



Américo Wagner Júnior | Moeses Andriago Danner | Idemir Citadin

Jabuticabeiras

ED **UT** FPR

JABUTICABEIRAS



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Reitor	Marcos Flávio de Oliveira Schiefler Filho
Vice-Reitora	Tangriani Simioni Assmann
Diretora de Comunicação	Maurini de Souza
Diretora-Adjunta de Com	Ana Paula Ferreira



Coordenadora-Geral	EDITORA DA UTFPR
Coordenadora-Adjunta	Eunice Liu
Assessora editorial	Giani Carla Ito
	Neuci Schotten

CONSELHO EDITORIAL

Titulares	Adriani Edith Michelon
	Antonio Gonçalves de Oliveira
	Aruanã Antonio dos Passos
	Danyel Scheidegger Soboll
	Marcelo Gonçalves Trentin
	Maria Helene Giovanetti Canteri
	Roberto Cesar Betini
	Sara Tatiana Moreira
	Sidemar Presotto Nunes
	Silvana Stremel
	Wellington Ricardo Fioruci

Suplentes	Adriano Lopes Romero
	Anna Luisa Metidieri Cruz Malthez
	Anna Silvia P. Setti da Rocha
	Carina Merkle Lingnau
	Ivo de Lourenço Junior
	Janaina Piana
	Jézili Dias
	Luiz Renato Martins da Rocha
	Marcelo Fernando de Lima
	Mariane Kempka
	Pedro Valério Dutra de Moraes

As opiniões e os conteúdos expressos neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem, necessariamente, a opinião do corpo editorial.



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

ORGANIZADORES

AMÉRICO WAGNER JÚNIOR

MOESES ANDRIGO DANNER

IDEMIR CITADIN

JABUTICABEIRAS

Curitiba | 2022

ED **UT** FPR



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional. Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Jaboticabeiras [recurso eletrônico] / organização: Américo Wagner Júnior, Moeses Andrigo Danner, Idemir Citadin. -- 1. ed -- Curitiba, PR : EDUTFPR, 2022.

1 arquivo texto (452 p.) : PDF ; 35,7 MB.

Inclui bibliografias.

Disponível também em formato impresso.

Acesso via World Wide Web.

ISBN: 978-65-88596-53-1

e-ISBN: 978-65-88596-65-4

1. Frutas tropicais - Brasil. 2. Jaboticabeira. 3. Frutas - Cultivo - Brasil. I. Wagner Júnior, Américo. II. Danner, Moeses Andrigo. III. Citadin, Idemir. IV. Título.

CDD: Ed. 23 -- 634.6

Departamento de Bibliotecas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Bibliotecário: Adriano Lopes CRB-9/1429

Design	Amanda Ross, Eunice Liu, Guilherme Patury, Gustavo Morette, Lucas Yukinori Saito, Juliana Biondi, Maiara Miotti Cunha, Mariane Siqueira Resende Monteiro, Monique Alessandra de Jesus, Raquel Sales, Tiago Zarowny
Capa	Eunice Liu, Lucas Yukinori Saito, Mariane Siqueira Resende Monteiro
Revisão	Alana Batista Américo, Ana Flávia Lorena, Anna Júlia Weber, Daniela Montoia França, Eduarda Perez. Kozarewicz, Giovana Lucas, Gabriela Viana Muller, Hadson Oliveira, Ludmilla Borinelli, Marta Botelho Lira, Sabrina Costa, Vanessa Carneiro Rodrigues
Normalização	Anna Júlia Weber, Hadson Oliveira, Sabrina Costa, Tatiana Campos da Hora

EDUTFPR

Editora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Av. Sete de Setembro, 3165

80230-901 Curitiba PR

www.utfpr.edu.br/editora

@edutfpr

PREFÁCIO

O Brasil é um país rico na diversidade de sua flora, e as espécies frutíferas, com certeza, contribuem para isso. Segundo alguns autores, cerca de 300 espécies frutíferas são nativas de nosso país. Algumas delas são conhecidas no mundo, sendo o abacaxi e o açaí os exemplos mais clássicos; outras são encontradas apenas em alguns mercados brasileiros e, ainda, há aquelas que são completamente desconhecidas.

Mas, dentre todas essas espécies, talvez nenhuma seja tão amplamente conhecida e apreciada como a brasileira jabuticabeira. Essa espécie nativa do Centro-Sul do Brasil, com sua frutificação tão particular, que ocorre diretamente nos troncos e ramos, tem sido decantada em prosa, verso e até em canções, seja para lembrar da infância (como escreve Carlos Drummond de Andrade, em *Menino Antigo*, “Atrás do grupo escolar, ficam as jabuticabeiras...”); seja para falar do tempo que passou (como Rubem Alves em *O tempo e as jabuticabas*); ou ainda no significado mais tradicional e comum, na comparação com os belos olhos escuros e vivos de uma pessoa amada.

Ou seja, a jabuticaba faz parte de nossa cultura, até mesmo quando a canção faz uma analogia com pássaros espalhando sementes de jabuticaba e os homens espalhando amor (como em *Jabuticaba*, canção de Bia Sabino).

Entretanto, apesar de toda essa ligação, a jabuticabeira é uma fruteira ainda negligenciada quanto ao cultivo comercial. Muito do que se vê disponível no mercado ainda é fruto do extrativismo, que, no geral, não contribui em alto grau para a manutenção da diversidade das espécies de jabuticabeiras. Basta lembrar que, das nove espécies existentes, seis não são mais encontradas nas matas, estando apenas em instituições de pesquisa.

Assim, o livro *Jabuticabeiras*, que ora tenho a honra de lhes apresentar, é, talvez, o primeiro passo para que os fruticultores, os estudantes e o público em geral se conscientizem da importância dessas espécies e zelem pela conservação de sua variabilidade. É, também, uma contribuição expressiva ao seu cultivo comercial e ao incentivo às suas diversas formas de uso.

Resultado do esforço de três jovens professores e grandes mestres da fruticultura, Idemir Citadin, Américo Wagner Júnior e Moeses Andriago Danner, com os quais tive o privilégio de trabalhar, o livro aborda todos os aspectos relacionados à jabuticabeira, desde sua característica embrionária, seu hábito de floração e frutificação ímpar, seus cuidados, suas potencialidades, suas propriedades funcionais e seus benefícios à saúde, fatores que afetam o seu desempenho até sua comercialização e uso.

Escrito em uma linguagem simples, é acessível a todos os tipos de público; os organizadores conseguiram compilar resultados de pesquisas e tudo aquilo que se sabe sobre essas espécies frutíferas e, ainda, apontar quais são os problemas a investigar e os caminhos para futuras pesquisas. Um outro ponto que merece destaque é a preocupação dos autores em buscar alternativas mais baratas e menos agressivas ao meio ambiente, em todas as fases de cultivo, primando pela produção sustentável.

Tudo isso foi possível graças à continuidade e ao foco de pesquisa dos mencionados professores, que fizeram com que seus alunos dedicassem seus estudos, dissertações e teses, às espécies de *Plinia*, abordando seus mais diferentes aspectos. Mas só isso não seria suficiente. Assim, organizaram já há algum tempo, um grupo chamado Myrtaceae (reverenciando a família mais importante de frutas nativas do nosso país), inculcando em seus membros o amor pelas fruteiras nativas do Brasil, ou como diz em seu slogan “Frutas brasileiras, paixão para toda a vida”.

Ame e apaixone-se você também, leitor, e ajude a preservar e valorizar o que é nosso.

Boa leitura.

*Dra. Maria do Carmo Bassols Raseira
Pesquisadora Embrapa Clima Temperado
Pelotas – RS*

SUMÁRIO

Apresentação	13
Jaboticaba no Brasil	
Abordagem geral	15
Comercialização de jaboticaba oriunda de extrativismo	16
Comercialização de jaboticabas nos mercados atacadistas.....	19
Comercialização de jaboticaba associada ao turismo rural e urbano	24
Jaboticaba na região Sul	25
Jaboticaba na região Sudeste	37
Considerações finais	39
Referências	40
Anatomia, morfologia, fenologia e botânica da jaboticabeira	
Introdução	43
Espécies de jaboticabeiras	60
<i>Plinia jaboticaba</i> (Vell.) Kausel	60
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	61
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	62
<i>Plinia grandifolia</i> (Mattos) Sobral	63
<i>Plinia aureana</i> (Mattos) Mattos.....	65
<i>Plinia oblongata</i> (Mattos) Mattos	65
<i>Plinia coronata</i> (Mattos) Mattos	66
<i>Plinia phitrantha</i> (Kiaersk.) Sobral	66
Fenologia em jaboticabeira	67
Estudos fenológicos em jaboticabeira	68
Escala BBCH dos estádios fenológicos em <i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel	69
Considerações finais	71
Referências.....	75

Produção de mudas por sementes	
Introdução	81
Aspectos para propagação por sementes	82
Considerações finais	102
Referências	103
Produção de mudas por técnicas assexuadas	
Introdução	109
Propagação por estaquia	111
Propagação por enxertia	116
Propagação por alporquia	118
Considerações finais	124
Referências	125
Implantação e manejo em pomar de jabuticabeiras	
Introdução	129
Escolha do local	130
Implantação e manejo	140
Considerações finais	180
Referências	181
Insetos associados à cultura da jabuticabeira	
Introdução	185
Insetos-praga associados às raízes, caules e ramos	186
Insetos-praga associados às folhas	188
Avaliação de danos de <i>Paraulaca dives</i>	190
Escala diagramática	190
Validação da escala diagramática	191
Insetos-praga associados a flores e frutos	195
Inimigos naturais de insetos presentes na jabuticabeira	198
Considerações finais	207
Referências	208
Doenças em jabuticabeira	
Introdução	213
Ferrugem – <i>Puccinia psidii</i>	214

Sintomas	214
Etiologia	218
Controle	220
Podridão de fruto	222
Sintomas	224
Etiologia	224
Controle	226
Podridão de raiz – <i>Rosellinia sp.</i>	227
Sintomas	227
Etiologia	228
Controle	228
Fungos de revestimento	229
Sintomas	231
Etiologia	231
Controle.....	231
Considerações finais	232
Referências	233

Colheita e pós-colheita de jabuticabeira

Introdução	235
Processo de maturação	236
Padrão respiratório	238
Composição química dos frutos	239
Colheita	241
Métodos de conservação pós-colheita aplicados em frutos de jabuticabeira	255
Considerações finais	262
Referências	263

Jabuticaba: características e aplicações tecnológicas

Introdução	267
Características físico-químicas da jabuticaba	269
Compostos bioativos e benefícios da jabuticaba	272
Aplicações tecnológicas da jabuticaba	276
Considerações finais	287
Referências	289

Recursos genéticos e melhoramento de jabuticabeiras	
Introdução	295
Biologia reprodutiva das jabuticabeiras	297
Melhoramento de jabuticabeira	301
Uso de marcadores moleculares no melhoramento de jabuticabeiras	314
Considerações finais	316
Referências	317
Comercialização de jabuticaba	
Introdução	321
Aspectos de produção	322
Considerações finais	332
Referências	333
Regeneração de jabuticabeira	
Introdução	335
Estudos sobre a regeneração da jabuticabeira	336
Considerações finais	339
Referências	340
Jabuticaba: substâncias bioativas e propriedades funcionais	
Introdução	343
Descrição e composição nutricional da jabuticaba (<i>Plinia spp.</i>)	346
Composição química da jabuticaba (<i>Plinia spp.</i>)	352
Flavonoides e antocianinas	353
Terpenos	356
Taninos	357
Depsídeos e ácidos fenólicos	358
Propriedades biológicas	359
Atividade antioxidante	359
Atividade anti-inflamatória	361
Atividade citotóxica	362
Efeitos relacionados ao controle da obesidade, resistência à insulina e diabetes	363

Outras atividades biológicas	364
Considerações finais	366
Referências	367
Jaboticabeiras e as condições de estresse	
Introdução	377
Estresse salino	381
Germinação de sementes de jaboticaba em diferentes níveis de salinidade	381
Crescimento e características nutricionais de mudas de jaboticabeira submetidas aos níveis de estresse salino	384
Diagnose visual	398
Teores de macro e micronutrientes	403
Nitrogênio	404
Fósforo	406
Potássio	407
Cálcio	408
Magnésio	411
Ferro	413
Manganês	414
Cobre	416
Zinco	417
Boro	418
Enxofre	420
Estresse hídrico	421
Considerações finais	432
Referências	434
Índice remissivo	444

APRESENTAÇÃO

Jaboticabeira, fruteira nativa, amplamente conhecida no Brasil, cuja beleza encanta e o sabor de seus frutos é atrativo a todas as faixas etárias. A planta pode ser encontrada em matas, fundos de quintal, praças públicas, em canteiros de avenidas e estacionamentos, sendo inconfundível por apresentar florescimento/frutificação que a torna peculiar, diretamente no tronco e ramo, a chamada cauliflora, sendo propícia para uso em paisagismo e ornamentação de casas e áreas urbanas.

Planta extremamente rústica, que resiste a diversificadas condições edafoclimáticas das regiões brasileiras, com idade de produção que extrapola os 100 anos. Porém, ainda é pouco cultivada comercialmente, mesmo com possibilidade de uso de seus frutos em vários segmentos comerciais, como aqueles voltados ao consumo *in natura*, as indústrias de processamento (geleia, licor, iogurte, picolé etc.), da farmacologia e de cosméticos.

Tais características vêm, nos últimos anos, aumentando sua popularidade, tornando atrativa a mídia, com procura pelo mercado internacional.

O presente livro é dividido em 14 capítulos, que trazem informações essenciais para o conhecimento das espécies, com muitas pesquisas realizadas cientificamente, algumas das quais pelo grupo de professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), visando alterar o quadro desta fruteira de negligenciada para cultivada e comercialmente presente nos principais centros consumidores. Tal conhecimento apresentado é fruto de um trabalho de longa data que contou com a colaboração de muitos estudantes e pesquisadores.

Américo Wagner Júnior

Moeses Andriago Danner

Idemir Citadin

JABUTICABA NO BRASIL

Bruna Valéria Gil

Moeses Andriago Danner

Clevison Luiz Giacobbo

Renato Trevisan

Luiz Carlos Donadio

Abordagem geral

No Brasil, o potencial de comercialização da jaboticaba é grande, pois é muito apreciada para consumo *in natura* e para fabricação de derivados. As jaboticabas podem ser aproveitadas pela indústria farmacêutica, de cosméticos e alimentícia, em função de sua qualidade organoléptica, funcional e do alto conteúdo de flavonoides e antocianinas que a casca dos frutos apresenta.

No Brasil, a jaboticabeira pode ser encontrada de forma nativa, mas principalmente em pomares plantados, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Ceará, Pernambuco e Paraíba.

A comercialização da jabuticaba no Brasil ocorre basicamente de três formas:

- A. por venda direta ao consumidor pelo dono da propriedade, ou por meeiros de jabuticabas oriundas de extrativismo de plantas nativas;
- B. pelos mercados atacadistas (Centrais de Abastecimento – Ceasa – e Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP);
- C. pela comercialização associada ao turismo, na propriedade rural ou em festivais urbanos.

Essas formas de comercialização serão descritas a seguir:

Comercialização de jabuticaba oriunda de extrativismo

Nas propriedades do sudoeste do Paraná, em que há jabuticabeiras nativas centenárias (4 mil jabuticabeiras adultas, com média de 15 m de altura), geralmente encontradas em fragmentos florestais que compõem áreas de Reserva Legal de propriedades agrícolas, ocorre o extrativismo de jabuticaba. Para verificar como são as formas e volumes de comercialização da fruta nesta região, iniciou-se, em 2014, o projeto de coleta de dados, pela aplicação de questionários semiestruturados, dos quais as informações a seguir foram extraídas.

Nesta modalidade de extrativismo, não há demanda de mão de obra para qualquer manejo das jabuticabeiras, apenas para a colheita. Em alguns casos, também para a realização de roçada do sub-bosque ao redor das jabuticabeiras, mas apenas para facilitar a colheita. Produtos derivados da fruta são pouco explorados, sendo a venda *in natura* a principal forma de comercialização, diretamente para o consumidor final, principalmente na beira das rodovias.

A colheita da jaboticaba nas propriedades ocorre de diferentes formas e é alterada no mesmo local com o passar dos anos, dependendo das oportunidades de venda que surgem. Alguns proprietários vendem anualmente a produção para meeiros, sem se envolver nem com a colheita nem com a comercialização. Outros terceirizam a colheita, pagando por produtividade dos coletores (33% da quantidade colhida – 1 a cada 3 caixas), contudo, fazem a venda para frutarias e mercados, dos quais os compradores buscam a fruta na propriedade. Em outros locais, os compradores entram em contato com o dono e agendam a visita para comprar a fruta recém-colhida, também diretamente na propriedade. Já em alguns lugares, todas as atividades de colheita e comercialização da jaboticaba são executadas exclusivamente com mão de obra familiar, vendendo de forma direta ao consumidor na beira de rodovias (1). Normalmente, este último caso, gera maior rentabilidade aos produtores (2).

(1) ^{AJ} Venda de jaboticabas na beira de rodovia na região de Vitorino, PR.

AJ Fotografia: Américo Wagner Júnior.



JABUTICABEIRAS

MUNICÍPIO (HA)	JABUTICABEIRAS	VENDIDO (KG)	RENDA P/ÁREA (R\$/HA)	VENDA: PRINC. FORMA/LOCAL
CLEVELÂNDIA (12)	930	NI*	416,00	MEEIROS
CHOPINZINHO (23)	1.400	1.000	87,00	FAZENDA
PATO BRANCO (2,3)	130	300	1.300,00	RODOVIA
VITORINO (2,4)	110	600	250,00	FRUTARIAS

(2)^I Dados de produção e comercialização de jabuticaba via extrativismo de jabuticabeiras nativas em algumas propriedades na região Sudoeste do Paraná, em 2015.

Foi relatado, também, que fatores meteorológicos adversos, tais como estiagem, temperaturas baixas ou chuvas intensas na época de floração e início de frutificação (agosto/setembro), prejudicaram a produção de jabuticaba nos últimos anos. Inclusive, em várias propriedades, não houve produção de jabuticaba nas plantas nativas em 2017. Apesar da produção anual em sistemas extrativistas ser muito variável, em virtude da dependência de fatores meteorológicos, observa-se que a atividade de extrativismo pode representar uma alternativa importante como complemento na renda familiar de áreas normalmente consideradas improdutivas, as áreas de Reserva Legal, mas que poderiam ser exploradas com a comercialização de outros produtos não madeireiros para aumentar a renda familiar.

