ e ‘Sabará’ submetidas a dois tipos de enxertia. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n.4, p. 535 – 538, 2010.

FRANZON, R.C.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B. Efeito do AIB e diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg.). **Rev. Bras. Agrociência**, v.10, n.4, p.515-518, 2004.

FRANZON, R.C.; GONÇALVES, R.S.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B. Propagação vegetativa de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) do sul do Brasil por enxertia de garfagem. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p.262-267, 2010

FRANZON, R.C. **Propagação vegetativa e modo de reprodução da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.)**. 2008. 102 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008

GENTIL, D.F.O.; MINAMI, K. **Uvaieira, pitangueira e jaboticabeira: cultivo e utilização**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

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.

HOSSEL, C.; HOSSEL, J. S. A. O.; WAGNER JÚNIOR, A.; RADAELLI, J. C.; ALEGRETTI, A. L. Propagação de jamboleiro por alporquia. **Brasilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v.9, n.3, p.97 – 102, 2016.

HOSSEL, C.; WAGNER JÚNIOR, A.; FABIANE, K. C.; OLIVEIRA, J. M. A.; HOSSEL, R. Propagação do guabijuziero por alporquia. *In*: I Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR – Campus Dois Vizinhos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus DV, p. 61 – 64, 2011.

LATTUADA, D. S.; SPIER, M.; SOUZA, P. V. D. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 41, n. 12, p. 2073-2079, 2011.

LATTUADA, D. S.; SOUZA, P. V. D.; GONZATTO, M. P. Enxertia herbácea em nativas do Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v.32, n.4, p.1285-1288, 2010.

LEANDRO, R. C.; YUYAMA, K. Enraizamento de estacas de castanha-de-cutia com uso de ácido indolbutírico. **Acta amazônica**, v. 38, n. 3, p. 421 – 430, 2008.

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, 123 p., Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

LIRA JÚNIOR, J. S.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F. **Pitangueira**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, 87p., 2007.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 368p, 2002.

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, 672p., 2006.

MALAGI, G.; CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; WAGNER JÚNIOR, A.; SACHET, M. R. Enxertia interespecífica de jaboticabeira: influência do tipo de garfo. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 221 – 224, 2012.

NACHTIGAL, J.C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R.A.; FACHINELLO, J.C.; MAZZINI, A.R.A. Enraizamento de estacas semilenhosas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.229-235. 1994.

SANTORO, P.H.; MIKAMI, A.Y.; SOUZA, S.G.H.; ROBERTO, S.R. Influência de folhas e lesões na base de estacas herbáceas no enraizamento de goiabeira da seleção 8501-9. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v.31, n.2., p. 289- 294, 2010.

SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I; DANNER, M.A. Propagação de jabuticabeira por enxertia e alporquia. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.32, n.2, p. 571-576, 2010a.

SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I; DANNER, M.A. Propagação de jabuticabeira por estaquia. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.32, n.2, p. 577-583, 2010.

SUGUINO, E.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; ARAÚJO, P.S.R.; SIMÃO, S. Propagação vegetativa de camu-camu por meio da enxertia intergenérica na família Myrtaceae. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 12, p. 1477-1482, 2003.

SUGUINO, E.; MARTINS, A. N.; MINAMI, K.; NARITA, N; PERDONÁ, M. J. Efeito da porosidade do substrato casca de pinus no desenvolvimento de mudas de grumixameira. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, Volume Especial, p. 643- 648, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 6th Edition, Sinauer Associates, Sunderland, 2017, 782p.

TELEGINSKI, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; DEGENHARDT-GOLDBACH, J.; TELEGINSKI, E. Resgate vegetativo de *Campomanesia xanthocarpa* Mart. ex O. Berg por alporquia. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 820 – 826, 2018.

TOKAIRIN, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017, 133p. Tese (Doutorado) - - USP/ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, São Paulo, 2017.