I Fonte: Dados coletados por entrevistas no âmbito do projeto *Uso de recursos genéticos de jabuticabeira: produção e comercialização de jabuticaba e derivados no Brasil* (projeto em andamento, registrado no Comitê de Ética em Pesquisa da UTFPR, código 70452517.8.0000.5547).

*Nota: NI = não informado.

Comercialização de jaboticabas nos mercados atacadistas

O volume de jaboticaba comercializado nos últimos anos pelas Ceasas e pela CEAGESP demonstra tendência de estabilidade próximo a 3 mil toneladas anuais, com variação de 2,7 mil toneladas em 2007 e 3,5 toneladas em 2014 (3)^{II}. Isso pode ser justificado pelo fato de que a comercialização da fruta é feita por agricultores que possuem pomares plantados há mais de duas décadas e que estão consolidados na atividade, o que faz com que a maior parte do volume comercializado na CEAGESP se concentre em poucos atacadistas. A CEAGESP detém grande parte do volume comercializado de jaboticaba (de 71 a 88% nos anos verificados), o que se justifica pela maior quantidade de pomares de jaboticabeiras plantados no estado de São Paulo, o maior mercado atacadista da América do Sul, e devido à cidade de São Paulo ser a maior cidade brasileira, tendo grande número de consumidores em potencial.

A variação no volume médio mensal de jaboticaba comercializado nos últimos dez anos (2007–2017) pela CEAGESP, demonstra que há comercialização da fruta em todos os meses do ano, embora o volume seja mais expressivo em setembro e outubro, concentrando em média 55% do volume anual, e o restante do volume distribuído nos demais meses do ano (4). Isso demonstra a principal época de produção das jaboticabeiras nos meses de início da primavera e a alta perecibilidade da jaboticaba, que não permite armazenamento para comercialização fora da época de colheita. Também demonstra que há variação na época de produção entre as jaboticabeiras e até que muitas delas produzem mais de uma vez ao ano.

Os preços de venda na CEAGESP acompanham a sazonalidade do volume comercializado, sendo inversamente proporcional (maiores quantidades comercializadas associadas aos menores preços), com forte variação ao longo do ano. No período de agosto a novembro, ocorre brusca redução nos preços, devido à concentração da oferta da fruta nesse período. O maior preço médio ocorreu no mês de maio, com R\$ 19,70 por quilo e, o menor, no mês de ou-

JABUTICABEIRAS

UF	2007	2014	2015	2016	2017*
SP	1.919,4 (71,0%)	2.544,8 (72,6%)	2.455,5 (82,9%)	2.500,3 (84,8%)	2.437,1 (88,4%)
PE	0	157,9 (4,5%)	118,9 (4,0%)	133,2 (4,5%)	75,8 (2,7%)
MG	138,6 (5,1%)	71,7 (2,1%)	34,2 (1,1%)	83,7 (2,9%)	62,3 (2,3%)
RJ	362,1 (13,4%)	556,1 (15,9%)	137,1 (4,6%)	80,7 (2,7%)	34,3 (1,2%)
ES	170,2 (6,3%)	106,7 (3,0%)	157,3 (5,3%)	76,2 (2,6%)	49,8 (1,8%)
PR	112,2 (4,2%)	67,4 (1,9%)	35,1 (1,2%)	42,9 (1,4%)	73,4 (2,7%)
DF	0	0	25,3 (0,9%)	24,4 (0,8%)	21,5 (0,8%)
RS	0	0	0	4,8 (0,2%)	2,1 (0,1%)
GO	0	0	0	1,8 (0,1%)	0
TOTAL	2.702,5	3.504,6	2.963,4	2.948,0	2.756,3

(3)^{II} Volume (toneladas) e percentuais relativos ao total de jabuticabas comercializadas nos anos de 2007, 2014, 2015, 2016 e 2017.

*Nota: Dados até novembro de 2017.

tubro, com R\$ 13,30 por quilo (diferença de 32,3% no valor) (5). Essas informações sugerem que os produtores que conseguirem posicionar seu produto no mercado nas épocas de menor oferta tendem a obter maiores margens de lucro devido aos maiores preços.

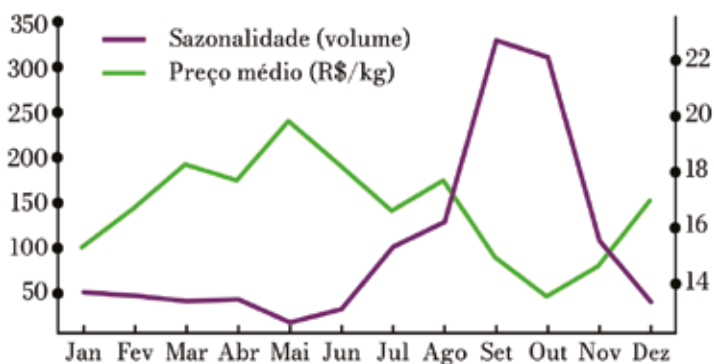
A evolução do preço médio anual, a partir de 2007, mostra comportamento crescente até o ano de 2013, com aumento de 53,4% nesse período, de R\$ 9,81 por quilo para R\$ 21,04 por quilo. E, nos últimos quatro anos, o preço médio ficou próximo de R\$ 18,00 por quilo, demonstrando tendência de estabilidade (6).

II Fonte: Elaborado com base no banco de dados do ProHort (Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro) informado por entrevista com funcionário da Ceasa de Curitiba, Paraná, no âmbito do projeto *Uso de recursos genéticos de jabuticabeira: produção e comercialização de jabuticaba e derivados no Brasil* (projeto em andamento, registrado no Comitê de Ética em Pesquisa da UTFPR, código 70452517.8.0000.5547).

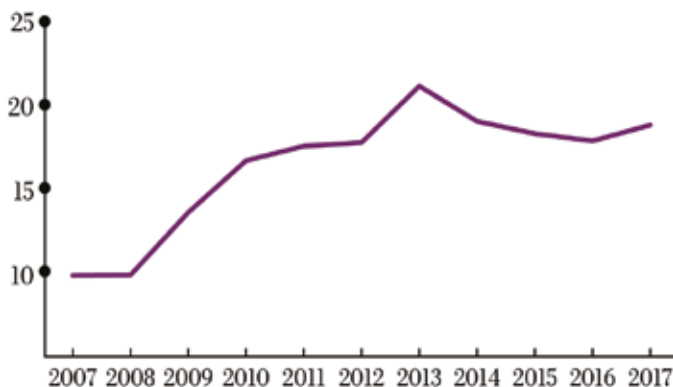
(4)^{II} Sazonalidade (toneladas) mensal de comercialização de jaboticaba na CEAGESP, de 2007 a 2017.



(5)^{II} Relação entre volume médio mensal de jaboticaba comercializado e o preço médio mensal (R\$ por kg), praticado na CEAGESP no período, de 2007 a 2017.



(6)^{III} Evolução dos preços (R\$ por kg) de jaboticaba comercializada na CEAGESP, de 2007 a 2017.



III Fonte: Elaborado com base no banco de dados do ProHort (Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro) informado por entrevista com funcionário da Ceasa de Curitiba, Paraná, no âmbito do projeto *Uso de recursos genéticos de jaboticabeira: produção e comercialização de jaboticaba e derivados no Brasil* (projeto em andamento, registrado no Comitê de Ética em Pesquisa da UTFPR, código 70452517.8.0000.5547).

A jabuticaba comercializada pelas Ceasas do país é originária, principalmente, do estado de São Paulo, e os principais municípios fornecedores no ano 2016 foram: Guararema, SP; Casa Branca, SP; Aguaí, SP; e Presidente Prudente, SP, totalizando 59,1% do volume comercializado. E, no ano de 2017, os principais municípios fornecedores foram: Casa Branca, SP; Mogi das Cruzes, SP; Aguaí, SP; e Guararema, SP, totalizando 58,7% do volume comercializado nos principais mercados atacadistas brasileiros (7)^{III}.

MUNICÍPIO-UF	2016	MUNICÍPIO-UF	2017*
GUARAREMA-SP	727,7 (24,7%)	CASA BRANCA-SP	600,2 (21,8%)
CASA BRANCA-SP	592,7 (20,1%)	MOGI DAS CRUZES-SP	409,6 (14,9%)
AGUAÍ-SP	280,4 (9,5%)	AGUAÍ-SP	315,7 (11,5%)
PRESIDENTE PRUDENTE-SP	142,4 (4,8%)	GUARAREMA-SP	293,0 (10,6%)
MOGI GUAÇU-SP	111,0 (3,8%)	PRESIDENTE PRUDENTE-SP	151,1 (5,5%)
IPIGUÁ-SP	107,5 (3,7%)	IPIGUÁ-SP	112,4 (4,1%)
SÃO MIGUEL ARCANJO-SP	103,7 (3,5%)	LAVÍNIA-SP	99,8 (3,6%)
ITOBÍ-SP	88,9 (3,0%)	ARAÇOIABA DA SERRA-SP	99,5 (3,6%)
CAMPINA GRANDE-PB	76,9 (2,6%)	MOGI GUAÇU-SP	55,9 (2,0%)
MOGI DAS CRUZES-SP	71,9 (2,5%)	TAIÚVA-SP	54,6 (2,0%)
SÃO PAULO-SP	70,7 (2,4%)	ITOBÍ-SP	47,7 (1,7%)
TAIÚVA-SP	68,9 (2,3%)	CAMPINA GRANDE-PB	40,0 (1,5%)
ARAÇOIABA DA SERRA-SP	68,4 (2,3%)	SÃO MIGUEL ARCANJO-SP	38,7 (1,4%)
LAVÍNIA-SP	54,4 (1,9%)	UBERLÂNDIA-MG	36,2 (1,3%)
BELO VALE-MG	27,8 (0,9%)	SÃO PAULO-SP	34,8 (1,3%)
JUNQUEIRÓPOLIS-SP	27,1 (0,9%)	ITAJOBÍ-SP	32,7 (1,2%)
TOTAL	2.620,4 (89%)	TOTAL	2.421,9 (88%)

(7)^{III} Volume (toneladas) e percentuais relativos ao total que cada município enviou para as Ceasas que participam do sistema ProHort, em 2016 e 2017.

Na Ceasa Curitiba, as maiores entradas ocorreram no período de setembro a dezembro e corresponderam a 77,9, 81,1 e 95,8% do volume comercializado nos anos de 2014, 2015 e 2016, respectivamente **(8)**. A maior parte do volume de entrada na Ceasa Curitiba provém da CEAGESP, com mais de 95% do volume total comercializado anualmente. Esses resultados mostram a importância da CEAGESP para a comercialização da jaboticaba no Brasil e demonstram que existe a oportunidade de inserção de novos produtores com plantios de jaboticabeiras no estado do Paraná para suprir a demanda na Ceasa.

MÊS	2014	2015	2016
JANEIRO	3.096 (4,6%)	648 (1,9%)	0
FEVEREIRO	1.008 (1,5%)	0	0
MARÇO	1.350 (2,0%)	1.008 (3,0%)	180 (0,4%)
ABRIL	6.066 (9,0%)	90 (0,3%)	54 (0,1%)
MAIO	882 (1,3%)	450 (1,3%)	90 (0,2%)
JUNHO	0	540 (1,6%)	126 (0,3%)
JULHO	2.340 (3,5%)	1.908 (5,7%)	1.170 (2,8%)
AGOSTO	0	1.692 (5,1%)	180 (0,4%)
SETEMBRO	3.852 (5,7%)	2.628 (7,8%)	1.170 (2,8%)
OUTUBRO	21.078 (31,3%)	8.136 (24,3%)	11.466 (27,4%)
NOVEMBRO	20.394 (30,2%)	13.734 (40,9%)	20.826 (49,6%)
DEZEMBRO	7.326 (10,9%)	2.718 (8,1%)	6.714 (16,0%)
TOTAL	67.392	33.552	41.976

(8) ^{III} Volume (kg) e percentuais relativos ao total de jaboticabas comercializadas por mês pela Ceasa Entrepósito Curitiba nos anos 2014, 2015 e 2016.

Comercialização de jabuticaba associada ao turismo rural e urbano

O turismo rural é o principal canal de comercialização de jabuticaba em algumas propriedades de Hidrolândia, que fica localizada a 30 km de Goiânia, GO. Nesse local, há pomares de jabuticabeiras implantados desde a década de 1950, e os plantios foram intensificados nas décadas de 1980 e 1990. Em época de colheita principal, de setembro a novembro, os pomares abrem para visitação e os ingressos para acesso às propriedades variam de R\$ 20,00 a R\$ 30,00 por pessoa adulta, e metade desse valor para crianças, oferecendo ao turista o direito de conhecer a planta o, usufruir das dependências da propriedade e colher e consumir no local a quantidade de jabuticaba que desejar. Também havia op o de colher e levar jabuticabas para casa pelo valor adicional de R\$ 7,00 por quilo da fruta no ano de 2017. A Fazenda Jabuticabal, de Hidrolândia, GO, possui o maior plantio de jabuticabeiras conhecido no Brasil, com aproximadamente 42 mil jabuticabeiras, sendo 32 mil em produ o. Em 2017, produziu-se cerca de 150 mil quilos de jabuticaba. Na fazenda, há também o restaurante que usa jabuticaba em alguns pratos, e a produ o de derivados, destacando-se licor, geleia, sorvete, doce da casca, casca cristalizada, cobertura para sorvete, picolé, caf s com calda de jabuticaba e molhos, com todos os produtos sendo comercializados aos visitantes. O fato dos produtores em Hidrolândia utilizarem predominantemente o turismo e a comercializa o direta ao consumidor faz com que o volume comercializado pela Ceasa Goiânia seja extremamente baixo ou nulo, conforme já demonstrado (3), apesar do grande volume de produ o de jabuticabas produzidas no estado.

Nas propriedades de Hidrolândia, GO, as jabuticabeiras são todas plantadas, a maioria da variedade denominada de Pingo de Mel, sendo executados tratamentos culturais como aduba o, irriga o e poda. O uso do sistema de irriga o faz com que a produ o anual se mantenha semelhante todos os anos nas propriedades, pois a necessidade hídrica da planta   suprida, possibilitando escalonar a produ o.

Outra forma de comercialização associada ao turismo, neste caso urbano, são as festas típicas da jaboticaba, tal como ocorre em Sabará, MG. Anualmente, nos meses de outubro e novembro, essa cidade, localizada a 18 km da capital do estado mineiro (Belo Horizonte, MG), recebe milhares de visitantes. No festival, a jaboticaba é vendida *in natura* e na forma de derivados, por exemplo, licor, vinho, geleia e molhos, além de pratos que a utilizam como ingrediente. Nesse caso, as jaboticabas são oriundas de mudas plantadas há muitas décadas em quintais urbanos, da variedade denominada sabará. É possível perceber que a jaboticaba e seus derivados promovem o turismo gastronômico e o desenvolvimento cultural na cidade (VIEIRA; FERREIRA, 2013). Tal fruteira é tão importante na cidade, que aqueles que a possuem em seus quintais recebem descontos sobre a taxa do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

Jaboticaba na região Sul

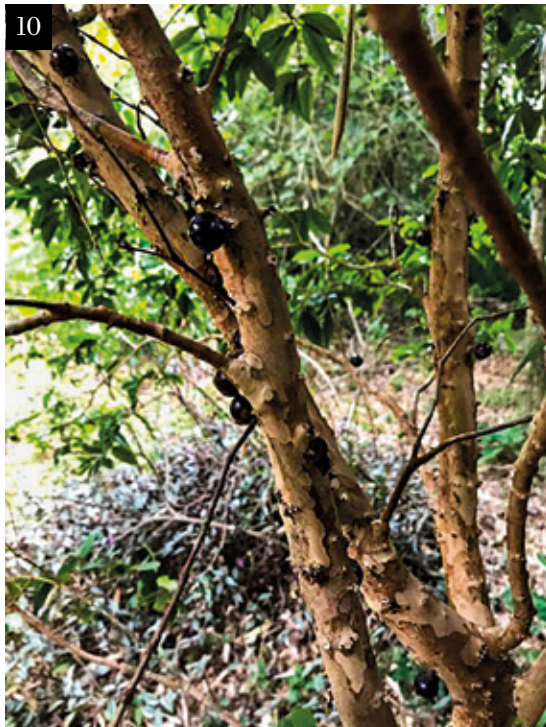
Segundo Sobral (2003), no RS, há registros sobre a jaboticabeira como fruteira nativa da floresta estacional do Alto Uruguai e das florestas com Araucária (Floresta Ombrófila Mista) do Planalto e dos Campos de Cima da Serra. É uma das fruteiras nativas mais cultivadas domesticamente, em quintais urbanos e rurais na região Sul do Brasil (CORADIN; SIMINKSI; REIS, 2011). No RS, como nos demais estados da confederação onde se encontra essa fruta, a produção é muito variável, podendo oscilar de 50 a 100 kg por planta, dependendo dos fatores ambientais como a temperatura e precipitação. Tradicionalmente, é consumida *in natura*, como também na forma de sucos, geleias, doces, licores, picolés, entre outras formas de processamento.

Segundo Köhler e Brack (2016), a produção das frutas nativas não é mérito exclusivo de apenas uma instituição, são diversos setores da sociedade que atuam de forma isolada ou em conjunto, como algumas organizações não governamentais (ONGs), que há mais de 15 anos fomentam o aproveitamento das frutas nativas. ONGs como do Centro Ecológico (CE) nas regiões da serra e do litoral norte do

estado do Rio Grande do Sul, que estimulam as famílias de agricultores à busca de alternativas com o uso das frutíferas nativas. Da mesma forma, há 30 anos, o Centro de Tecnologias Alternativas e Populares (CETAP), com sede em Passo Fundo, RS, que atua no norte e nordeste do estado do Rio Grande do Sul, regiões estas onde a jabuticabeira é muito presente, embora de forma extrativista e muitas vezes a sua comercialização ficando na beira das rodovias. Segundo Alvir Longhi, presidente do CETAP, em 2018, a comercialização da jabuticaba para ser industrializada foi cotada ao preço de R\$ 3,00 o quilo. A indústria naquela região se baseia na produção de polpa, sucos e picolés.

Na região central do estado do Rio Grande do Sul, sendo a cidade de Santa Maria, o polo regional, jabuticabeiras também estão presentes e cultivadas domesticamente em quintais urbanos e propriedades, sendo vestígios da Mata Atlântica (9, 10). Há relatos de produtores locais de que algumas espécies iniciam a produção dos frutos a partir do quarto ou quinto ano após o plantio com mudas produzidas por semente e que, em relação ao sabor, as frutas são de boa qualidade. Entretanto, dificilmente se encontra a comercialização desses frutos em feiras ou supermercados e, quando isso ocorre, os preços variam de R\$ 5,00 a R\$ 10,00 o quilo. A aquisição dessas frutas pelos consumidores é, geralmente, para o consumo *in natura* ou para a elaboração de licores.

Apesar de seu consumo ainda estar relacionado a pomares domésticos e da produção ser essencialmente de fundo de quintal ou extrativista, voltada ao mercado informal, a maior quantidade dessa fruta é consumida nos poucos períodos em que se encontra disponível, o que vem expandindo seu cultivo em nível comercial ao longo dos últimos anos. Isso se deve tanto à grande apreciação de consumo dessa fruta *in natura* quanto à elevada gama de produtos derivados desta (SUGUINO *et al.*, 2012).



(9, 10)^{RT} Jaboticabeiras paulistas *Plinia cauliflora* em produção na região central do estado do Rio Grande do Sul, Santa Maria, 2018.

RT Fotografia: Renato Trevisan.

Em regiões mais quentes, mesmo que no Sul do Brasil, floresce geralmente duas vezes ao ano, nos meses de julho e agosto, e de novembro e dezembro, cujos frutos amadurecem, entre os meses de agosto e setembro, e de janeiro e fevereiro, respectivamente (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011). Com a prática de irrigação, sem ocorrência de geadas e uso regular de adubação, é possível conseguir de 3 a 4 safras do fruto por ano (MANICA, 2000).

Nas condições do Sul do Brasil, em locais de ocorrência de temperaturas baixas, com geadas, as jabuticabeiras em idade juvenil cultivadas em condições de pomar comercial, a céu aberto, sofrem danos com a queima da parte aérea, porém rebrotam, fazendo com que haja retomada do crescimento. Quando ainda cultivada nos quatro primeiros anos de plantio, pode ocorrer a morte da planta (11-14). Todavia, os danos em plantas adultas são menos severos, restringindo-se a folhas ou ramos (15). Nas flores, a geada pode causar danos nas pétalas, nos estames ou nos pistilos, tornando-os não aptos à polinização (16, 17).

O Instituto Humanitas Unisinos (FRUTAS..., 2010) relata que nos supermercados dos grandes centros urbanos, é comum encontrar jabuticaba com preço de até R\$ 20,00 ou mais por quilo da fruta, porém a produção comercializada nesses locais, como no Rio Grande do Sul, tem como origem frutas oriundas do estado de São Paulo.



(11) ^{CG} Jabuticabeiras mortas com a geada em Chapecó, SC, 2017.

(12) ^{CG} Detalhe da planta morta, nas condições de clima de Chapecó, SC, 2017.



CG Fotografia: Clevison Luiz
 Giacobbo.



(13, 14) ^{AJ} Jaboticabeiras antes e após os danos por geadas ocorridas em 2021, em pomar implantado em setembro de 2017. Coleção de Jaboticabeiras da UTFPR, campus Dois Vizinhos.



(15) ^{P0} Jaboticabeira após os danos por geadas ocorridas em 2021, em pomar implantado em novembro de 2009. Coleção de Jaboticabeiras da UTFPR, campus Dois Vizinhos.

(16, 17) ^{P0} Flores de jaboticabeira antes e após os danos por geadas ocorrida em 2021. Coleção de Jaboticabeiras da UTFPR, campus Dois Vizinhos.

PO Fotografia: Paula Juliane Barbosa de Oliveira.

JABUTICABEIRAS

No estado de Santa Catarina, existe pomar comercial, no município de Seara (18, 19, 20), criado mediante a exigência do órgão ambiental para reposição arbórea na propriedade. Após isso, o agricultor passou a se interessar pela cultura, ampliando sua área de plantio, atualmente, com 3 mil plantas em pomar, seguindo alinhamento, porém com pouca orientação técnica para o manejo das plantas. As plantas utilizadas, em sua maioria, são da espécie *Plinia cauliflora* (jabuticabeira paulista ou açu), mas existem algumas de *P. jaboticaba* (jabuticabeira sabará). Todas as plantas utilizadas foram oriundas de plantio pelo uso da semente. A idade das plantas é variável, tendo aquelas com mais de dez anos, em plena produção, e outras ainda jovens. Com a jabuticabeira paulista, o agricultor tem conseguido produtividade média de 20 t ha⁻¹ naquelas plantas de oito anos ou mais, as quais estão em plena produção. No entanto, em algumas plantas da propriedade, a produção é inferior, chegando em média de 10 a 12 t ha⁻¹.



18

(18) ^{CC} Jabuticabeira em Seara, SC.



(19, 20) ^{CG} Plantio comercial de Jaboticabeiras em Seara, SC.



A comercialização das jabuticabas em Santa Catarina visa, em sua grande maioria, ao consumo. Os frutos são vendidos em grande parte para atravessadores que os comercializam em supermercados locais, frutarias e feiras, além de vendedores ambulantes. No entanto, como alternativa já houve comercialização para indústria farmacêutica e para fabricação de doces, sorvetes e iogurtes. Um dos grandes entraves para a facilitação na venda está a baixa oferta do produto e a sua falta ao longo do ano e o curto período de pós-colheita.

No oeste de Santa Catarina, a produção comercial costuma ocorrer nos meses de outubro e abril de cada ano, porém com frutos para comercialização somente de uma safra completa, pois a segunda apresenta baixa produtividade. Tanto a produção de outubro quanto a de abril são dependentes uma da outra, ou seja, se a primeira foi maior, a próxima costuma ser sempre menor.

Ungaratti, Jesus e Giacobbo (2012), em trabalho sobre o comércio de frutas no município de Chapecó, SC, verificaram que as jabuticabas, quando encontradas em supermercados, eram colhidas na safra de outubro a dezembro ou, então, em sua maioria, fora da época de produção da região, vindas de São Paulo, SP, e, em pequena quantidade, de Curitiba, PR.

Além da fruta, um mercado em expansão que atrai muitos consumidores é o da muda comercializada como híbrida. O preço destas mudas no Rio Grande do Sul pode variar de acordo com a região e com os viveiristas. De modo geral, a muda com aproximadamente um metro de altura custa entre R\$ 15,00 e R\$ 25,00, mudas menores podem ser encontradas a R\$ 9,00. Na região de Santa Maria, RS, o tamanho da muda reflete no preço e se a mesma está em frutificação, varia de R\$ 48,00 a R\$ 138,00, quando vendidas em feiras especializadas (21, 22). Em Francisco Beltrão, PR, devido ao maior tamanho da muda e ao florescimento, pode-se alcançar valor de venda de R\$ 550,00 (23, 24). Além disso, pode ser comercializada também como bonsai, o que agrega maior valor de mercado (25), além de poder ser usada na ornamentação de casas e de estabelecimentos comerciais (26).



(21)^{CN} (22)^{RT} Preços (R\$) de mudas de jabuticabeiras de acordo com o tamanho (1 a 2 metros). Santa Maria, RS, 2018.

(23, 24)^{AJ} Jabuticabeiras em vaso comercializadas em Francisco Beltrão, PR, com valor de venda de R\$ 550,00.

CN Fotografia: Carlos Kosera Neto





(25)^{DA} Bonsai de jaboticabeira comercializado em mercado varejista.

(26)^{AJ} Uso de jaboticabeiras na ornamentação de estabelecimentos comerciais de alimentos.

DA Fotografia: Douglas Alvarez Alamino.



Jaboticaba na região Sudeste

Na região Sudeste, em São Paulo, a CEAGESP é o maior centro comercial de jaboticaba. Em outros estados do Sudeste, também ocorre a comercialização, mas em patamares menores do que 100 mil kg/ano, como em Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Em São Paulo, alguns pomares passaram a ser melhor manejados, por meio da realização de sua colheita com maior cuidado e do suporte ao mercado crescente, como mostram os dados de vendas durante os últimos dez anos na CEAGESP de São Paulo.

Na última década, os volumes de vendas no citado centro ficaram mais ou menos estáveis, variando em alguns anos devido ao efeito climático. Assim, no início e no final da década, o volume comercializado foi de aproximadamente 2,5 milhões de quilos da fruta, o mesmo que já tinha ocorrido em 2014, mas entre 2007 e 2013 variou entre 1,5 e 1,8 milhão de quilos. O valor referente ao preço por quilo ficou entre R\$ 5,00 e R\$ 10,00, entre 2007 e 2009, subindo ao patamar acima de R\$ 13,00 até 2012. De 2013 até 2017, ocorreu novo aumento, indo de R\$ 15,00 a R\$ 18,00 o quilo. A valorização deveu-se aos cuidados na colheita, à melhoria nas embalagens e à oferta de produto fresco no mercado, à colheita e entrega do produto no mesmo dia, além do uso de embalagens apropriadas.

O volume também se mostrou crescente, indo de aproximadamente 1,85 milhão de quilos em 2007 até quase 2,50 milhões em 2017.

A oferta atual no mercado da CEAGESP de São Paulo é feita por várias empresas que produzem ou compram de pequenos produtores. A maior oferta de jaboticaba em São Paulo concentra-se entre agosto e outubro, com pico em setembro, mas existe em menor volume durante todos os meses do ano.

Em 2017, a oferta de jabuticaba na CEAGESP de São Paulo ocorreu durante o ano todo, assim como em outros anos, mas com distribuição mensal diferente, conforme dados da Seção de Economia e Desenvolvimento (SEDES) da CEAGESP. Entre janeiro e dezembro, foram comercializados 2,45 milhões de quilos, distribuídos conforme demonstrado em (4).

Pela característica de planta nativa distribuída em pomares caseiros e em matas, com poucos pomares organizados e utilizados para sua comercialização, é possível somente estimar a área plantada com jabuticabeira no Brasil. Com base em uma estimativa do total comercializado na CEAGESP de São Paulo, o maior do país, pode-se inferir que é necessária área superior a 500 ha para produzir o volume comercializado de 2,5 milhões de kg/ano dessa fruta – área possivelmente equivalente ao estado de Goiás, de acordo com os dados de produção ocorrentes.

Apesar de haver muitas espécies e variedades de jabuticabeiras, comercialmente, a principal continua sendo a sabará e mais recentemente a denominada híbrida, muito parecida com a sabará, mas com maturação irregular e frutificação mais frequente. Outras, como paulista, ponheima, rajada, branca e de cabinho, existem praticamente só como nativas ou em pomares caseiros.

A preferência pela sabará deve-se ao fato de seu fruto ser mais doce e da planta ser muito produtiva. A híbrida também atende tais requisitos.

Em São Paulo, a produção é originária do interior paulista, em várias regiões, sendo a principal a Depressão Periférica Setentrional, com destaque para os municípios de Casa Branca, Aguai e Guararema. Outra região é a da Encosta Ocidental da Mantiqueira, já na divisa com Minas Gerais.

Minas Gerais também é um grande produtor do Sudeste, mas na Ceasa de Belo Horizonte são comercializadas menos que 100 mil toneladas de jabuticaba por ano, mesma quantidade comercializada no Rio de Janeiro.

Considerações finais

Nos sistemas de produção da jaboticaba no Brasil, tanto a modalidade de extrativismo de jaboticabeiras nativas quanto a modalidade de plantio apresentam potencial de utilização dos recursos genéticos dessa fruta tipicamente brasileira, e sua importância econômica é relevante para a conservação pelo uso. Geralmente, a modalidade de extrativismo é renda extra, gerada em área normalmente considerada improdutivo nas propriedades agrícolas (matas de Reserva Legal). Já a modalidade de plantio está se transformando na principal fonte geradora de renda da propriedade.

Uma característica importante da sazonalidade de comercialização da jaboticaba está associada ao seu elevado grau de perecibilidade. Uma das formas de possibilitar a comercialização na entressafra é a industrialização da jaboticaba para venda na forma de licores, sorvetes, geleias e outros derivados.

Agradecimentos

Agradecemos aos agricultores que colaboraram com as entrevistas, à Dra. Anita de Souza Dias Gutierrez, chefe do Centro de Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento da CEAGESP, e ao Técnico Agrícola Ruy Alberto de Freitas Frankenberger, da Ceasa-Curitiba, pelo fornecimento dos dados.

CRÉDITO 1; 3; 14; 23; 24; 26: ^{AJ} Américo Wagner Júnior.
FOTOGRAFICO: 9; 10; 22: ^{RT} Renato Trevisan.
11; 12; 18-20: ^{CG} Clevison Luiz Giacobbo.
15-17: ^{PO} Paula Juliane Barbosa de Oliveira.
21: ^{CN} Carlos Kosera Neto.
25: ^{DA} Douglas Alvarez Alamino.

Referências

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região sul**. Brasília: MMA, 2011.

FRUTAS nativas no RS: a produção e os desafios das monoculturas: entrevista especial com Paulo Brack. **Instituto Humanitas Unisinos**, [s. l.], 16 dez. 2010. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/159-noticias/entrevistas/39351-frutas-nativas-no-rs-a-producao-e-os-desafios-das-monoculturas-entrevista-especial-com-paulo-brack>. Acesso em: 6 maio 2018.

KÖHLER, M.; BRACK, P. Frutas nativas no Rio Grande do Sul: cultivando e valorizando a diversidade. **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 6-15, 2016.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas I: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araquá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000.

SOBRAL, M. **A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Unisinos, 2003.

SUGUINO, E. *et al.* A cultura da jabuticabeira. **Pesquisa e Tecnologia**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 1-7, jan./jun. 2012. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/janeiro-junho-2/1046-a-cultura-da-jabuticabeira/file.html>. Acesso em: 14 dez. 2020.

UNGARATTI, J.; JESUS, O. F.; GIACOBBO, C. L. Comércio de frutas no município de Chapecó-SC: perspectivas de inserção de espécies frutíferas na região. *In: SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFFS*, 2., 2012, Chapecó. **Anais [...]**. Chapecó: UFFS, 2012.

VIEIRA, V. L. L. P.; FERREIRA, W. R. A festa da jabuticaba e o empreendedorismo feminino no município de Sabará/MG. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, São Gotardo, n. 8, p. 1-28, 2013. Disponível em: <https://periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia/article/view/116>. Acesso em: 14 dez. 2020.

ANATOMIA, MORFOLOGIA, FENOLOGIA E BOTÂNICA DA JABUTICABEIRA

Karina Guollo

Kelli Pirola

Américo Wagner Júnior

Moeses Andrigo Danner

Idemir Citadin

Amanda Pacheco Cardoso Moura

Introdução

A família Myrtaceae compreende mais de 13 gêneros e mais de 3.800 espécies (WILSON *et al.*, 2001), que apresentam porte arbustivo ou arbóreo e são distribuídos por todos os continentes, com exceção da Antártida, mas com nítida predominância nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (DENARDI; MARCHIORI; FERREIRA, 2005; DONATO; MORRETES, 2011; SANTOS, 2013).

As Myrtaceas sul-americanas estão subordinadas à tribo Myrteae, e se caracterizam pela produção de frutos carnosos (ANDRADE; FERREIRA, 2000), folhas com glândulas oleosas, ovário mediano a ínfero e estames numerosos (WILSON *et al.*, 2001). Nosso país conta com aproximadamente 23 gêneros e 1.012 espécies nativas, todas da tribo Myrteae (SANTOS; SIEGLOCH; MARCHIORI, 2015) ou subfamília Myrtoideae, de acordo com classificação mais antiga (SOBRAL *et al.*, 2015).

Na tribo Myrteae, entre as espécies conhecidas, encontra-se a jabuticabeira (ALEZANDRO *et al.*, 2013; MANICA, 2000), fruteira nativa que os índios tupis chamavam de “*iapoti’kaba*”, que significa “fruta em botão” (SOARES *et al.*, 2001).

Essa fruteira constitui um grupo de nove espécies botânicas, as quais apresentam problemas relacionados a sua classificação taxonômica, pois E. Kausel, em 1956, propôs uma mudança na nomenclatura do gênero *Myrciaria* ao gênero *Plinia*. Contudo, o gênero *Myrciaria* ainda é utilizado e, segundo Berg (1857 *apud* SOBRAL, 1985), as espécies de *Myrciaria* têm seus cotilédones geralmente soldados, enquanto as do gênero *Plinia* possuem cotilédones separados.

Dentre as espécies de jabuticabeiras, as mais conhecidas são *Plinia cauliflora* (Mart) Kausel, *Plinia peruviana* (O. Berg) Kausel e *Plinia jaboticaba* (Vell) Kausel (SOBRAL, 1985). Todavia, ainda, tem-se outras quatro espécies: *Plinia aureana* (Mattos) Mattos; *Plinia oblongata* (Mattos) Mattos; *Plinia spirito-santensis* (Mattos) Mattos e *Plinia coronata* (Mattos) Mattos (MATTOS, 1998).

Independentemente da espécie, as jabuticabeiras apresentam características similares entre si, possuindo porte médio a grande, que variam de 6 a 12 m de altura, ramos delgados, cilíndricos e lisos, bifurcações que podem iniciar próximo ao colo (1, 2) e copa de forma piramidal ou globosa de acordo com o ambiente em que se encontra (3, 4) (ANDERSEN; ANDERSEN, 1989; BENZA, 1980).

(1, 2) ^{AJ} Jabuticabeira com bifurcações iniciando próximo ao colo.
(1) Viçosa (MG) e (2) Francisco Beltrão (PR).

AJ Fotografia: Américo Wagner Júnior.



2





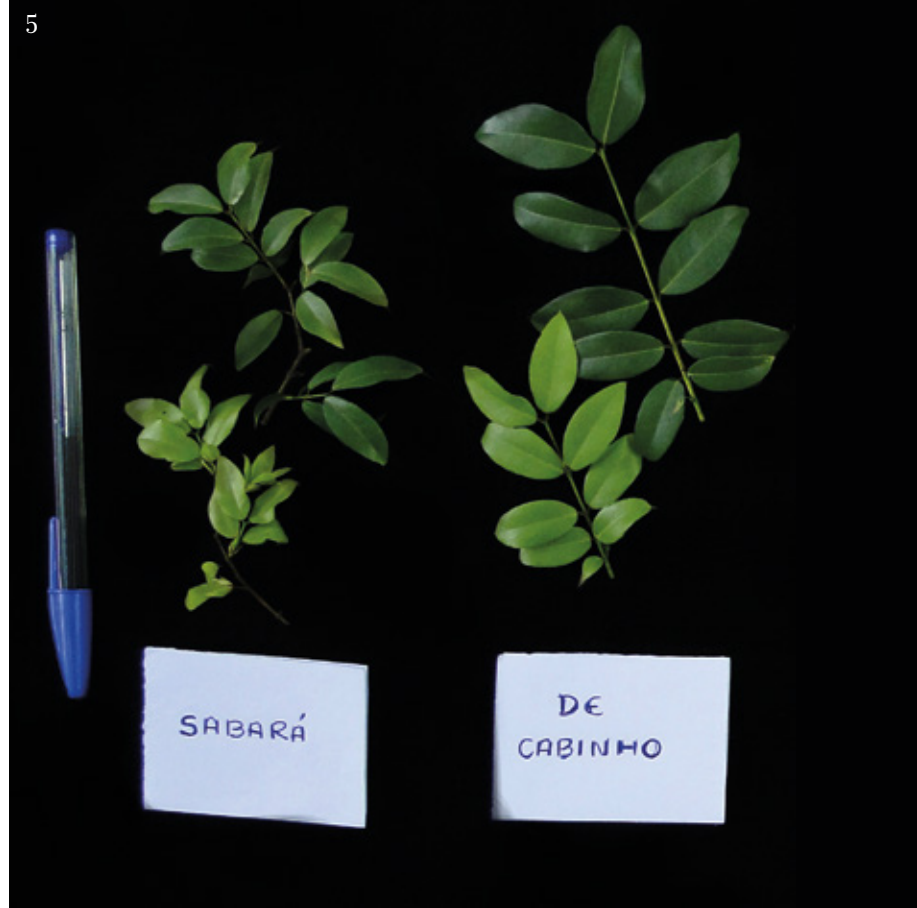
(3) ^{AJ} Jaboticabeira em ambiente natural – Pato Branco (PR).