VALLILO, M. I.; GARBELOTTI, M.L.; OLIVEIRA, E.; LAMARDO, L.C.A. Características físicas e químicas dos frutos do cambucizeiro (*Campomanesia phaea*). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal – SP, v. 27, n.2, p. 241-244, 2005.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultra clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2013, 279p.

YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, R. S.; SORACE, M.; RACHID, B. F.; RUAS, J. M. F.; SATO, O.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de *Psidium guajava* L. 'Século XXI' tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco e álcool. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 5, p.1037-1042, 2010.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e século XXI. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, SP, v.29, n.1, p. 031- 036, 2007.

CAPÍTULO 4: ASPECTOS ANATÔMICOS DO CAMBUCIZEIRO (*CAMPOMANESIA PHAEA* O. BERG. LANDRUM) RELACIONADOS AO ENRAIZAMENTO ADVENTÍCIO

Resumo

O cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum), espécie frutífera pertencente à família Myrtaceae, nativo da Mata Atlântica, tem como principal forma de produção de mudas o uso de sementes devido à escassez de trabalhos científicos na área. Além disso, trabalhos preliminares indicam que a espécie apresenta dificuldade no enraizamento adventício de suas estacas. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou caracterizar anatomicamente o caule e a folha do cambucizeiro para compreender os processos anatômico-fisiológicos desses órgãos, buscando elucidar as dificuldades encontradas na adoção de técnicas de propagação vegetativa. Materiais caulinares e foliares polimerizados em resina glicol-metacrilato foram seccionados e corados segundo técnicas específicas. Para observação e caracterização anatômica dos tecidos e outras substâncias utilizou-se azul de toluidina (0,05%) e a reação histoquímica PAS. Algumas observações como a ocorrência de compostos fenólicos, pode interferir mais no processo de formação de raízes adventícias do que o impedimento físico das faixas de esclerênquima.

Palavras-chave: Myrtaceae; Cambucizeiro; Anatomia; Microscopia de luz; PAS

Abstract

The cambuci tree (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum) is a fruit species belonging to the family Myrtaceae, native to the Atlantic Forest, has as main seedling production the use of seeds due to shortage of scientific papers in the area. Furthermore, preliminary studies indicate that the species presents difficulties in the adventitious rooting of its cuttings. In this sense, the present work aimed to anatomically characterize the stem and leaf of cambuci tree to understand the anatomical-physiological process of these structures seeking to elucidate the difficulties encountered in the adoption of vegetative propagation techniques. Stem and leaf material were polymerized in glycol-methacrylate resin then sectioned and stained according to specific techniques. For observation and anatomical characterization of tissues and other substances, toluidine blue (0.05%) and PAS histochemical reaction were used. Some observations such as the occurrence of phenolic compounds may interfere more in the process of adventitious root formation than the physical impediment of the sclerenchyma bands.

Keywords: Myrtaceae; Cambuci tree; Anatomy; Light microscopy; PAS

Introdução

Nativo da Mata Atlântica, o cambucizeiro (*Campomanesia phaea* O. Berg Landrum) pertence à família Myrtaceae, a qual também pertencem goiabeira, jabuticabeira, pitangueira, araçás e tantas outras (LORENZI et al.; 2006). A planta, endêmica dos estados do sudeste

brasileiro, alcança até 5 metros de altura, entretanto, sua madeira não apresenta interesse comercial (MARCHIORI; SOBRAL, 1997) já os frutos apresentam compostos funcionais de interesse humano como taninos, compostos fenólicos e ácido ascórbico com ação antioxidante (AZEVEDO et al., 2017; TOKAIRIN, 2017).