(4) ^{AJ} Jabuticabeira crescendo em pleno sol – Araçuaia (MG).

As folhas são opostas e elípticas, sem bainha com pecíolo. Já em relação à dimensão das lâminas foliares, estas apresentam variação de 2,4 a 4,3 cm de comprimento e 0,6 a 1,6 cm de largura (DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002). As dimensões são menores em *Plinia jaboticaba* (jabuticabeira sabará) e maiores (comprimento e largura) em *Plinia peruviana* (jabuticabeira de cabinho), embora com comprimento semelhante e menor largura em relação à *P. peruviana* esteja a *Plinia cauliflora* (jabuticabeira paulista ou açu) (5, 6).

JABUTICABEIRAS



(5)^{JO} Diferenças de tamanho de folhas de genótipos de jaboticabeira. Da direita para a esquerda: *Plinia aureana* (Mattos) Mattos (jaboticabeira-branca); *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel (jaboticabeira-paulista ou açu); *Plinia peruviana* (jaboticaba de cabinho); *Plinia jaboticaba* (jaboticabeira sabará).

(6)^{MA} Diferenças de tamanho de folhas de genótipos de jaboticabeira. Cabinho  da espécie *Plinia peruviana*, miúda e sabará são da espécie *P. jaboticaba* e cauliflora  da espécie *P. cauliflora*.

JO Fotografia: José Osmar da Costa e Silva.
MA Fotografia: Moeses Andriago Danner.



SILVESTRE
DA ZONA DA
MATA MINEIRA



AÇU
OU
PAULISTA



BRANCA
VINHO

6



CABINHO



MIÚDA



SABARÁ



CAULIFLORA



JABUTICABEIRAS

As folhas apresentam coloração vermelha violácea no início do desenvolvimento e, quando totalmente expandidas, coloração verde-escura (DANNER, 2009), como visto em *P. peruviana* (7).

As flores de jabuticabeira são hermafroditas (DANNER *et al.*, 2011C) e possuem coloração branca, botões florais globosos, corola pentâmera e actinomorfa, estilete que geralmente se sobressai em relação aos estames, ovário bicarpelar e ínfero (MATTOS, 1983; PEREIRA, 2003). Em média, apresentam 47 anteras e 422 grãos de pólen por antera, variando de acordo com as condições climáticas (DANNER, 2009). Florescem mais de uma vez ao ano, sendo que as flores recobrem os ramos, dando-lhes característica ornamental (DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002) (8, 9). A jabuticabeira possui hábito da cauliflora (8, 9), ou seja, suas flores surgem diretamente da diferenciação que ocorre nos ramos e no caule até a região de inserção do colo da planta, frutificando assim próximo ao solo (10, 11), o que facilita a colheita dos frutos por crianças (12). Pode haver situações em que o florescimento ocorre simultaneamente com a presença de frutos verdes e em amadurecimento, comum na jabuticabeira híbrida (13).



(7) ^{AJ} Folhas de jabuticabeira de cabinho apresentando coloração vermelha violácea no início do desenvolvimento e, quando totalmente expandidas, coloração verde escura.

(8) ^{MA} Flores de jabuticabeira nos troncos.

(9) ^{MA} Detalhe das flores de jabuticabeira em grupo.







(10) ^{AJ} Detalhe dos balões florais de jaboticabeira em toda a região do tronco da jaboticabeira.

(11) ^{AJ} Detalhe dos frutos de jaboticabeira em toda a região do tronco da jaboticabeira em Francisco Beltrão (PR).



(12) ^{AJ} Colheita da jabuticaba sa-
bará ao alcance da criança, devido
à frutificação ocorrer próximo à
região do colo da planta.

(13) ^{AJ} Jabuticabeira híbrida
em florescimento e frutificação
simultâneas.

(14) ^{AJ} Caule de jabuticabeira
apresentando desprendimento
da casca, após produção em Nova
Veneza (SC).

A frutificação ocorre ao longo do tronco ou na axila das folhas que já abscidiram (COSTA *et al.*, 2014; DAIUTO *et al.*, 2009), ocorrendo ruptura da casca (ANDERSEN; ANDERSEN, 1989; BENZA, 1980). Para que haja um novo florescimento, observa-se ao longo do a tronco renovação da casca, com o desprendimento daquela que já produziu (14).



JABUTICABEIRAS

O fruto caracteriza-se como baga, globoso ou subgloboso, liso, podendo atingir até 3,5 cm de diâmetro (BENZA, 1980; WILBANK; CHALFUN; ANDERSEN, 1983), com coloração da casca verde, passando para avermelhada e atropurpúrea quando maduros (13), e polpa esbranquiçada (15) (ALEZANDRO *et al.*, 2013; DANNER *et al.*, 2011A; WILBANK; CHALFUN; ANDERSEN, 1983). A proporção de casca, polpa e semente equivale a 26,86, 63,32 e 9,8% do fruto total, respectivamente (ARAÚJO *et al.*, 2010).

O comprimento do pedúnculo do fruto é característica importante na diferenciação entre *Plinia cauliflora*, *P. peruviana* e *P. jaboticaba* (16). Esse comprimento do pedúnculo do fruto foi uma das características que melhor diferenciaram as três espécies de jabuticabeira estudadas por Danner *et al.* (2011A). A jabuticabeira de cabinho apresentou pedúnculo com 6,5 a 9,7 mm de comprimento, a sará, com 4,3 mm, e a açu com 2,9 mm (17).

(15)^{AJ} Característica do fruto da jabuticabeira híbrida.





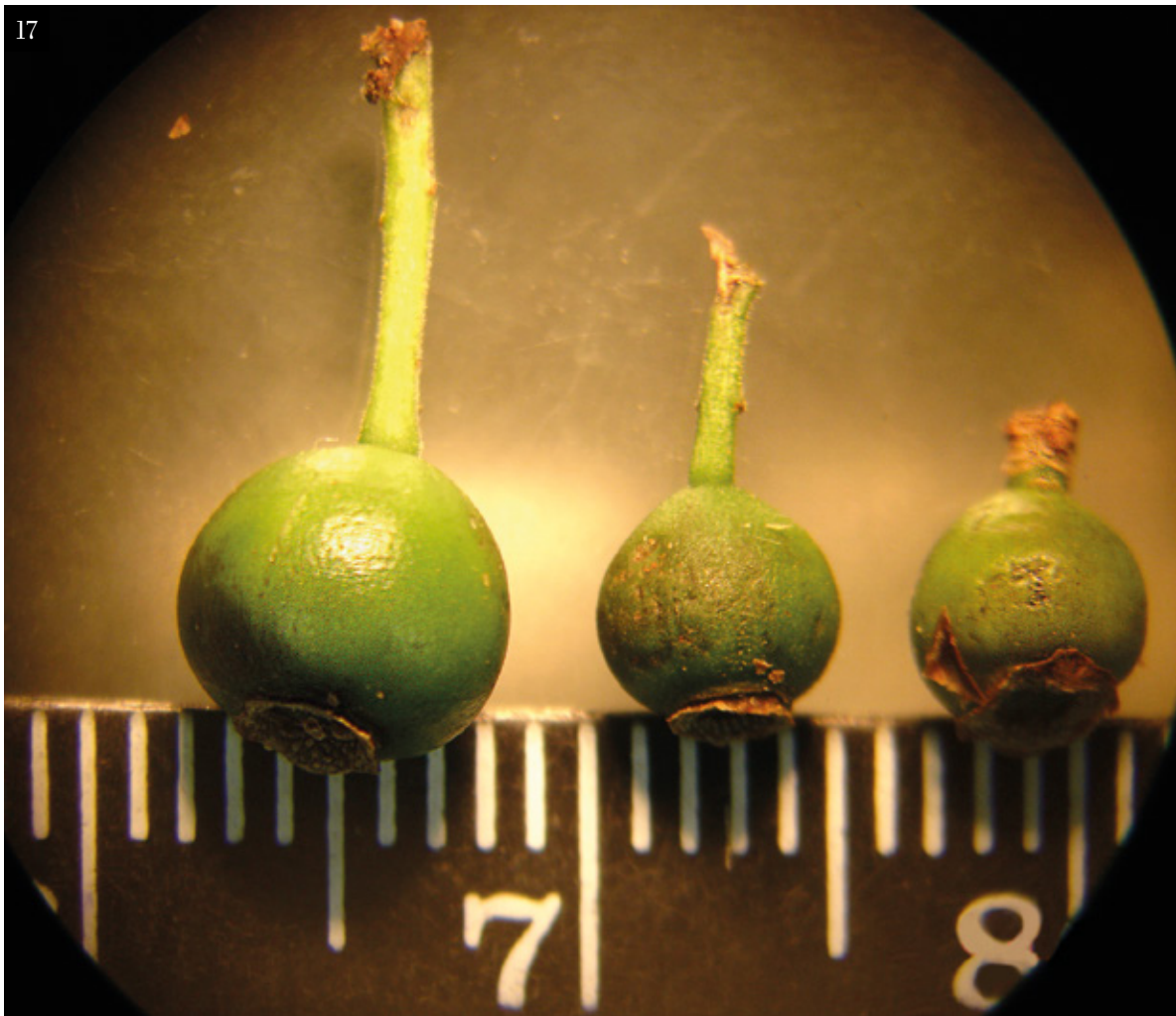
(16)^{AJ} Diferença no tamanho do pedúnculo de (A) *P. peruviana*; (B) *P. jaboticaba*; (C) *P. cauliflora*.



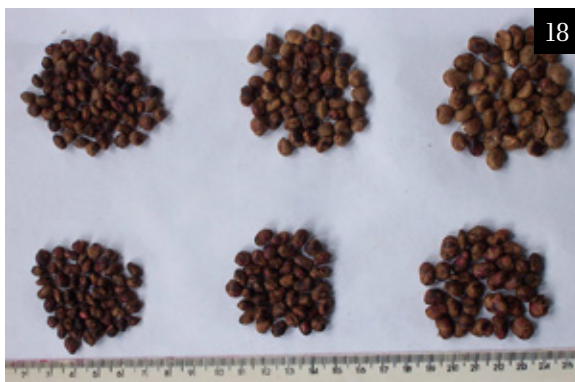
(17)^{MA} Diferenças no comprimento do pedúnculo do fruto de *Plinia peruviana*, *P. jaboticaba* e *P. cauliflora*, da esquerda para a direita. Vista de lupa com aumento de 10x.



17



Cada fruto pode apresentar de uma a quatro sementes, as quais variam de ovais a redondas e lateralmente compridas (BENZA, 1980; DANNER *et al.*, 2011B, C; JESUS *et al.*, 2004), são caracterizadas como *poliembrionicas* (ANDERSEN, 1983; DONADIO, 2000), e seu número de embriões pode chegar a cinco por semente (DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002) (18, 19). Em um dos casos, foi possível visualizar a emissão de cinco plântulas em uma única semente (20). Já as radículas emitidas saem, ao que parece, de um único ponto da semente (21).



18

(18) ^{AJ} Diferença no tamanho das sementes de jaboticabeira.

(19) ^{AJ} Poliembrionia em sementes de jaboticabeira.



19

20



(20)^{DA} Surgimento de quatro plântulas de jabuticabeira de única semente.

(21)^{JC} Emissão de radículas em jabuticabeiras sabará em único ponto da semente.

DA Fotografia: Douglas Alvarez Alamino.

JC Fotografia: Juliana Cristina Radaelli.

21



Alguns autores verificaram taxas de poliembrionia variáveis de até 75% das sementes de cada matriz (DANNER *et al.*, 2011A; GURGEL; SOUBIHE SOBRINHO, 1951), com número médio de plântulas emergidas por semente entre 1,3 e 1,6 (GURGEL; SOUBIHE SOBRINHO, 1951; WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2011). Se a poliembrionia que ocorre nas sementes de jabuticabeiras for gerada por apomixia (formação de embriões sem fecundação), as plântulas geradas serão clones da planta matriz, ou seja, há a possibilidade de obtenção de clones por sementes. Apesar disso, o período juvenil dessas plântulas deve permanecer longo. Ademais, se ocorrer em jabuticabeiras a apomixia pelo mecanismo de embrionia adventícia, assim como ocorre em algumas espécies de *Citrus* (RUIZ; BRETO; ASÍNS, 2000), as sementes devem possuir um embrião zigótico (oriundo da fecundação) e outros embriões apomíticos (clones da matriz). A identificação das plântulas oriundas dos diferentes embriões não é possível de ser feita visualmente, apenas com uso de técnicas moleculares, com o uso dos marcadores moleculares do tipo microssatélites para fazer teste de maternidade, pois se o perfil genético das plântulas for igual ao da árvore matriz, então as plântulas serão clones da mãe (RUIZ; BRETO; ASÍNS, 2000).

Espécies de jabuticabeiras

☉ *Plinia jaboticaba* (Vell.) Kausel

Plinia jaboticaba (Vell.) Kausel, conhecida popularmente como jabuticabeira sabará, caracteriza-se como árvore semidecídua, podendo atingir 9 m de altura (LORENZI, 2006). O tronco nodoso possui coloração pardo-escura (LORENZI *et al.*, 2006), sendo os ramos delgados cilíndricos, lisos, com ramos terminais e novos achatados, ligeiramente tomentosos (DONADIO, 2009).

As folhas são membranáceas, lanceoladas e opacas com pontuações pequenas e esparsas, apresentando pecíolos tomentosos com 1,5 a 2 mm de comprimento, lâminas com 2,4 a 4,3 cm de comprimento e de 0,6 a 1,6 cm de largura (5, 6). Apresentam também base obtusa ou subarredondada,

ápice agudo com duas nervuras marginais distantes, nervura central ligeiramente plana na face superior e saliente na inferior, nervuras secundárias mais ou menos curvas, delgadíssimas (DONADIO, 2009).

As inflorescências ocorrem sobre o tronco e os ramos desfolhados e possuem pedúnculos curtíssimos, protegidos por brácteas imbricadas e irregulares quanto à posição. As jabuticabeiras possuem geralmente quatro sépalas verdes desiguais de aproximadamente 0,7 mm de comprimento, ovadas e ciliadas. As pétalas possuem coloração branca e 1,5 mm de comprimento e são subarredondadas e cilioladas. Os estames em grande número possuem tamanho semelhante ao das pétalas (DONADIO, 2009; MATTOS, 1983; PEREIRA, 2003). O ovário é caracterizado como ínfero, bicarpelar com placentação axial, sendo o estigma do tipo captado (PEREIRA, 2003).

Os frutos de casca fina, textura lisa e formato globoso, possuem tamanho menor em comparação às outras espécies (16 B), variando de 1,6 a 2,2 cm, e coloração atropurpúrea quando maduros (22) (LORENZI *et al.*, 2006; PEREIRA, 2003).



(22) ^{JO} Jabuticaba sabará amadurecida.

☉ *Plinia peruviana* (Poir.) Govaerts

Plinia peruviana (Poir.) Govaerts, também descrita como *Plinia trunciflora* O. Berg Kausel, é conhecida popularmente como jabuticabeira de cabinho ou miúda (KINUPP *et al.*, 2011). Planta decídua (LORENZI *et al.*, 2006), que pode atingir de 8 até 15 m de altura, sendo caracterizada como planta glabra, casca externa lisa, exfoliada, de coloração amarelo-amarronzada, com o tronco nodoso com ramos cilíndricos

ou subcilíndricos e ramificações ascendentes, formando copa arredondada (DONADIO, 2009; KINUPP *et al.*, 2011).

As folhas são opostas, geralmente lanceoladas e algumas vezes ovado-lanceoladas, com ápice longo-acuminado, de base obtusa ou cordada, possuindo duas nervuras marginais e nervura central sulcada na face superior e acentuada na inferior (KINUPP *et al.*, 2011). Ainda, as lâminas foliares possuem dimensões de 2,5 a 3,8 cm de comprimento e de 0,8 a 1,6 cm de largura e pecíolo pubérulo de até 3 mm de comprimento (5, 6) (DONADIO, 2009).

As inflorescências ocorrem em racemos caulinares, sendo os botões florais globosos com pétalas brancas (KINUPP *et al.*, 2011). Os frutos possuem formato globoso atingindo até 20 mm de diâmetro e coloração atropurpúrea brilhante quando maduros, ligados ao tronco por pedúnculo que pode variar em comprimento de 6 a 10 mm (16 A). A polpa é suculenta de coloração branca (KINUPP *et al.*, 2011; LORENZI, 2006; MARCHIORI; SOBRAL, 1997; SOBRAL, 2003).

☉ *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel

Plinia cauliflora (Mart.) Kausel, também descrita como *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg., é conhecida popularmente como jabuticabeira paulista (SOBRAL *et al.*, 2015) e caracterizada como planta semidecídua, a qual pode atingir de 3 a 6 m de altura (LORENZI *et al.*, 2006). Os ramos terminais são glabros, achatados, e o córtex apresenta coloração pardo-clara e manchada (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006; PEREIRA, 2003). A jabuticabeira conhecida popularmente como híbrida também é descrita como de mesma espécie.

As folhas, que variam em comprimento de 1,5 a 7 cm e em largura de 0,6 a 1,6 cm (5, 6, 21), são pubérrulas sobre a nervura central e, quando adultas, glabras e opacas com pontuações pequenas e esparsas, membranáceas, lanceoladas ou oblongo-lanceoladas, base aguda ou obtusa, ápice longo-acuminado e pecíolos pubérulos de 3 mm de comprimento (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006).

As flores pentâmeras actinomorfas de coloração branca possuem estigma peltado e estilete de 6 mm de com-

primento, ovário ínfero, bicarpelar com placentação axial (PEREIRA, 2003).

Os frutos que estão entre os maiores produzidos por essa fruteira possuem formato globoso, de coloração atropurpúrea (23), polpa branca e doce (LORENZI *et al.*, 2006), e dimensões de 2,2 a 2,9 cm de diâmetro (PEREIRA, 2003).

A jabuticabeira híbrida também é descrita como desta espécie, porém apresenta menor porte (24, 25) e período juvenil (em média 2 a 4 anos), além de ofertar mais de duas floradas por ano, podendo em alguns casos ocorrer continuamente.

☉ *Plinia grandifolia* (Mattos) Sobral

Plinia grandifolia (Mattos) Sobral, também descrita como *Myrciaria grandifolia* e conhecida popularmente por jabuticabeira graúda, é planta perenifólia e pode atingir de 5 a 7 m de altura. Os ramos são cilíndricos, pubescentes, de extremidades subachatadas e acinzentadas, ramos terminais e novos seríceos (DONADIO, 2009).

As folhas são cartáceas, de 7 a 11 cm de comprimento, seríceas, se novas, e subglabras na face abaxial, se adultas, glabras na face adaxial e com pilosidade na nervura principal. Também descritas como oblongas ou oblongo-lanceoladas, de base obtusa e subarredondada, ápice acuminado e pecíolos pubescentes com 5 a 6 mm de comprimento (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006), têm inflorescências caulinares aglomeradas, flores brancas e glabras, pentâmeras e actinomorfas, bractéolas menores que o botão floral, livres e decíduas nos frutos (SOBRAL *et al.*, 2015).

Os frutos são globosos, lisos e de coloração atropurpúrea quando maduros, podendo alcançar de 2,2 e 5 cm de diâmetro, com polpa branca acidulada e succulenta (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006; SOBRAL *et al.*, 2015).



24



25



(23) ^{AJ} Frutos descritos como “olho de boi” e folhas da jaboticabeira-açu.

(24, 25) ^{AJ} Jaboticabeira híbrida com três anos em produção na UTFPR, campus Dois Vizinhos.

☉ *Plinia aureana* (Mattos) Mattos

Plinia aureana (Mattos) Mattos, conhecida como jabuticabeira branca, caracteriza-se como árvore semidecídua, podendo alcançar de 2 m a 3 m de altura (LORENZI *et al.*, 2006). Possui córtex de coloração amarelada, tronco nodoso, ramos cilíndricos e ramos terminais de coloração cinzento-amarelada e pilosidade serícea (DONADIO, 2009).

As folhas (5) são opostas, com 6 a 11 cm de comprimento e 1,7 a 4,5 cm de largura, com pecíolo de 3 mm de comprimento, oblongas ou lanceoladas, glabras na face adaxial e esparso-pilosas na face abaxial, base arredondada, ápice gradualmente acuminado, numerosas glândulas escuras, nervura central impressa e pilosa na face adaxial, salientes e pilosas na abaxial, nervuras marginais triplas (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006).

Inflorescências caulinares e nos ramos surgem de forma aglomerada, com pedúnculo de 1 a 3 mm. Os frutos subglobosos, ligeiramente costados, de coloração geralmente verde-amarelada ou, algumas vezes, vináceos, possuem polpa succulenta e adocicada (DONADIO, 2009; LORENZI, 2006).

☉ *Plinia oblongata* (Mattos) Mattos

Plinia oblongata (Mattos) Mattos, também conhecida como *Myrciaria oblongata* Mattos, cujo nome popular é jabuticabeira azeda, é caracterizada como planta semidecídua, podendo alcançar até 6 m de altura. Os ramos são cilíndricos, geralmente glabros e algumas vezes subglabros, com ramos terminais subachatados e pubescentes-seríceos (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006).

Apresenta folhas avermelhadas quando novas e, quando adultas, elas possuem 1,8 a 4,5 cm de comprimento e 0,8 a 2,1 cm de largura, glabras, seríceo-pubescentes, ovadas ou ovado-oblongas, base arredondada ou subobtusas, pilosas sobre a nervura principal, duas nervuras marginais, glândulas escuras na nervura central em ambas as faces, curto pecioladas, com pecíolos de 1,5 a 2,5 mm de comprimento (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006).

Os frutos possuem de 2 a 2,7 cm de diâmetro, apresentando formato ovado-elíptico ou elíptico, de coloração atropurpúrea, com polpa branca succulenta e casca lisa (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006).

☉ *Plinia coronata* (Mattos) Mattos

Plinia coronata (Mattos) Mattos ou, como é descrita, *Myrciaria coronata* Mattos é conhecida popularmente como jabuticabeira de coroa (LORENZI *et al.*, 2006), diferenciando-se das demais jabuticabeiras pelo pequeno porte, já que alcança até 3 m de altura (DONADIO, 2009). Árvore semidecídua, tem ramos terminais achatados, de coloração cinza (DONADIO, 2009).

As folhas são glabras, pubescentes, lanceoladas, base arredondada, ápice acuminado, com três nervuras marginais, principal delgada, e secundárias delgadíssimas. Além disso, apresentam pecíolos curtos, com 2,5 a 3,5 mm de comprimento e 1 a 2,3 cm de largura (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006).

As flores, de coloração branca, apresentam estigma captado, ovário seríceo, ínfero, bicarpelar e com placentação axial (PEREIRA, 2003).

Os frutos possuem formato globoso ou subgloboso, diâmetro de 0,9 a 2,7 cm, casca de coloração atropurpúrea com contorno do disco do ápice esbranquiçada e polpa branca, sendo esta succulenta e ácida (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006; PEREIRA, 2003).

☉ *Plinia phitrantha* (Kiaersk.) Sobral

Plinia phitrantha (Kiaersk.) Sobral é popularmente conhecida como jabuticabeira costada. Caracteriza-se por ser uma árvore semidecídua que atinge de 4 a 7 m de altura (LORENZI *et al.*, 2006), com ramos cilíndricos e glabros (DONADIO, 2009).

Possui folhas com 4 a 14 cm de comprimento, destacando-se das demais espécies de jabuticabeira (PEREIRA,

2003), cartáceas, oblongas ou oblongo-lanceoladas, quase glabras na face adaxial e pubescentes na face abaxial, pontuações semitranslúcidas, base subcordada, ápice agudo, nervura central fina saliente na face abaxial, bem como as nervuras secundárias, duas nervuras marginais. Apresenta folhas de 4 a 14,7 cm de comprimento e 2,5 a 4,5 cm de largura, com pecíolos com 5 a 10 mm de comprimento, semissulcados na face adaxial, tomentosos e quase glabros (DONADIO, 2009; LORENZI *et al.*, 2006).

As flores são caracterizadas como pentâmeras e actinomorfas, apresentam um ovário ínfero e bicarpelar de placentação axial (PEREIRA, 2003).

Possui frutos grandes, com 3 a 4 cm de diâmetro (PEREIRA, 2003), subglobosos, com polpa doce e aveludada (LORENZI *et al.*, 2006).

Fenologia em jabuticabeira

Estudos fenológicos auxiliam no entendimento dos processos de reprodução das espécies, bem como da interação entre polinizadores, dispersores e plantas. Além disso, a fenologia está diretamente relacionada com mudanças da atividade cambial e crescimento de espécies arbóreas (ANDREACCI; BOTOSSO; GALVÃO, 2017). Por meio dos dados obtidos por esses estudos, facilita-se a elaboração de estratégias para conservação de espécies e geração de bioindicadores de impactos climáticos (TANNUS; ASSIS; MORELATTO, 2006). O acompanhamento fenológico também contribui para a construção de um calendário, indicando a época correta de coleta de frutos ou sementes (FREIRE *et al.*, 2013).

De maneira geral, em espécies da família Myrtaceae, as variáveis ambientais como o comprimento do dia (fotoperíodo), a precipitação e a temperatura são os principais fatores que influenciam na sua fenologia. Dessa maneira, espécies do gênero *Plinia* apresentam vantagens adaptativas, com picos de frutificação nas estações mais úmidas, o que irá favorecer sua possível germinação após dispersão (STAGGEMEIER *et al.*, 2015).

Estudos fenológicos em jabuticabeira

Em Itapejara do Oeste, PR, o ciclo reprodutivo de plantas de três espécies de jabuticabeiras variou entre 35 a 50 dias da plena floração à plena maturação dos frutos, com duração média de floração de 7 a 10 dias e maturação dos frutos de 10 a 17 dias. A presença das três espécies de jabuticabeira proporcionou produção de frutos durante 45 dias, iniciando na metade do mês de setembro até final de outubro. *P. peruviana* apresentou-se 10 dias mais tardia em relação às outras duas espécies (DANNER *et al.*, 2011B).

A partir de 2016, iniciou-se o acompanhamento da fenologia em três populações naturais de *P. cauliflora* localizadas nos municípios de Clevelândia, Pato Branco e Vitorino, região sudoeste do Paraná. A duração das fenofases reprodutivas em 2016, foi de 80 dias em Clevelândia, 30 dias em Pato Branco e 36 dias em Vitorino, enquanto no ano de 2017, foi de 122 dias em Clevelândia, 62 dias em Pato Branco e 102 dias em Vitorino. Em ambos os anos, Clevelândia apresentou a maior duração das fenofases e consequentemente o maior tempo de colheita (18 dias em 2016 e 25 dias em 2017). Com relação aos municípios de Pato Branco e Vitorino, não houve grandes diferenças entre a duração total e tempo de desenvolvimento das fenofases, nem na duração da colheita no ano de 2016 (26).

Os resultados fenológicos estão provavelmente associados às diferenças nas condições meteorológicas dos locais de estudo, principalmente, nas temperaturas. Em Clevelândia, o clima é classificado como Cfb, clima temperado com verões amenos, apresentando temperaturas médias menores que os outros dois locais de estudo. Em Vitorino, o clima é classificado como Cfa (clima subtropical com verões quentes), e Pato Branco encontra-se em uma zona de transição entre as duas classificações climáticas (ALVARES *et al.*, 2013).

2016							
LOCAL	DATAS DE INÍCIO DE CADA FENOFASE REPRODUTIVA					COLHEITA	
	BOTÃO FLORAL	ANTESE	FRUTOS VERDES	FRUTOS MADUROS	DISSEMINAÇÃO	INÍCIO	FINAL
CLEVELÂNDIA	12/08	01/09	24/10	24/10	31/10	31/10	17/11
PATO BRANCO	09/08	11/08	11/08	08/09	08/09	26/09	06/10
VITORINO	10/08	10/08	13/08	15/09	15/09	22/09	06/10
2017							
LOCAL	DATAS DE INÍCIO DE CADA FENOFASE REPRODUTIVA					COLHEITA	
	BOTÃO FLORAL	ANTESE	FRUTOS VERDES	FRUTOS MADUROS	DISSEMINAÇÃO	INÍCIO	FINAL
CLEVELÂNDIA	01/07	31/08	11/09	28/09	28/09	05/10	30/10
PATO BRANCO	16/08	23/08	06/09	20/09	03/10	03/10	12/10
VITORINO	01/07	01/07	06/09	20/09	03/10	29/09	12/10

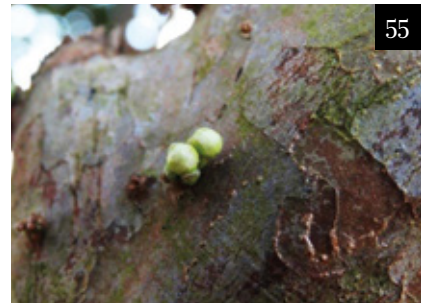
(26)^I Data de início de cada fenofase reprodutiva de jabuticabeira (*Plinia cauliflora*) e data de início e fim de colheita dos frutos em diferentes locais, nos anos de 2016 e 2017.

Escala BBCH dos estádios fenológicos de *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel

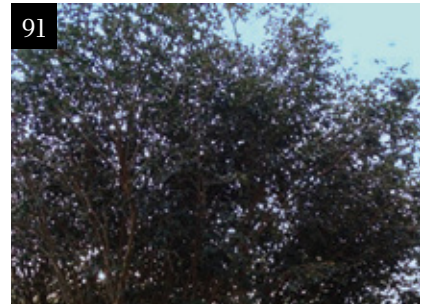
O desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel foi dividido em oito grandes fases. Cada fase do desenvolvimento é caracterizada por alterações morfológicas, tendo duração variável e influenciada por fatores exógenos e endógenos. As fases descritas a seguir correspondem ao desenvolvimento das gemas (0); ao desenvolvimento das folhas (1); ao alongamento da haste e ao desenvolvimento do broto (3); à aparição do órgão floral (5); à floração (6); à formação do fruto (7); à maturação dos frutos (8); e ao início do repouso vegetativo (9) (27).

I Fonte: Danner, 2009.

JABUTICABEIRAS



Anatomia, morfologia, fenologia e botânica da jabuticabeira



CÓDIGO/ DESCRIÇÃO	
ESTÁDIO PRINCIPAL 0: DESENVOLVIMENTO DAS GEMAS	
0	PERÍODO DE REPOUSO
1	COMEÇO DO INCHAÇO DA GEMA
3	FIM DO INCHAÇO DA GEMA
7	INÍCIO DA BROTAÇÃO DA GEMA
ESTÁDIO PRINCIPAL 1: DESENVOLVIMENTO DAS FOLHAS	
10	SEPARAÇÃO DAS PRIMEIRAS FOLHAS DOS BROTOS
13	DESENVOLVIMENTO DA 3. ^a FOLHA OU PAR DE FOLHAS VERDADEIRAS
14	DESENVOLVIMENTO DA 4. ^a FOLHA OU PAR DE FOLHAS VERDADEIRAS
19	DESENVOLVIMENTO DE 9 OU MAIS FOLHAS OU PAR DE FOLHAS VERDADEIRAS
ESTÁDIO PRINCIPAL 3: ALONGAMENTO DA HASTE E DESENVOLVIMENTO DO BROTO	
35	A HASTE ALCANÇOU 50% DE SUA LONGITUDE OU DIÂMETRO FINAL
39	A HASTE ALCANÇOU O MÁXIMO DE SUA LONGITUDE OU DIÂMETRO FINAL
ESTÁDIO PRINCIPAL 5: APARIÇÃO DO ÓRGÃO FLORAL	
51	OS ÓRGÃOS FLORAIS FICAM VISÍVEIS
55	OS PRIMEIROS BOTÕES FLORAIS INDIVIDUAIS FICAM VISÍVEIS (SEM SE ABRIR)
56	AS PÉTALAS CRESCEM, E AS SÉPALAS COBREM CERCA DE METADE DO COROLLA
59	AS PRIMEIRAS PÉTALAS FICAM VISÍVEIS

ESTÁDIO PRINCIPAL 6: FLORAÇÃO	
60	FLORES ABERTAS
62	20% DAS FLORES ABERTAS
64	40% DAS FLORES ABERTAS
65	PLENA FLORAÇÃO: 50% DAS FLORES ABERTAS. AS PRIMEIRAS PÉTALAS SECAM E CAEM
67	FLORAÇÃO CHEGANDO AO FINAL. A MAIORIA DAS PÉTALAS CAEM
69	FINAL DA FLORAÇÃO. O FRUTO FICA VISÍVEL
ESTÁDIO PRINCIPAL 7: FORMAÇÃO DO FRUTO	
70	OS PRIMEIROS FRUTOS FICAM VISÍVEIS
72	20% DOS FRUTOS ALCANÇAM O TAMANHO ESPECÍFICO DE SUA ESPÉCIE OU 20% DO TAMANHO FINAL
76	60% DOS FRUTOS ALCANÇAM O TAMANHO ESPECÍFICO DE SUA ESPÉCIE OU 60% DO TAMANHO FINAL
79	OS FRUTOS ALCANÇAM O TAMANHO PRÓPRIO DE SUA ESPÉCIE
ESTÁDIO 8: MATUREZAÇÃO DOS FRUTOS	
81	COMEÇO DA MATUREZAÇÃO OU COLORAÇÃO DOS FRUTOS
85	CONTINUAÇÃO DA COLORAÇÃO DOS FRUTOS SEGUNDO A SUA ESPÉCIE
89	MATUREZAÇÃO PLENA. FINAL DA COLORAÇÃO TÍPICA DA ESPÉCIE. FRUTOS SE DESPRENDEM COM FACILIDADE
ESTÁDIO 9: INÍCIO DO REPOUSO VEGETATIVO	
91	FINAL DO CRESCIMENTO DOS BROTO, PORÉM AS FOLHAS SE MANTÊM VERDES

(27)¹¹ Codificação BBCH dos estádios fenológicos de *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel.

Considerações finais

Os aspectos botânicos, morfológicos e fenológicos são necessários para o conhecimento de qualquer espécie, seja para aqueles que os utilizam como lazer, como amantes da natureza ou para os profissionais que obtêm algum retorno financeiro de determinada cultura, como os fruticultores. O conhecimento da fenologia permite obter linguagem padronizada, na qual, com base em seu conhecimento, é possível planejar o tempo apropriado para a realização de práticas agronômicas, como aplicação de fertilizantes, controle de pragas e doenças, estimativa da época de colheita e comercialização do fruto, o que permite organizar previamente a logística para sua realização.

Além disso, estudos fenológicos são necessários para entender a dinâmica dos ecossistemas e a reprodução de plantas, influenciando diretamente sobre o fluxo genético das plantas, que é determinado pelo comportamento dos visitantes florais e pela evolução das estratégias reprodutivas, os quais podem ser úteis para criação de estratégias para a recuperação ou conservação de qualquer espécie.

Diante do exposto, o presente capítulo buscou de forma didática e ilustrativa proporcionar ao leitor o conhecimento das jabuticabeiras existentes nas matas brasileiras, algumas das quais estão em risco de extinção e outras cuja potencialidade de uso nos mais diversos segmentos é enorme.

Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Marcos Sobral pela revisão da nomenclatura científica das jabuticabeiras apresentadas neste capítulo.

CRÉDITO 1-4; 7; 10-16; 18; 19; 23-25: ^{AJ} Américo Wagner Júnior.
 FOTOGRÁFICO: 5; 22: ^{JO} José Osmar da Costa e Silva.
 6; 8; 9; 17: ^{MA} Moeses Andriago Danner.
 20: ^{DA} Douglas Alvarez Alamino.
 21: ^{JC} Juliana Cristina Radaelli.