Embora a produção das mudas de cambucizeiro esteja restrita ao uso de sementes (LORENZI, 2002), é de extrema importância adotar métodos de propagação que resultem em plantas homogêneas com relação a tamanho, produção e qualidade de frutos (FRANZON et al., 2008). Nesse sentido, as técnicas de estaquia e alporquia podem ser utilizadas, cujo processo de enraizamento adventício depende de fatores endógenos, como condições da planta matriz em termos nutricionais, fisiológicos e idade ontogenética e fatores exógenos bióticos e abióticos, como sanidade, temperatura, luz, substrato, entre outros (HARTMANN et al., 2011).

Trabalhos preliminares (dados não publicados) mostraram a dificuldade da formação de raízes adventícias com a utilização desses métodos de propagação para cambucizeiros. Esse fato pode estar relacionado com a estrutura anatômica do floema primário (BEAKBANE, 1961) ou ainda pelo nível de esclerificação dos tecidos (ONO; RODRIGUES, 1996). Bortoline et al. (2008) ressaltaram que o conhecimento da estrutura anatômica caular das espécies pode auxiliar no entendimento de possíveis falhas no processo de enraizamento adventício.

Os baixos níveis de sucesso das técnicas de propagação vegetativa em espécies da família Myrtaceae vêm sendo associado a oxidação de compostos fenólicos presentes no tecido vegetal dessas espécies (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; SUGUINO et al.; 2003).

Devido à escassez de informações sobre o não enraizamento destes materiais na literatura e a necessidade de buscar evidências comprobatórias para o fato, o presente trabalho objetivou caracterizar anatomicamente a folha e o caule do cambucizeiro para compreender os processos anatômico-fisiológicos desses órgãos.

Material e Métodos

Estacas lenhosas, coletadas de cambucizeiros adultos de 13 anos, em pomar comercial localizado em propriedade particular no município de Natividade da Serra, SP, Brasil (23° 31' 27" S, 45° 27' 12" O, 720 metros), foram expostas ao ácido indolbutírico (AIB), colocadas em vermiculita e alocadas em câmara de nebulização intermitente pelo período de 90 dias e,

quando avaliadas, não apresentaram enraizamento adventício. A porção basal dessas estacas lenhosas, bem como ramos herbáceos de mudas de cambucizeiro de um ano, cultivadas em casa de vegetação na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ/USP em Piracicaba, São Paulo, Brasil (22° 42' 29" S, 47° 37' 45" O, 780 metros), foram utilizadas para realização das análises anatômicas.

As folhas foram coletadas de plantas matrizes oriundas de sementes com 3 anos de idade, localizadas na Fazenda Areão, área experimental da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' (ESALQ/USP) em Piracicaba, SP, Brasil, durante a primavera. A fim de uniformizar o material, foi selecionada a terceira folha completamente expandida de brotações herbáceas dessas plantas, sendo avaliado o terço mediano.

Os materiais vegetais, caules e folhas, foram fixados em solução de Karnovsky (1965) passando por 6 a 8 séries de vácuo, de 60 segundos cada para facilitar a infiltração da solução. Após 24 horas nesta solução, foram submetidos a desidratação em sequência de diluição de álcool etílico crescente (30, 50, 70, 90, 100, 100 e 100%). As amostras desidratadas foram pré-infiltradas em solução etanol: resina (1:1, v/v) por 48 horas e, em seguida, infiltradas em historesina pura por 72 horas e polimerizadas para formação dos blocos.

Para a confecção das lâminas histológicas, os blocos polimerizados foram submetidos ao corte em micrótomo rotatório manual ('820' Spencer Microtome – American Optical Corporation), obtendo-se secções com 5 µm de espessura, as quais foram dispostas sobre lâminas histológicas que seguiram para coloração. As lâminas obtidas foram submetidas a dois diferentes testes, um histoquímico PAS (FISCHER, 1968) e naphthol blue black, e o outro, de coloração diferencial de azul de toluidina (0,05%) (O'BRIEN et al., 1965).

Parte das lâminas confeccionadas foram submetidas à coloração pelo método histoquímico PAS (periodic acid/schiff reagent) e naphthol blue black para observação de glicogênio, membrana basal, parede celular, polissacarídeos neutros e ácidos, radicais glicídicos de glicoproteínas, amido e polifenóis (PAS) e proteínas (naphthol blue black), enquanto a outra parte, foi submetida a coloração em azul de toluidina (0,05%) com pH 3,2 para observação e caracterização anatômica dos tecidos, principalmente lignina e celulose.

As lâminas, após submetidas as reações dos corantes, por meio de montagem Entellan® juntamente com lamínula, foram levadas para observação em microscópio de luz. As imagens obtidas foram registradas com auxílio de sistema de captura de imagens, composto por computador, microscópio Zeiss Axio com câmera digital acoplada e software específico para captura de imagens (Image Pro Plus 6.3).

Resultados

As folhas do cambucizeiro apresentaram mesofilo dorsiventral típico de angiospermas, constituído de epiderme uniestratificada em ambas as faces, com parênquima paliçádico em sua porção adaxial e parênquima lacunoso contendo de 7 a 8 camadas de células na porção abaxial (Figura 1)

Em ambas as faces da folha nota-se a presença de tricomas tectores, já as secções foliares também apresentam cavidades secretoras esquizóginas adjacentes à epiderme (Figuras 1A, 1B).

Na nervura central, nota-se a formação de um sistema vascular bicolateral com os raios de parênquima do xilema conspícuos. Idioblastos de cristais com drusas (ou cristais romboédricos) estão distribuídos aleatoriamente no mesofilo e, também, nos tecidos da nervura central (Figuras 1 e 2). Tanto o mesofilo quanto a nervura central apresentam compostos fenólicos em abundância em todos os tecidos (Figuras 1B e 2B).

Figura 1. (A) Corte transversal de folhas do cambucizeiro corado com azul de toluidina (0,05%); Mesofilo dorsiventral típico de angiospermas, epiderme de ambas as faces uniestratificadas com presença de cavidade secretora adjacente e idioblastos de cristais com drusas em distribuição aleatória. (B) Reação de PAS (periodic acid/schiff reagent) e naphthol blue black (Fischer, 1968), a coloração vermelho-alaranjada destaca a presença de compostos fenólicos distribuídos por todos os tecidos foliares. **Legenda:** cs = cavidade secretora; dr = drusas; e = epiderme; pl = parênquima lacunoso; pp = parênquima paliçádico. **Barra** = 200µm.

Figura 2. (A) Corte transversal da nervura central de folha do cambucizeiro, corados com azul de toluidina (0,05%), apresentando sistema vascular bicolateral com raios parenquimáticos conpíscuos e idioblastos de cristais distribuídos de forma aleatória. (B) Reação PAS (periodic acid/schiff reagent) e naphthol blue black (Fischer, 1968), a coloração vermelho-alaranjada destaca a ocorrência de compostos fenólicos em todos os tecidos foliares. **Legenda:** cs = cavidade secretora; dr = drusas; e = epiderme; f = floema; pl = parênquima lacunoso; pp = parênquima paliçádico; rp = raio parenquimático; x = xilema. **Barra** = 200µm.

Quanto à anatomia caulinar da base de ramos herbáceos de cambucizeiro observou-se uma camada de células epidérmicas uniestratificada contendo prováveis compostos fenólicos, representados pela coloração vermelho-alaranjada, evidenciados pelo teste de PAS, em suas células e tricomas (Figura 3). O córtex multiestratificado, apresentou células parenquimáticas de 6 a 8 camadas com presença de cavidades secretoras esquizógenas adjacentes a epiderme, assim como nas folhas. Nota-se a presença de tecido esclerenquimático, formando uma bainha descontínua na região cortical, próxima ao floema (Figura 3).

As amostras caulinares analisadas, apesar de apresentarem aspectos morfológicos herbáceos, já mostraram crescimento secundário evidenciado pela formação de câmbio vascular conpíscuo.