Referências

- ALEZANDRO, M. R. *et al.* Comparative study of chemical and phenolic composition of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. **Food Research International**, [s. l.], n. 51, p. 468-477, 2013.
- ALVARES, C. A. G. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 Dec. 2013. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso em: 15 dez. 2020.
- ANDERSEN, O. Produção de mudas de goiabeira e jaboticabeira. **Informe Agropecuário**, [Belo Horizonte], v. 9, n. 102, p. 28-29, jun. 1983.
- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V. U. **As frutas silvestres brasileiras**. Rio de Janeiro: Globo, 1989.
- ANDRADE, R. N. B., 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, mar. 2000. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/23264/000293585.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- ANDREACCI, F.; BOTOSSO, P. C.; GALVÃO, F. Fenologia vegetativa e crescimento de *Cedrela fissilis* na floresta Atlântica, Paraná, Brasil. **Floresta e Ambiente**, [Rio de Janeiro], v. 24, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/loram/v24/2179-8087-floram-2179-8087024115.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- ARAÚJO, F. M. M. C. *et al.* Alterações físicas e químicas do fruto da jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba* Berg cv. Sabará) durante seu desenvolvimento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 109-116, 2010. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/280>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- BENZA, J. C. **143 frutales nativos**. Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina, 1980.

COSTA, A. G. V. *et al.* Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. **Jornal of Functional Foods**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 539-549, Apr. 2014.

DAIUTO, E. R. *et al.* Conservação pós-colheita de frutos de jaboticaba por irradiação. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postchosecha**, Hermosillo, v. 10, n. 1, p. 36-44, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/813/81315095006.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

DANNER, M. A. **Diagnóstico ecogeográfico e caracterização morfo-genética de jaboticabeiras**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/258/1/PB_PPGA_M_Danner%2C%20Moeses%20Andrigo_2009.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

DANNER, M. A. *et al.* Genetic dissimilarity among jaboticaba trees native to Southwestern Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 517-525, jun. 2011a. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n2/aop06111.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

DANNER, M. A. *et al.* Germplasm characterization of three jaboticaba tree species. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 839-847, set. 2011b. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n3/aop09411.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

DANNER, M. A. *et al.* Modo de reprodução e viabilidade de pólen de três espécies de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 345-352, jun. 2011c. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n2/aop06211.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

DENARDI, L.; MARCHIORI, J. N. C.; FERREIRA, M. R. Anatomia da madeira de *Plinia rivularis* (Camb.) Rotman. **Balduinia**, [s. l.], n. 3, p. 21-25, jul. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/balduinia/article/view/14014>. Acesso em: 15 dez. 2020.

DONADIO, L. C. **Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

DONADIO, L. C. Jaboticaba. In: SANTOS-SEREJO, J. A. *et al.* (ed.). **Fru-ticultura tropical**: espécies regionais e exóticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Funep, 2002.

DONATO, A. M.; MORRETES, B. L. Morfo-anatomia foliar de *Myrcia mul-tiflora* (Lam.) DC. –Myrtaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 43-51, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbpm/v13n1/v13n1a07.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2020.

FREIRE, J. M. *et al.* Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em área fragmentada de Mata Atlântica em Itaboraí, RJ. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 75, p. 243-252, 30 set. 2013. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/454>. Acesso em: 15 dez. 2020.

GUOLLO, K. *et al.* Phenological stages of native Myrtaceae species based on the BBCH scale. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 10, p. e3719108573, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.8573.

GURGEL, J. T. A.; SOUBIHE SOBRINHO, J. Poliembriõnia em mir-táceas frutíferas. **Bragantia**, Campinas, v. 11, n. 4-6, p. 141-163, 1951. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051951000200006. Acesso em: 15 dez. 2020.

JESUS, N. *et al.* Caracterização de quatro grupos de jaboticabeira, nas condições de Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 482-485, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452004000300026. Acesso em: 15 dez. 2020.

KINUPP, V. F.; LISBOA, G. N.; BARROS, B. I. *Plinia peruviana*. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro – Região Sul. Brasília: MMA, 2011.

LORENZI, H. *et al.* **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas: myrtales**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997.

MATTOS, J. L. R. **Fruteiras nativas do Brasil: jabuticabeiras**. Porto Alegre: Nobel, 1983.

MATTOS, J. R. Novidades taxonômicas em Myrtaceae –XV. **Loefgrenia**: comunicações avulsas de Botânica, Florianópolis, n. 112, 1998.

PEREIRA, M. **Propagação via estacas apicais, caracterização morfológica e molecular de jabuticabeiras (*Myrciaria spp*)**. 2003. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-24032004-151150/pt-br.php>. Acesso em: 16 dez. 2020.

RUIZ, C.; BRETO, M. P.; ASÍNS, M. J. A quick methodology to identify sexual seedlings in citrus breeding programs using SSR markers. **Euphytica**, [s. l.], v. 112, n. 1, p. 89-94, 2000.

SANTOS, C. M. R. **Desenvolvimento estrutural associado à biologia reprodutiva de *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (Myrtaceae)**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/128808>. Acesso em: 16 dez. 2020.

SANTOS, S. R.; SIEGLOCH, A. M.; MARCHIORI, J. N. C. Análise de agrupamento de 16 gêneros e 71 espécies de Myrteae, com base em dados da anatomia da madeira. **Balduinia**, [s. l.], n. 47, p. 24-33, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/balduinia/article/view/17231/10440>. Acesso em: 16 dez. 2020.

SOARES, B. N. *et al.* **Jaboticaba: instruções de cultivo**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001.

SOBRAL, M. **A família das Myrtaceae no rio grande do sul**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2003.

SOBRAL, M. Alterações nomenclaturais em *Plinia* (Myrtaceae). **Boletim do Museu Botânico de Curitiba**, Curitiba, n. 63, p. 1-4, 1985.

SOBRAL, M. *et al.* Myrtaceae. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10859>. Acesso em: 15 dez. 2020.

STAGGEMEIER, V. G. *et al.* Clade-specific responses regulate phenological patterns in Neotropical Myrtaceae. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, [s. l.], v. 17, n. 6, p. 476-490, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/177537>. Acesso em: 20 dez. 2020.

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina -SP. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 1-27, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1676-06032006000300008&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 20 dez. 2020.

WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de jabuticabeira em função do tamanho de sementes. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 105-109, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212011000100015-&script=sci_arttext. Acesso em: 20 dez. 2020.

WILBANK, M. V.; CHALFUN, N. N. J.; ANDERSEN, O. O. The jaboticaba in Brazil. **Proceedings of the Americans Society for Horticulatural Science**, Alexandria, v. 27 A, p. 57-69, 1983.

WILSON, P. G. *et al.* Myrtaceae revisited: a reassessment of infrafamilial groups. **American Journal of Botany**, [s. l.], v. 88, n. 11, p. 2013-2025, 2001.

PRODUÇÃO DE MUDAS POR SEMENTES

Américo Wagner Júnior

Kelli Pirola

Marcelo Dotto

Idemir Citadin

Introdução

A jaboticaba ainda é considerada fruta de pomares caseiros, mas sua comercialização teve aumentos consideráveis, principalmente nos grandes centros consumidores (DONADIO, 2000), fato que pode estar associado à mídia, que vem informando a população sobre os benefícios à saúde humana que esta fruta proporciona ao ser consumida, principalmente sua casca. Além da fruta, o interesse pela planta para usá-la na ornamentação urbana vem também crescendo. Ambas as finalidades, seja para compor o paisagismo ou servir de planta de fundo de quintal e/ou pomar, demandam a necessidade de mudas.

Apesar da jaboticabeira permitir a obtenção de mudas pelas técnicas da alporquia (CASSOL, 2013; SASSO; CITADIN; DANNER, 2010A; SASSO; CITADIN; DANNER, 2010B) ou da miniestaquia (HOSSEL, 2016), prevalece ainda o uso das sementes.

Aspectos para propagação por sementes

Para obtenção das sementes, é necessária previamente a formação de flores perfeitas que deverão ser polinizadas e, conseqüentemente fertilizadas para que haja a formação de um único zigoto: a semente. A formação da semente pode decorrer da autopolinização ou da polinização cruzada, dependendo da espécie.

Para a jabuticabeira, Danner *et al.* (2011) verificaram que as espécies *Plinia peruviana* e *P. jaboticaba* são autocompatíveis, porém os polinizadores aumentam a frutificação e, para a *Plinia cauliflora*, são necessários agentes polinizadores para frutificar, pois apresentam flores com maior distância entre o estigma e as anteras do que as outras duas espécies, o que impede a autofecundação.

Vários trabalhos realizados com maturação de sementes, de diversas espécies, apontam o ponto de máximo conteúdo de massa da matéria seca como sendo o melhor e mais seguro indicativo de que as sementes atingiram a maturidade fisiológica (DIAS, 2001). Magalhães (1991) estudou o desenvolvimento do fruto da jabuticabeira paulista (*P. cauliflora*) e observou que o acúmulo de massa da matéria seca na semente estabilizou-se 45 dias após a antese, a partir da qual a semente está apta a ser retirada do fruto e semeada. Entretanto, o desenvolvimento de frutos pode variar de um local para outro, devido às condições climáticas, de modo que a coleta em dias após a antese pode não ser um bom indicador.

A propagação sexuada é considerada desvantajosa em cultivos comerciais para muitas espécies, principalmente pela desuniformidade genética e pelo longo período juvenil que as plantas apresentam.

Com a jabuticabeira, pelo fato da existência da poliembrião nas sementes, a desuniformidade não é tão acentuada. Nesse caso, é permitido que surjam mais de uma plântula por semente (I), sendo que, quando isso ocorre, somente uma plântula é de origem sexuada, e as demais são provenientes de tecido materno. Esse processo permite obter material genético idêntico ao da planta-mãe, o que é desejável para perpetuação dos genótipos mais promisso-

res e para a redução na variabilidade genética quando usado como porta-enxertos. Porém, não se tem técnica rápida que identifique quais são de origem clonal e quais são de origem sexuada.

(I) ^{DA} Fenômeno da apomixia em jaboticabeira, permitindo que surjam mais de uma plântula por semente.

DA Fotografia: Douglas Alvarez Alamino.

1



A

1



B

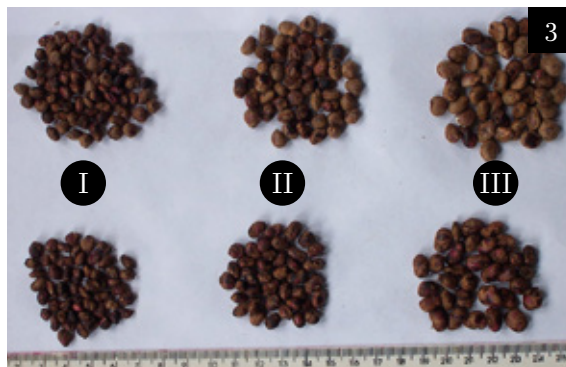
1



C

O estágio de maturação dos frutos também pode afetar a germinação das sementes da jabuticabeira. Alexandre *et al.* (2006) avaliaram três estádios de maturação do fruto na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial de plântulas da jabuticabeira sabará (*Plinia jaboticaba*), caracterizando como estágio 1: fruto firme e parcialmente maduro; estágio 2: fruto firme e maduro; estágio 3: fruto coletado do solo e sem firmeza (2). Verificaram que o estágio ideal de maturação é o firme e maduro (estádio 2), o qual apresenta melhor germinação das sementes.

Outro fator importante a ser observado é o tamanho das sementes, sendo que as maiores tendem a ter mais reservas, influenciando na velocidade e no vigor da germinação. Wagner Júnior *et al.* (2011) avaliaram o tamanho das sementes em relação à sua germinação para a jabuticaba sabará (*P. jaboticaba*) e a jabuticaba de cabinho (*P. peruviana*), classificando-as em três classes: > 8 mm, 6 a 8 mm e < 6 mm (3), e verificaram que a germinação e o desenvolvimento inicial de ambas foram influenciados pelo tamanho das sementes, tendo nas maiores (> 8 mm e 6 a 8 mm) melhor qualidade do que nas menores (< 6 mm).



(2) ^{AJ} Estádio 1: fruto firme e parcialmente maduro; estágio 2: fruto firme e maduro; estágio 3: fruto coletado do solo e sem firmeza.

(3) ^{AJ} Sementes secadas à sombra após 24 horas para retirada do excesso de água, separadas por diferentes tamanhos. Da esquerda para direita: classes I, II e III.

^{AJ} Fotografia: Américo Wagner Júnior.

Todavia, quando se faz uso das sementes de jaboticabeira, o período de juvenilidade das plantas geradas pode variar de 10 a 20 anos, o que se torna empecilho para muitos produtores, sendo a única exceção a jaboticabeira híbrida.

Associado a isso, tem-se nas jaboticabeiras a baixa capacidade de armazenamento, uma vez que as sementes perdem totalmente sua viabilidade quando reduzem seu teor de umidade e são mantidas por período maior que alguns dias, já que são recalcitrantes (CHIN; ROBERTS, 1980; VALIO; FERREIRA, 1992).

Segundo Ambrósio *et al.* (2008), a partir de dez dias da extração, as sementes de jaboticabeira perdem totalmente sua viabilidade, devido ao teor de umidade estar abaixo de 13%. Resultados parecidos foram obtidos por Danner *et al.* (2011), ao verificar que as sementes de jaboticabeira perderam totalmente sua viabilidade com teor de umidade próximo de 10%.

Segundo Pirola *et al.* (2009) e Danner *et al.* (2011), com as sementes de jaboticabeira, houve perda de viabilidade germinativa já aos dez e cinco dias de armazenamento, respectivamente. Pirola (2013), ao extrair as sementes de jaboticabeira e, em seguida, deixá-las em secagem por 240 horas, verificou que houve aproximadamente 40% de germinação, valor que diminuiu com o aumento de tal período. O mesmo foi descrito por Alegretti *et al.* (2009) que, com o armazenamento em condições naturais e controladas (6 °C), comprovaram redução no poder germinativo das sementes de jaboticabeira de cabinho, cujos valores ficaram abaixo de 75% já a partir do segundo dia.

A perda de água em sementes recalcitrantes causa alguns processos deterioráveis, como a desnaturação de proteínas, as alterações na atividade das enzimas peroxidases e os danos no sistema de membranas, resultando na completa perda de sua viabilidade (NAUTIYAL; PUROHIT, 1985). Assim, faz-se necessário aprimorar o conhecimento científico sobre seus mecanismos fisiológicos relacionados à sensibilidade a dessecação e às baixas temperaturas toleráveis, para determinar métodos eficientes em manter a viabilidade mesmo após armazenamento das sementes.

Algumas formas de armazenamento de sementes de jabuticabeira vêm sendo estudadas, visando manter sua viabilidade com maior longevidade. A longevidade, geralmente, é aumentada conservando-se a semente com baixos teores de umidade e temperatura (POPINIGIS, 1977). Os fatores que alteram a preservação da semente, durante o armazenamento, envolvem desde a embalagem para acondicionamento até as condições de ambiente de conservação.

O armazenamento de sementes constitui-se no conjunto de procedimentos voltados à preservação de sua qualidade, atuando como instrumento para a formação de estoques reguladores e a manutenção de recursos genéticos por meio de bancos de germoplasma (AGUIAR; PIÑA-RODRIGUES; FIGLIOLIA, 1993).

A manutenção da viabilidade das sementes durante o armazenamento depende de vários fatores (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), dentre os quais cita-se primeiramente seu processo respiratório, que deve ficar em nível mínimo, de forma a mantê-las vivas, evitando-se o consumo excessivo de reservas e a oxidação degenerativa (FOWLER, 2000). Um fator que contribui para isso é a redução da temperatura, que diminui o metabolismo da semente, o que favorece a sua viabilidade (BARBEDO; BILIA; FIGUEIREDO-RIBEIRO, 2002). Esse fator também evita a ação de microrganismos por meio da diminuição da umidade relativa do ambiente de armazenamento (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Todavia, as sementes recalcitrantes apresentam sensibilidade a baixas temperaturas de armazenamento, muito embora a temperatura mínima tolerada possa variar entre as espécies (CHIN, 1988). Conforme Farrant, Pammenter e Berjak (1988), as sementes alta e moderadamente recalcitrantes são sensíveis a baixas temperaturas, enquanto as minimamente recalcitrantes apresentam maior tolerância, desde que esta seja superior a 0 °C. A redução da temperatura, associada à secagem parcial, pode evitar a germinação das sementes e a proliferação de microrganismos no armazenamento (KING; ROBERTS, 1979).

O excesso de umidade durante o armazenamento não é aconselhável para a jabuticabeira, pois pode ocorrer germinação durante tal condição (4).



(4) ^{AJ} Sementes de jaboticabeira germinadas durante armazenamento.

A temperatura também pode afetar as reações bioquímicas que determinam o processo germinativo, ocorrendo dentro de limites definidos como mínimo, ótimo e máximo, variando entre as espécies (BEWLEY; BLACK, 1982).

Em trabalho realizado por Wagner Júnior *et al.* (2007), recomendou-se a temperatura de 24 °C para germinação de três espécies de jaboticabeira – *P. jaboticaba* (Vell.) Berg (jaboticaba sabará), *P. cauliflora* (Mart.) Berg (jaboticaba-açu) e *P. peruviana* (jaboticaba de cabinho) – sendo que o frio não afetou a germinação destas, tornando-a somente mais lenta.

Outro fator a ser considerado é o tipo de embalagem, que deve ser definida pela permeabilidade à água, conforme a facilidade das trocas de vapor de água entre as sementes e a atmosfera do ambiente, onde as mesmas estão armazenadas (MARCOS FILHO, 2005). A constituição da embalagem, a temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenamento são os fatores considerados mais importantes

para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes, quando utilizados corretamente (SMITH; BERJAK, 1995).

A conservação das sementes recalcitrantes pode ser obtida com métodos que visem à paralisação ou à limitação do crescimento do eixo embrionário, mantendo-as em meio hidratado o suficiente para evitar sua desidratação abaixo do teor crítico de água (CHIN; HOR; LASSIM, 1989).

Testando-se o uso de garrafa PET[®] para o armazenamento de sementes de jabuticabeira, Pirola (2013) observou que essa embalagem permitiu maior conservação e promoveu o aumento do número de sementes germinadas, o que torna tal material promissor para uso com essa frutífera. Nesse estudo, verificou-se que houve germinação das sementes de jabuticabeira dentro das garrafas PET[®] quando armazenadas por até 300 dias e que, ao serem retiradas da embalagem, foram colocadas em areia e mantiveram-se viáveis, possibilitando-se sua emergência e posterior desenvolvimento normal, o que pode torná-la nova técnica de conservação a ser testada (5, 6).

Outra forma de armazenar essas sementes é com o uso de embalagem a vácuo. Danner *et al.* (2011), procurando prolongar a viabilidade das sementes de jabuticabeira, testaram diferentes condições de armazenamento – vácuo a seco, com água e com tampão fosfato pH (potencial hidrogeniônico) 7,0 – concluindo que o uso do vácuo, juntamente com o tampão fosfato, manteve razoavelmente a viabilidade das sementes por até 65 dias.

Hossel *et al.* (2013), testando o uso de embalagem a vácuo e do revestimento das sementes com biofilmes (fécula de mandioca e quitosana), recomendaram, para as sementes de jabuticabeira de cabinho (*Plinia peruviana*), adoção de embalagem a vácuo para seu armazenamento, mas, na impossibilidade do uso desta, tais sementes podem ser revestidas com biofilme à base de quitosana ou fécula de mandioca. Nesse mesmo estudo, o teste de tetrazólio demonstrou-se viável e mais rápido para avaliar a viabilidade das sementes de jabuticabeira.

5



6



(5) ^{KP} Sementes de jaboticabeira de cabinho pré-germinadas dentro de garrafa PET[®], após 300 dias de armazenamento.

(6) ^{KP} Posterior emergência destas.

KP Fotografia: Kelli Pirola.

Contudo, armazenando ou não as sementes, é necessário primeiramente extraí-las. Para a extração das sementes de jabuticabeira, a polpa deve ser retirada manualmente (7). Após isso, separada a polpa da casca, colocam-se as sementes em peneira metálica de malha fina (8) e, por meio de fricção, acrescentando-se cal virgem, faz-se a retirada de toda a mucilagem (9). Este procedimento deve ser realizado para evitar a fermentação e, conseqüentemente, danos às sementes. Em seguida, as sementes devem ser lavadas em água corrente e dispostas em papel toalha, permanecendo durante 24 horas à sombra para retirada do excesso de umidade (10).

Porém, deve-se ter alguns cuidados na retirada da mucilagem, principalmente para não danificar a semente com a fricção em peneira e, conseqüentemente, o embrião (12), e também ter cuidado com a secagem das mesmas, para que estas fiquem com umidade adequada, sem que percam sua viabilidade ou que permitam a ocorrência de danos com a presença de fungos (13).

Após a extração, as sementes devem ser semeadas em substrato e recipiente adequado. Com a semeadura, a irrigação deve ser diária, tendo início a germinação das sementes de jabuticabeira entre 10 a 40 dias (DONADIO, 2000).

As sementes de jabuticabeira são fotoblásticas neutras, mas deve-se atentar para que, com a emergência, a falta de luminosidade do ambiente não provoque o estiolamento das plântulas e a falta de síntese de clorofila (14, 15, 16).

Obter muda de qualidade é muito importante na implantação do pomar, pois, quando produzidas com qualidade e adequadamente manejadas, originam pomares mais produtivos e rentáveis (CHALFUN; PIO, 2002; PASQUAL *et al.*, 2001). Entre os fatores que influenciam na produção de mudas, destacam-se também os recipientes e o substrato utilizados, os quais vão refletir diretamente na qualidade do produto final (CARNEIRO, 1995).

7



8



(7) ^{AJ} Semente de jaboticaba envolvida pela mucilagem.

(8) ^{KP} Semente de jaboticaba envolvida pela mucilagem já separada da casca e sobre a peneira metálica de malha fina usada para extração.



(9)^{KP} Retirada da mucilagem por meio de fricção em peneira de malha fina, acrescentando-se cal virgem e água corrente.



10

(10)^{KP} Sementes sem a mucilagem.

(11)^{DA} Sementes sem a mucilagem dispostas para secagem à sombra.



11

12



(12)^{DA} Sementes de jaboticabeira danificadas pela fricção em peneira.

(13)^{KP} Sementes de jaboticabeira danificadas por fungos.

13





(14, 15, 16) ^{AJ} Plântulas de jabuticabeira estioladas pela falta de luminosidade com a emergência.

Existem vários tipos de substrato e de recipientes que podem ser utilizados para produção das mudas de jabuticabeira. Em virtude de serem alguns dos fatores de maior influência na produção de mudas, deve ser dada especial atenção à sua escolha, os quais podem apresentar vantagens e desvantagens em função da espécie utilizada. É necessário verificar para cada espécie o melhor substrato ou a melhor combinação (mistura) de substrato a ser utilizada (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 1995).

Com a germinação, o bom desempenho na formação das mudas pode ser atribuído às suas características físicas e químicas. No que diz respeito ao fator físico, podem ocorrer diferenças na porosidade total, o que proporciona maior capacidade de retenção de água e aeração (MENDONÇA *et al.*, 2003; SILVA; PEIXOTO; JUNQUEIRA, 2001), conseqüentemente, disponibilizando maior quantidade de nutrientes essenciais às mudas. Na característica química, exercem influência o pH, a quantidade de matéria orgânica e de macro e micronutrientes disponíveis em cada substrato.

Normalmente, os substratos comercializados apresentam características físico-químicas adequadas à formação inicial das plantas, porém o alto custo desses substratos comerciais pode inviabilizar sua utilização por parte do produtor. Sendo assim, a escolha do substrato deve ser feita considerando a facilidade de sua obtenção, de suas formas de preparo, de sua formulação e de seu custo (DANNER *et al.*, 2007).

Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), tem-se adotado a semeadura em substrato comercial ou mistura latossolo + areia + cama de ave (1: 1: 0,5 v/v) em tubetes com tamanho superior a 110 cm³, para germinação e obtenção de plântulas de jabuticabeiras. Recomenda-se, caso seja possível, manter a temperatura próxima a 24 °C para favorecer e acelerar a germinação e o desenvolvimento das mudas de jabuticabeira (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2007). Também deve-se manter o sistema de irrigação em funcionamento, de forma a permitir que o substrato sempre esteja umedecido. Após 8 a 12 meses da semeadura, deve-se fazer o transplantio das mudas dos tubetes para sacos de mudas de volume maior, de aproximadamente 3 litros, para

proporcionar maior crescimento das mudas até 18 a 24 meses da semeadura, quando estarão prontas para plantio no local definitivo, com aproximadamente 25-35 cm de altura e diâmetro do colo maior que 1 cm.

Pio *et al.* (2005) observaram que o substrato comercial Plantmax[®] proporcionou os melhores resultados na formação de mudas de jabuticabeira sabará em comparação com as misturas de areia: latossolo vermelho (1: 1 e 1: 2 v/v); esterco bovino: latossolo vermelho (1:1 e 1:2 v/v); latossolo vermelho: areia: esterco (1: 1: 1 e 2: 1: 1 v/v). Danner *et al.* (2007), testando alguns substratos, observaram que a utilização do substrato Plantmax[®] Hortaliças ou a mistura de solo de mata nativa + vermicomposto (1: 1 v/v) possibilita a obtenção de mudas de jabuticabeira com melhor qualidade.

Alexandre *et al.* (2004), observando efeito do substrato na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas de jabuticabeira, verificaram que o substrato vermiculita apresentou as maiores médias em todas as variáveis analisadas, em comparação ao substrato areia.

Dias *et al.* (2011) avaliaram alguns substratos para germinação da jabuticabeira, e verificaram que um composto de terra, areia e esterco bovino em iguais proporções foi o mais favorável à germinação da espécie nas condições avaliadas.

Assim como o substrato, o tamanho do recipiente também exerce influência sobre o crescimento de mudas, sendo que os recipientes de maior volume proporcionam melhor crescimento de seu sistema radicular (MENDONÇA *et al.*, 2003).

Danner *et al.* (2007), testando como recipientes sacos de polietileno de coloração preta (17, 18) para a produção de mudas, verificaram que os recipientes de maior tamanho possibilitam a obtenção de mudas com melhor qualidade (18).

A nutrição mineral é um dos fatores que auxiliam no desenvolvimento de mudas. Segundo Araújo *et al.* (2003), a utilização de doses adequadas de nutrientes como o fósforo na dosagem de 500 g de P₂O₅ por metro cúbico (m³) de substrato proporcionou melhor crescimento do sistema radicular de mudas de jabuticabeira sabará. O fósforo pro-

porciona melhor desenvolvimento na fase de formação de mudas de jabuticabeira (PIO *et al.*, 2005).

Contudo, o fator nutricional das mudas de jabuticabeira ainda demanda muitos estudos.

As mudas podem atingir condições para ir a campo com 2 a 4 anos (19, 20, 21), dependendo da espécie, sendo que algumas já são comercializadas em início de florescimento (22). Lembrando sempre que, com o crescimento da muda, é importante a preocupação com o tamanho do recipiente para que não haja o enovelamento do sistema radicular (23), prejudicando *a posteriori* o estabelecimento e o crescimento da planta em pomar.

Em mudas de jabuticabeira, é possível estimular seu crescimento com uso de telas de sombreamento. Dotto (2015), observando o efeito de diferentes intensidades luminosas – pleno sol, representando condição de pomar, com 0% de sombreamento artificial; cobertura lateral com tela de sombreamento de 80% e superior com plástico transparente, representando condição de clareira; cobertura lateral e superior com tela de sombreamento de 50%, representando estágio em que o dossel da mata está se fechando e incidindo apenas irradiação solar indireta; cobertura lateral e superior com tela de sombreamento de 90%, simulando condição de dossel fechado; cobertura lateral e superior com tela de sombreamento de 35%, simulando condição de dossel mais aberto (24) sobre o crescimento de mudas de jabuticabeiras açu – verificou maior crescimento com uso da tela de sombreamento lateral com 80% de sombra e cobertura com filme agrícola de 150 micras, bem como tela de sombreamento com 50%.



(17, 18)^{AJ} Mudras de jabuticabeira produzidas em sacos de polietileno de coloração preta.

(19)^{JZ} Muda de jabuticabeira com 18 meses.

(20)^{MD} Mudras de jabuticabeira com 24 meses.

JZ Fotografia: Juliano Zanela.
MD Fotografia: Marcelo Dotto.





(21) ^{AJ} Muda de jaboticabeira com 36 meses.

(22) ^{CK} Jaboticabeiras híbridas oriundas de sementes e comercializadas em início de florescimento.

CN Fotografia: Carlos Kosera Neto



(23)^{AJ} Enovelamento do sistema radicular de jabuticabeira pelo uso de recipiente inadequado.

(24)^{MD} Mudras de jabuticabeira produzidas em condições de pleno sol, uso de tela de sombreamento de 80% nas laterais e parte superior aberta, com tela de sombreamento de 50% em todos os lados e parte superior; de 90% e de 35% (da esquerda para direita).



Considerações finais

As sementes são ainda a principal forma de propagação das jabuticabeiras, apesar das limitações que apresentam com a recalcitrância e do longo período juvenil que as plantas oriundas destas apresentam. Todavia, o uso das sementes para obtenção das mudas de jabuticabeira traz vantagens que outras espécies com mesma característica não apresentam, como a poliembrionia, permitindo obter mais de uma plântula quando ocorre sua germinação. Além disso, seu uso é necessário para projetos de restauração florestal, cuja variabilidade é vital.

Ainda é necessário obter técnicas que permitam conservar as sementes por maior período, porém vários estudos já mostraram avanços, proporcionando conhecimento do melhor manejo a ser dado para semente desta fruteira.☺

CRÉDITO 1; 11; 12: ^{DA} Douglas Alvarez Alamino.
FOTOGRAFICO: 2-4; 7; 14-18; 21; 23: ^{AJ} Américo Wagner Júnior.
 5; 6; 8-10; 13: ^{KP} Kelli Pirola.
 19: ^{JZ} Juliano Zanela.
 20; 24: ^{MD} Marcelo Dotto.
 22: ^{CK} Carlos Koserá Neto.

Referências

AGUIAR, I. B.; PINÂ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993.

ALEGRETTI, A. L. *et al.* Tamanho de estaca e concentração de ácido-indol-butírico na propagação vegetativa de jabuticabeira por estaquia. *In: SEMINÁRIO: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA – AGRONOMIA*, 3., 2009, Dois Vizinhos. **Anais [...]**. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009. CD-ROM.

ALEXANDRE, R. S. *et al.* Efeito do estágio de maturação dos frutos e de substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO*, 2.; **ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL**, 1., 2004, Pelotas. **Resumos [...]**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 422-427.

ALEXANDRE, R. S. *et al.* Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 227-230, 2006. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v12n2/artigo19.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

AMBRÓSIO, R. *et al.* Efeito do período e da temperatura de armazenamento na viabilidade de sementes de jabuticabeira (*Plinia cauliflora*). *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA*, 20.; **ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE**, 54., 2008, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: Incaper, 2008. CD-ROM.

ARAÚJO, J. P. C. *et al.* Efeitos da adubação fosfatada na produção de mudas de jabuticabeira. *In: XII CONGRESSO, DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA*, 12., 2003, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: UFLA, 2003. CD-ROM.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 431-439, dez. 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-84042002012000007-&script=sci_arttext. Acesso em: 17 dez. 2020.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination**. New York: Springer-Verlag, 1982.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UNEF, 1995.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

CASSOL, D. A. **Propagação de jabuticabeira [*Plinia cauliflora* (DC.) Kausel] por enxertia, alporquia e estaquia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

CHALFUN, N. N. J.; PIO, R. **Aquisição e plantio de mudas frutíferas**. Lavras: UFLA, 2002.

CHIN, H. F. **Recalcitrant seeds: a status report**. Rome: IBPGR, 1988.

CHIN, H. F.; HOR, Y. L.; LASSIM, M. B. Identification of recalcitrant seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 12, p. 429-436, 1989.

CHIN, H. F.; ROBERTS, E. H. **Recalcitrant crop seed**. Malaysia: Tropical Press SDN, 1980.

DANNER, M. A. *et al.* Formação de mudas de jabuticabeira (*Plinia sp.*) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452007000100038-&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 17 dez. 2020.

DANNER, M. A. *et al.* Modo de reprodução e viabilidade de pólen de três espécies de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 345-352, jun. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000200004. Acesso em: 17 dez. 2020.

DIAS, D. C. F. Maturação de sementes. **Seed News**, Pelotas, v. 5, n. 6, p. 22-24, 2001.

DIAS, M. A. *et al.* Influência da temperatura e substrato na germinação de sementes de jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.). **Idesia**, Chile, v. 29, n. 1, p. 23-27, 2011. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292011000100004. Acesso em: 17 dez. 2020.

DONADIO, L. C. **Jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

DOTTO, M. **Crescimento e desenvolvimento de *Plinia cauliflora* de acordo com a intensidade luminosa em clima subtropical**. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1722>. Acesso em: 17 dez. 2020.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995.

FARRANT, J. M.; PAMMENTER, N. W.; BERJAK, P. Recalcitrance: a current assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, p. 155-166, 1988.

FOWLER, J. A. P. Superação de dormência e armazenamento de sementes de espécies florestais. *In*: GALVÃO, A. P. M (org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 77-99.

HOSSEL, C. **Enraizamento de mini-estacas de jaboticabeiras, pitangueira, araçazeiro amarelo e sete capoteiro**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

HOSSEL, C. *et al.* Conservação e teste de tetrazólio em sementes de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 255-261, mar. 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-294520130001000029&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 17 dez. 2020.

KING, M. W.; ROBERTS, E. H. **The storage of recalcitrant seeds: achievements and possible approaches**. Rome: IBPGR, 1979.

MAGALHÃES, M. M. **Desenvolvimento e carboidratos constituintes do fruto de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg., cv. ‘Sabará’)**, 1991. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.

MENDONÇA, V. *et al.* Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro “Sunrise Solo”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 127- 130, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452003000100036&script=sci_art-text&tlng=pt. Acesso em: 17 fev. 2020.

NAUTIYAL, A. R.; PUROHIT, A. N. Seed viability in sal. II: physiological and biochemical aspects of ageing in seeds of *Shorea robusta*. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 13, p. 69-76, 1985.

PASQUAL, M. *et al.* **Fruticultura comercial**: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

PIO, R. *et al.* Substratos na produção de mudas de Jaboticaba. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 425-427, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/1280>. Acesso em: 17 dez. 2020.

PIROLA, K. *et al.* Influência do armazenamento sobre a germinação das sementes de jaboticabeiras ‘açú’ e ‘de cabinho’. *In*: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 14., 2009, Pato Branco. **Resumos** [...]. Pato Branco: UTFPR, 2009. CD-ROM.

PIROLA, K. **Caracterização fisiológica e conservação de sementes de oito fruteiras nativas do Bioma Floresta com Araucária**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/462>. Acesso em: 17 dez. 2020.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1977.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jabuticabeira por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 577-583, jun. 2010a. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452010000200031. Acesso em: 17 dez. 2020.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jabuticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 571-576, jun. 2010b. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452010000200030. Acesso em: 17 dez. 2020.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/208337710>. Acesso em: 17 fev. 2020.

SMITH, M. T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccations of seed associated microflora during storage. *In*: JAIME, K.; GALLI, G. (ed.). **Seed development and germination**. New York: Basel-Hang Young, 1995. p. 701-746.

VALIO, I. F. M.; FERREIRA, Z. L. Germination of seeds of *Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 95-98, 1992.

WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Efeito da temperatura na germinação de sementes de três espécies de jabuticabeira. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 54, n. 314, p. 345-350, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226821004.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2020.

WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de jabuticabeira em função do tamanho de sementes. **Acta Scientiarum**: Agronomy, Maringá, v. 33, n. 1, p. 105-109, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212011000100015-&script=sci_arttext. Acesso em: 17 dez. 2020.

PRODUÇÃO DE MUDAS POR TÉCNICAS ASSEXUADAS

Idemir Citadin

Moeses Andrigo Danner

Simone Aparecida Zolet Sasso

Cristiano Hössel

Darcieli Aparecida Cassol

Introdução

A produção de mudas de jabuticabeiras em viveiros tem sido efetuada principalmente com uso de sementes (I), devido à facilidade e à rapidez na sua obtenção em comparação às técnicas de propagação. Porém, o período juvenil de jabuticabeiras oriundas de sementes pode ser de 8 até 15 anos (ANDERSEN, 1975; MATTOS, 1983). Para acelerar a entrada em produção e para manter as características da planta matriz por clonagem, a produção de mudas de jabuticabeiras pode ser feita por enxertia, alporquia ou estaquia.

É essencial dominar técnicas de propagação eficientes para a produção de mudas de jabuticabeira, para viabilizar obtenção de mudas de alto padrão genético, oriundo de matrizes selecionadas por alguma característica de interesse (alta produção e alta qualidade de frutos, por exemplo) para implantação de pomares comerciais. Adiante, são apresentados os principais trabalhos publicados sobre propagação de jabuticabeira, visando subsidiar quem quer produzir mudas da espécie, com a explicação das técnicas e dos principais resultados dessas pesquisas.