O tecido vascular apresenta floema bicolateral, com compostos fenólicos em abundância, geralmente contidos em vacúolos das células do parênquima de floema e de xilema. A medula, composta de células parenquimáticas, apresentando compostos fenólicos em algumas células, apresenta também fibras e células pétreas distribuídas aleatoriamente na medula e ainda, idioblastos de cristais contendo drusas que estão presentes nas regiões do parênquima cortical, além do medular (Figura 3A).

Através do teste de PAS, as células da epiderme, dos raios parenquimáticos do floema e do parênquima medular apresentaram coloração de reação referente à presença de

compostos fenólicos, enquanto as células do parênquima cortical, o floema, os raios xilemáticos de parênquima apresentaram coloração de reação em menor intensidade (Figura 3B).

Figura 3. (A) Corte transversal de ramos herbáceos de cambucizeiro corado com azul de toluidina (0,05%) (B) Reação de PAS (periodic acid/schiff reagent) e naphtol blue black (Fischer, 1968). **Legenda:** cs = cavidade secretora; cx = córtex; dr = drusa; e = epiderme; es = esclerênquima; f = floema; m = medula; rp = raio parenquimático; t = tricoma; x = xilema. **Barra** = 200μm.

As porções caulinares basais das estacas lenhosas apresentam organização anatômica similar aos ramos herbáceos de cambucizeiro, contudo, as porções basais das estacas, apresentaram nas regiões externas ao xilema, próximo a periderme, pontos de aglomerados de células parenquimáticas que não mostraram diferenciação e regiões com desenvolvimento de novos tecidos diferenciados mostrando organização anatômica análoga ao caule original utilizado na estaquia (Figuras 4A, 4B). Tais tecidos diferenciados, através das análises anatômicas, revelam a atividade intensa das células dos raios de parênquima (Figura 4).

Figura 4. (A) Corte transversal da porção basal do caule lenhoso de cambucizeiro, tecido xilemático modificado após submetido ao processo de propagação. (B) Corte transversal da região externa da porção basal do caule lenhoso de cambucizeiro com desenvolvimento tecidual diferenciado (círculo vermelho), desenvolvimento de novos tecidos com conformação anatômica análoga ao caule original. **Legenda:** cx = córtex; f = floema; m = medula; rp = raio parenquimático; x = xilema. **Barra** = 200μm.

Discussão

O enraizamento adventício é um processo complexo, influenciado por fatores endógenos como idade, potencial genético e condições fisiológicas, nutricionais e sanitárias da planta matriz e exógenos como luz, temperatura, umidade e tipo de substrato utilizado (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

Os primórdios radiculares podem se originar de diferentes regiões e tecidos das plantas (FAHN, 1995). No caso da técnica de estaquia, células parenquimáticas tornam-se meristemáticas, dividindo-se e formando meristemóides dos quais os primórdios radiculares se desenvolvem (ESAU, 1993). Na base das estacas lenhosas, a formação de aglomerados celulares oriundos dos raios parenquimáticos do xilema contraria as expectativas de verificação de primórdios radiculares oriundos do tecido mais jovem do floema secundário, dos raios vasculares, do câmbio ou de calos formados (HARTMANN et al., 2011) uma vez que tais tecidos apresentam maior capacidade de desdiferenciação celular (MEDRADO et al., 1995).

Mayer et al. (2006) relataram que uma menor quantidade de tecido secundário formado evidencia um câmbio pouco ativo e espécie vegetal de desenvolvimento lento. Na base das estacas lenhosas, tecidos em estados de deterioração ao lado de tecidos intactos, podem indicar que a baixa velocidade de resposta após o estímulo da aplicação de AIB pode ter inviabilizado o enraizamento, levando a morte dos tecidos.

Algumas espécies apresentam naturalmente baixos potenciais de enraizamento, que podem estar associados a fatores, como a presença de anéis esclerenquimáticos externos a região de formação dos primórdios ou ainda, a liberação e/ou oxidação de substâncias fenólicas que inibem o processo, já relatado para mirtáceas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005; HARTMANN et al., 2011; ONO; RODRIGUES, 1996).

O tecido esclerenquimático encontrado nas plantas, apresenta células com paredes secundárias lignificadas e tem primariamente função mecânica de suporte (EVERT et al., 2006), entretanto, pode acabar atuando como um impedimento físico ao desenvolvimento dos primórdios radiculares. Apesar de não ser o único fator possível de causar impedimentos a formação de primórdios radiculares (HARTMANN et al., 2011), sua ocorrência e continuidade perivascular tem sido relacionada à dificuldade de enraizamento de estacas (MEDRADO et al., 1995; PAIVA; GOMES, 2011). No caso do cambucizeiro, o tecido esclerenquimático observado não apresenta continuidade perivascular, o que pode ser indício de baixa influência como barreira física à formação dos primórdios.

Segundo Medrado et al. (1995) a quantidade de tecido parenquimático presente no floema, formada pelo câmbio vascular, pode ter maior influência na formação de primórdios radiculares do que a própria resistência mecânica conferida pelo tecido esclerenquimático.

O teste histoquímico PAS, por sua vez, evidenciou maior presença de compostos fenólicos nos raios parenquimáticos do xilema e floema, principal região de formação de primórdios radiculares (HARTMANN et al., 2011; MAYER et al., 2006). Tais compostos são resultantes do metabolismo secundário das plantas e possuem grande variedade de formas químicas e funções, atuando desde a defesa contra herbivoria até como atrativo de polinizadores e absorção de radiação ultravioleta (TAIZ; ZEIGER, 2007), sendo observados também em outros membros da família Myrtaceae como a goiabeira (*Psidium guajava*), a uvaieira (*Eugenia pyriformis*) e a grumixameira (*E. brasiliensis*) (DONATO; DE MORRETES, 2007; DUARTE; PAULA, 2005; GOMES et al., 2009).

Segundo Ono e Rodrigues (1996) a presença de compostos fenólicos nos tecidos vegetais pode estimular, quando monofenóis, ou inibir, quando polifenóis, o processo de enraizamento adventício. Adati (2001) e Leão (2005) constatarem a presença de substâncias como óleo essencial, flavonóides e taninos em folhas de cambucizeiro, sendo que no óleo essencial de *C. phaea*, 24% dos compostos são monoterpenos e outros 76% sesquiterpenos, entretanto, seria necessário um estudo específico para identificação e classificação dos compostos existentes no caule de cambucizeiros para verificar sua real influência no processo.

Possivelmente, os compostos do caule são idênticos aos das folhas, porém em quantidades diferentes. A reação de PAS caracteriza polifenóis na coloração laranja podendo pender para o marrom. A confirmação da ocorrência dos compostos do tipo polifenóis, evidenciada pela coloração laranja, associada aos resultados negativos de experimentos de estaquia (dados não apresentados) podem corroborar a sua influência negativa no processo de enraizamento adventício.

De modo geral, a presença do tecido esclerenquimático perivascular, devido a sua descontinuidade, aparentou ter menor influência no processo de enraizamento adventício do que a presença dos compostos fenólicos.

Entretanto, apesar de ambos afetarem negativamente o processo no caso do cambucizeiro, por se tratar de uma espécie nativa ainda em início do processo de domesticação, não há evidências suficientes para afirmar que esses sejam os únicos fatores envolvidos no não enraizamento das estacas.

Conclusões

- O cambucizeiro apresenta características anatômicas de caule e folha conforme descrições feitas para espécies da família Myrtaceae.
- A ocorrência de compostos fenólicos pode interferir mais no processo de formação de raízes adventícias do que o impedimento físico das faixas de esclerênquima.

Referências

ADATI, R.T. **Estudos biofarmagnóstico de *Campomanesia phaea* (O. Berg.) Landrum. Myrtaceae.** 2001. 128 p. Dissertação (Mestrado em Farmacognosia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

AZEVEDO, M. C. S.; SILVA, R. R. E.; JACOMINO, A. P.; GENOVESE, M. I. Physicochemical variability of cambuci fruit (*Campomanesia phaea*) from the same orchard, from different locations and at different ripening stages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 97, 526-535, 2017.

BEAKBANE, A. B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. **Nature**, 1961.

BORTOLINE, M. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; CARPANEZZI, A. A.; DESCHAMPS, C.; OLIVEIRA, M. C.; BONA, C.; MAYER, J. L. S. *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.: Enraizamento, anatomia e análises bioquímicas nas quatro estações do ano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 159-171, 2008.

DONATO, A.M.; DE MORRETES, B.L. Anatomia foliar de *Eugenia brasiliensis* Lam. (Myrtaceae) proveniente de áreas de restinga e de floresta. **Revista Brasileira de Farmacognosia** v.17, p. 426-443, 2007.

DUARTE, M. R.; PAULA, F. M. Morfodiagnose de *Psidium guajava* L., Myrtaceae. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.6, n.2, p.53-60, 2006.

EVERT, R.F. **Esau's Plant anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the plant body: Their structure, Function and Development**. 3rd. Ed., 606p., 2006.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com semente**. 12ª ed, São Paulo, Edgard Blucher, 1993, 293p.

FAHN, A. **Plant anatomy**. 4ª ed. Exeter, BPC Wheatons, 1995, 588p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds.) **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2005, 221p.

FISCHER, D. B. Protein staining of ribboned epon section for light microscopy. **Histochemie**, v.16, p. 92–96, 1968.

FRANZON, R. C.; GONÇALVES, R. S.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B.; TREVISAN, R. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, SP, v.30, n.2, p.488-491, 2008.

GOMES, S. M.; SOMAVILLA, N. S. D. N.; GOMES-BEERRA, K. M.; MIRANDA, S. C.; DE-CARVALHO, P. S.; GRACIANO-RIBEIRO, D. Anatomia foliar de espécies de Myrtaceae: contribuições à taxonomia e filogenia. **Acta bot. Bras.**, v.23, n.1, p.223-238, 2009.

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.

KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **J Cell Biol** 27:137–138, 1965.

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, 123 p., Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, 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. **Dentrológia das angiospermas**. Myrtales. Editora da UFSM, Santa Maria, 1997, 304p.

MAYER, J. L. S.; BIASI, L. A.; BONA, C. Capacidade de enraizamento de estacas de quatro cultivares de *Vitis* L. (Vitaceae) relacionada com os aspectos anatômicos. **Acta Bot. Bras.**, v20, n. 3, p. 563-568, 2006.

MEDRADO, M. J. S.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; COSTA, J.D. Alterações anatômicas em estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* clone RRIM 600) em resposta a diferentes técnicas de indução ao enraizamento. **Scientia Agricola**, v. 52, n.1, p. 89-95, 1995

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v. 59, n.2, p. 368-373, 1965.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal, FUNEP, 1996.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011, 149p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**, 6th Edition, Sinauer Associates, Sunderland, 2017, 782p.

TOKAIRIN, T. O. **Caracterização e conservação pós-colheita de cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017, 133p. Tese (Doutorado) - - USP/ Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo.

ANEXO

Tabela 1. Porcentagem de sobrevivência e número médio de folhas em estacas de cambucizeiro tratadas com AIB, em cinco diferentes ensaios (E1 a E5), durante 90 dias de avaliação. Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018.

E1: Utilização de estacas herbáceas em imersão rápida de diferentes doses de AIB						
Tratamento (mg AIB L-1)	Estacas vivas (%)			Número médio de folhas/estaca		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
T1 (0)	100 a	30 a	0	3,20 a	1,50 a	0,00
T2 (1.500)	90 a	5 ab	0	2,69 ab	0,25 ab	0,00
T3 (3.000)	75 a	0 b	0	2,47 ab	0,00 b	0,00
T4 (4.500)	20 b	0 b	0	1,50 bc	0,00 b	0,00
T5 (6.000)	20 b	0 b	0	0,75 c	0,00 b	0,00
Média	61	7	0	2,12	0,20	0,00
Valor p	<0,0001*	0,0145*	-	0,001*	0,0017*	-
CV (%)	29,02	176,90	-	32,29	158,10	-
E2: Utilização de estacas herbáceas em imersão lenta de diferentes doses de AIB						
Tratamento (mg AIB L-1)	Estacas vivas (%)			Número médio de folhas/estaca		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
T1 (0)	90 a	20 a	0	2,24 a	0,88 a	0,00
T2 (150)	10 b	0 b	0	0,50 b	0,00 b	0,00
T3 (300)	10 b	0 b	0	0,75 b	0,00 b	0,00
T4 (450)	10 b	0 b	0	0,50 b	0,00 b	0,00
T5 (600)	5 b	0 b	0	0,25 b	0,00 b	0,00
Média	25	4	0	0,84	0,004	0,00
Valor p	<0,0001*	0,0043*	-	0,0044*	0,0014*	-
CV (%)	45,01	182,57	-	76,94	160,78	-
E3: Utilização de estacas herbáceas com lesão na base, em imersão rápida de diferentes doses de AIB						
Tratamento (mg AIB L-1)	Estacas vivas (%)			Número médio de folhas/estaca		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
T1 (0)	70	40	15	2,00	1,83	1,00
T2 (1.500)	65	50	25	2,00	2,00	1,50
T3 (3.000)	65	15	0	1,94	1,25	0,00
T4 (4.500)	65	30	10	2,00	1,92	0,75

T5 (6.000)	80	20	10	1,87	0,87	1,00
Média	69	31	12	1,96	1,57	0,85
Valor p	0,8900ns	0,2969ns	0,3135ns	0,1991ns	0,1009ns	0,3113ns
CV (%)	36,08	79,45	132,63	4,35	40,59	112,63

E4: Utilização de estacas herbáceas destacadas da planta matriz, em imersão rápida de diferentes doses de AIB.

Tratamento (mg AIB L-1)	Estacas vivas (%)			Número médio de folhas/estaca		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
T1 (0)	90	55 a	0	2,00	1,79	0,00
T2 (1.500)	95	30 ab	0	1,90	1,25	0,00
T3 (3.000)	100	50 ab	0	1,90	1,83	0,00
T4 (4.500)	90	35 ab	0	1,92	1,75	0,00
T5 (6.000)	95	15 b	0	1,95	0,87	0,00
Média	38,67	37	0	1,93	1,50	0,00
Valor p	0,8400ns	0,0258*	-	0,6931ns	0,1837ns	-
CV (%)	15,04	44,68	-	5,84	42,09	-

E5: Utilização de estacas lenhosas em imersão rápida de diferentes doses de AIB

Tratamento (mg AIB L-1)	Estacas vivas (%)			Número médio de folhas/estaca		
	30 dias	60 dias	90 dias	30 dias	60 dias	90 dias
T1 (0)	50	5	0	1,87 a	0,50	0,00
T2 (150)	55	5	0	1,60 ab	0,25	0,00
T3 (300)	85	30	0	1,51 ab	0,83	0,00
T4 (450)	85	5	0	1,37 b	0,25	0,00
T5 (600)	55	5	0	0,68 c	0,25	0,00
Média	66	10	0	1,41	0,42	0,00
Valor p	0,0831ns	0,1018ns	-	<0,0001*	0,6473ns	-
CV (%)	33,19	146,06	-	16,12	154,94	-

^{ns} Não significativo; * Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.