1



2



3



Propagação por estaquia

A estaquia tradicional é a técnica de propagação menos indicada para jabuticabeiras, pelo menos enquanto não for obtido protocolo que proporcione elevado enraizamento. As taxas de enraizamento obtidas nos trabalhos realizados variaram de 2,6 a 66,6% (CASAGRANDE JÚNIOR *et al.*, 2000; CASSOL, 2013; DUARTE; HUETE; LÜDDER, 1997; LEONEL *et al.*, 1991; PEREIRA *et al.*, 2005; SASSO; CITADIN; DANNER, 2010B; SCARPARE FILHO *et al.*, 1999). Todavia, esses trabalhos indicaram que os maiores enraizamentos foram promovidos com uso de estacas herbáceas, para as quais necessita-se de uso de altas concentrações de ácido indolbutírico (AIB), de estrutura que permite alta umidade no substrato, tais como o uso de nebulização intermitente e a manutenção de par de folhas no ápice e de aquecimento do substrato. Não houve efeito do uso de técnicas que podem permitir o enraizamento para espécies de difícil rizogênese como prévio estiolamento (2) e anelamento (3) dos ramos da jabuticabeira-açu (CASSOL, 2013). O intuito dessas técnicas é melhorar a relação carbono/nitrogênio favorável à diferenciação celular e posterior rizogênese.

(1)^{MA} Mudras de jabuticabeiras nativas oriundas de sementes, com quatro anos de idade, acondicionadas em vasos plásticos de 20 litros, em viveiro de Itapejara do Oeste, PR.

(2)^{DC} Realização de estiolamento dos ramos de jabuticabeira com uso de papel alumínio, na tentativa de estimular a rizogênese posterior das estacas.

(3)^{IC} Realização de anelamento dos ramos de jabuticabeira, na tentativa de estimular a rizogênese posterior das estacas.

MA Fotografia: Moeses Andriago Danner.

DC Fotografia: Darcieli Aparecida Cassol.

IC Fotografia: Idemir Citadin.

No entanto, recentemente foram obtidos excelentes resultados com a técnica da miniestaquia, com obtenção de 100% de enraizamento. As miniestacas foram preparadas por meio de plantas mantidas em vasos com substrato fértil (jardins clonais) (4). Essas matrizes foram decepadas a 10 cm da altura do colo (5), visando estimular o surgimento das brotações novas. Com a emissão dessas brotações, e ao atingirem em torno de 10 cm, fez-se sua coleta. O preparo das miniestacas exige a manutenção das brotações retiradas da planta matriz em água (6), pois ocorre oxidação dos tecidos, o que pode comprometer a rizogênese. O tamanho das miniestacas foi de entre 6 e 8 cm de comprimento, com par de folhas reduzidas a 25% do tamanho original (7). Em seguida, faz-se a imersão rápida (15 segundos) da base das miniestacas em solução de AIB de 3000 mg L⁻¹, colocando-as, após isso, em tubete com substrato comercial (8), e mantendo-as em condição de alta umidade por meio de irrigação por microaspersão. Com a rizogênese (9), transplantam-se as miniestacas para vasos (10). Esse protocolo exige estrutura especializada de viveiro para manter o jardim clonal e a realização da miniestaquia. Essa técnica foi testada com sucesso nas espécies *P. peruviana* (jabuticabeira de cabinho) e *P. cauliflora* (jabuticabeira-açu e jabuticabeira híbrida) (HOSSEL, 2016).

(4)^{CH} Sequência do processo para propagação da jabuticabeira por miniestaquia, matriz de jabuticabeira.

(5)^{CH} Decepa realizada a 10 cm do solo.

4



5





7

(6)^{CH} Brotações coletadas e embebidas em água.

(7)^{CH} Preparo da miniestaca.

(8)^{CH} Miniestaca em tubete.

(9)^{CH} Miniestaca enraizada.

8



9





(10) ^{CH} Muda da miniestaquia em vaso.

Propagação por enxertia

A propagação por enxertia de jabuticabeiras mostrou-se viável, pois gerou taxas de brotação acima de 70-80% (SAMPAIO, 1984; SASSO; CITADIN; DANNER, 2010A). Os porta-enxertos devem ser preparados com mudas oriundas de sementes em viveiro, com 12 a 24 meses de idade, tendo diâmetro de 0,8 a 1,2 cm, na altura de 20-25 cm da base. Porém, tem-se um detalhe diferenciado do processo tradicional, qual seja, as brotações que existem no porta-enxerto devem ser mantidas, pois aumentam a chance de sobrevivência do cultivar copa enxertado.

A enxertia da espécie deve ser feita por garfagem em fenda cheia, preferencialmente em maio ou agosto. Os enxertos são ramos apicais com diâmetro semelhante ao dos porta-enxertos (0,8 a 1,2 cm), coletados de matrizes selecionadas e sem ocorrência de floração e/ou frutificação, para que os ramos tenham gemas bem nutridas para brotar (SASSO; CITADIN; DANNER, 2010A).

Para realização da enxertia, corta-se uma das ramificações do porta-enxerto a 20-25 cm da base, mantendo-se uma das demais ramificações para produção de energia via fotossíntese, para nutrir os brotos do enxerto. No ramo cortado, faz-se incisão longitudinal central, com profundidade de 3 cm. O enxerto é confeccionado com 10 cm de comprimento, as folhas são retiradas, o ápice é protegido com filme plástico ou parafina, e a base é cortada dos dois lados no formato de cunha de 3 cm de comprimento. Em seguida, a cunha do enxerto é introduzida no corte longitudinal do porta-enxerto, de forma a ter a melhor justaposição possível. Faz-se, então, a proteção com fita parafinada, a qual pode ser retirada após 60-90 dias da enxertia para verificar a cicatrização. Se ocorrer a brotação dos enxertos (II), deve-se fazer a retirada dos ramos do porta-enxerto após

esse período, para permitir o crescimento e a formação da muda enxertada.

O porta-enxerto utilizado para propagação da jabuticabeira deve ser de mesma espécie. Cassol *et al.* (2016), ao testar a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), a cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC.) e a jabuticabeira-açu (*P. cauliflora*) como porta-enxertos, para esta mesma jabuticabeira como cultivar copa, testando-se fenda cheia e o inglês com entalhe, obtiveram somente sobrevivência quando do uso de ambos materiais de mesma espécie, independentemente da técnica de enxertia.



(11)^{DC} (A) Enxertia por garfagem de topo em fenda cheia em jabuticabeira (*Plinia cauliflora*).

(B) Detalhe da região da enxertia com fita BudType e dos brotos novos oriundos do enxerto 90 dias após a enxertia.

Propagação por alporquia

A alporquia, também denominada de mergulhia aérea, é a técnica de propagação na qual o ramo permanece conectado à planta matriz até o enraizamento. Essa técnica é pouco utilizada em espécies frutíferas, devido à maior dificuldade de execução, em relação à estaquia e à enxertia. Mas se torna vantajosa para espécies lenhosas de difícil enraizamento de estacas, que é o caso das jabuticabeiras, para as quais houve enraizamento de até 100% dos alporques (DANNER *et al.*, 2006).

Para realizar a alporquia em jabuticabeira, deve-se eleger o ramo na planta matriz com diâmetro de 2,0-2,5 cm, retirando-se um anel de casca de 1,5-2,0 cm, e recobri-lo com algodão embebido na solução de AIB de 4.000 mg L⁻¹. É necessário recobrir esta área do anelamento com saco plástico transparente e resistente, contendo substrato comercial umedecido, e amarrar o plástico nas extremidades. Tal substrato deve ser mantido umedecido em todo o período. Se enraizar, as raízes aparecem externamente ao substrato, com saco plástico transparente, após 180 dias da realização da alporquia (12, 13). A alporquia pode ser feita em qualquer época do ano, exceto quando há floração ou frutificação ocorrendo na árvore matriz (DANNER *et al.*, 2006; SASSO; CITADIN; DANNER, 2010A).

Após o desligamento do alporque da planta matriz, a parte aérea deve ser podada (eliminar as folhas), plantando-a em vasos de 25 litros com uso do substrato fértil e mantendo-a em viveiro com irrigação por aspersão durante 12 meses, para crescimento das raízes e da parte aérea, antes do plantio em local definitivo. Depois de três anos do plantio em local definitivo, obtiveram-se florescimento e produção de frutos de mudas de jabuticabeira propagadas por alporquia (14, 15).

(12)^{MA} Alporques realizados na jabuticabeira matriz.

(13)^{SS} Alporque enraizado após retirada do ramo da planta matriz aos 180 dias da alporquia.

SS Fotografia: Simone Aparecida Zolet Sasso.

12



13





(14)^{MA} Jabuticabeira oriunda de alporquia realizada em 2002, mantida em viveiro de 2003 a 2005, plantada em campo em 2005 e florescendo.



(15)^{MA} Jaboticabeira em agosto de 2008.

TÍTULO ²	CITAÇÃO	ENRAIZAMENTO OU BROTAÇÃO ³
Propagação por enxertia do Sabarazeiro (<i>Myrciaria jaboticaba</i> Berg)	SAMPAIO (1984)	Até 85%
Efeito da aplicação de fitorreguladores e ácido bórico em estacas de jabuticabeira (<i>Myrciaria cauliflora</i> Berg)	LEONEL <i>et al.</i> (1991)	0,00% ⁵
Propagation of jaboticaba (<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) Berg) by terminal leafy cuttings	DUARTE, HUETE E LÜDDER (1997)	Até 66,6%
Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira sabará (<i>Myrciaria jaboticaba</i>) em condições de nebulização	SCARPARE FILHO <i>et al.</i> (1999)	Até 38%
Efeito do estiolamento de ramos e do AIB no enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira (<i>Plinia cauliflora</i>)	CASAGRANDE JÚNIOR <i>et al.</i> (2000)	Até 2,6%
Efeitos de substratos, valores de pH, concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jabuticabeira [<i>Myrciaria jaboticaba</i> (Vell.) O. Berg]	PEREIRA <i>et al.</i> (2005)	Até 32,3%
Enraizamento de jabuticabeira (<i>Plinia trunciflora</i>) por mergulhia aérea ⁴	DANNER <i>et al.</i> (2006)	Até 100%
Propagação de jabuticabeira por estaquia (<i>Plinia cauliflora</i>)	SASSO, CITADIN E DANNER (2010B)	Até 50% (leñosas) e 10% (herbáceas)
Propagação de jabuticabeira por enxertia e alporquia (<i>Plinia cauliflora</i>)	SASSO, CITADIN E DANNER (2010A)	Enxertia até 72,9% e alporquia 87,5%
Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jabuticabeira por alporquia	CASSOL <i>et al.</i> (2015)	Alporquia até 20%
Grafting technique and rootstock species for the propagation of <i>Plinia cauliflora</i>	CASSOL <i>et al.</i> (2016)	Enxertia até 20% (mesma espécie)

(16) Publicações em revistas científicas sobre propagação de jabuticabeiras (*Plinia sp.*) por enxertia, estaquia e alporquia (mergulhia aérea), em ordem cronológica crescente¹.

Cassol *et al.* (2015) avaliaram a alporquia em jabuticabeira em dezembro de 2011, e em abril, junho e setembro de 2012, efetuando-se, após anelamento, aplicação na região cambial de ácido indolbutírico (AIB), nas concentrações de 0, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹, e testando a embalagem plástica transparente, revestida por papel-alumínio e a embalagem plástica preta. O maior enraizamento foi de 20,04% para a época de abril. A embalagem plástica transparente revestida com papel-alumínio para a cobertura do substrato foi superior às demais, atingindo 8,69% de enraizamento. As concentrações de AIB testadas não influenciaram na rizogênese adventícia dos ramos.

Reunindo as informações disponibilizadas até o momento na literatura científica, verificou-se que a primeira publicação já demonstrou a viabilidade da enxertia (SAMPAIO, 1984). Depois disso, a maioria dos trabalhos foram focados na tentativa de resolver o problema do baixo enraizamento de estacas durante quase duas décadas em diferentes locais do Brasil. A viabilidade da alporquia foi demonstrada em dois trabalhos de 2006 e 2010 (16)*.

1 Pesquisado na internet até setembro de 2016.

2 Gênero *Myrciaria* e gênero *Plinia* são utilizados para jabuticabeiras (MATTOS, 1998).

3 Enraizamento para trabalhos de estaquia, alporquia e brotação para trabalhos de enxertia.

4 Erroneamente, classificou-se a espécie no artigo como *P. trunciflora*, mas pertence à *P. cauliflora*.

5 Houve apenas formação de calos.

* Fonte: SAMPAIO (1984), LEONEL *et al.* (1991); DUARTE, HUETE E LÜDDER(1997); SCARPARE FILHO *et al.* (1999); CASAGRANDE JÚNIOR. *et al.* (2000); PEREIRA *et al.* (2005); DANNER *et al.* (2006); SASSO, CITADIN E DANNER (2010B); SASSO, CITADIN E DANNER (2010A); CASSOL *et al.* (2015); CASSOL *et al.* (2016).

Considerações finais

Devido à dificuldade de enraizamento de estacas de jabuticabeiras, para a técnica de estaquia ainda não está definido protocolo a ser seguido para eficiente produção de mudas em viveiros, cujas plantas-matrizes sejam plantas adultas, sendo necessário aprimorar a técnica por meio de novos experimentos. Exceção apenas para a miniestaquia, que apresentou viável aplicação, juntamente com as outras opções pela utilização de enxertia (garfagem de topo em fenda cheia) para produção de grande número de mudas em viveiros, ou ainda a realização da alporquia, no local de origem das matrizes selecionadas, que proporciona maior taxa de formação de mudas. Certas observações levam a crer que mudas de jabuticabeiras enxertadas ou de alporquia entram em produção após cinco anos do plantio, antecipando-se em metade do tempo em relação às mudas produzidas por sementes. Para ambas as técnicas (enxertia e alporquia), podem ser seguidos os protocolos descritos anteriormente neste capítulo, baseados nos resultados dos artigos revisados e citados no presente trabalho. ⑥

CRÉDITO 1; 12; 14; 15: ^{MA} Moeses Andriago Danner.
FOTOGRAFICO: 2; 11: ^{DC} Darcieli Aparecida Cassol.
3: ^{IC} Idemir Citadin.
4-10: ^{CH} Cristiano Hössel.
13: ^{SS} Simone Aparecida Zolet Sasso.

Referências

ANDERSEN, O. Propagação vegetativa da jaboticabeira (*Myrciaria sp.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., 1975, Seropédica. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1975. p. 423-427.

CASAGRANDE JÚNIOR, J. G. *et al.* Efeito do estiolamento de ramos e do AIB no enraizamento de estacas herbáceas de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 24-26, 2000.

CASSOL, D. A. **Propagação de jaboticabeira [Plinia cauliflora (DC.) Kausel] por enxertia, alporquia e estaquia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

CASSOL, D. A. *et al.* Embalagem, época e ácido indolbutírico na propagação de jaboticabeira por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 267-272, 2015.

CASSOL, D. A. *et al.* Grafting technique and rootstock species for the propagation of *Plinia cauliflora*. **Ciência Rural**, [Santa Maria], v. 47, n. 2, p. 1-6, 2016.

DANNER, M. A. *et al.* Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 530-532, 2006.

DUARTE, O. R.; HUETE, M.; LÜDDER, S. P. Propagation of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg.) by terminal leafy cuttings. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 452, p. 123-128, 1997.

HOSSEL, C. **Enraizamento de miniestacas de jaboticabeiras, pitangueira, araçazeiro amarelo e sete capoteiro**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

LEONEL, S. *et al.* Efeito da aplicação de fitoreguladores e ácido bórico em estacas de jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 3, p. 219-222, 1991.

MATTOS, J. R. **Fruteiras nativas do Brasil**: jabuticabeiras. Porto Alegre: Nobel, 1983.

MATTOS, J. R. Novidades taxonômicas em Myrtaceae – XV. **Loefgrenia**: comunicações avulsas de Botânica, Florianópolis, n. 112, p. 9, 1998.

PEREIRA, M. *et al.* Efeitos de substratos, valores de pH e concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jabuticabeira [*Myrciaria jaboticaba* (Vell) O. Berg.]. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, n. 69, p. 84-92, 2005.

SAMPAIO, V. R. Propagação por enxertia do Sabarazeiro. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 41, n. 1, p. 135-140, 1984.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de Jabuticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 571-576, 2010a. Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=879127&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22DANNER,%20M.%22&qFacets=autoria:%22DANNER,%20M.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 21 dez. 2020.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jabuticabeira por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 577-583, 2010b. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v32n2/aop05910>. Acesso em: 21 dez. 2020.

SCARPARE FILHO, J. A. *et al.* Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira Sabará (*Myrciaria jaboticaba*), em condições de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 146-149, 1999.

IMPLANTAÇÃO E MANEJO EM POMAR DE JABUTICABEIRAS

Américo Wagner Júnior

Paulo Cesar Conceição

Juliana Cristina Radaelli

Carlos Koserá Neto

Marcelo Dotto

Introdução

O primeiro passo para obtenção de sucesso na implantação de pomar de jabuticabeira está na realização de planejamento, contendo todas as atividades por etapas e insumos necessários para tal procedimento, principalmente por se tratar de fruteira ainda pouco explorada em cultivo comercial, uma vez que prevalece seu extrativismo.

É importante que se realizem todas as etapas no pomar muito bem executadas, pois isso fará a diferença para a obtenção do sucesso. Tal atributo inicia-se desde a correta escolha da muda até os procedimentos de manejo durante o cultivo. Por se tratar de cultura perene, cujo tempo de produção pode ser acima dos 100 anos, é importante despende um pouco mais de tempo para que todas as atividades sejam bem planejadas, principalmente aquelas durante o período de estabelecimento da cultura e do crescimento inicial nos primeiros anos pós-plantio.

Pode-se realizar tal planejamento dividindo em etapas, pelos quais têm-se a escolha do terreno e da espécie, densidade de plantio, forma de disposição das plantas no pomar, necessidade ou não de instalação de sistema que altere a intensidade luminosa sobre a planta, podendo nestes casos

até adotar-se o uso consorciado com outras plantas, como em sistema de agroflorestas e as práticas culturais que serão realizadas na planta durante sua permanência em cultivo.

Escolha do local

Para a escolha do local ideal, é importante que se faça o levantamento preliminar da área, observando-se o relevo do terreno, a proximidade com água e a qualidade desta para irrigação, o cultivo anterior, as possíveis pragas do solo, a exposição solar ao longo do dia, prevendo-se as mudanças de acordo com a estação do ano. Caso não exista água próxima à área de plantio, pode-se proceder com a construção de cisternas na área (1). Deve-se buscar informações sobre as condições climáticas da região, de modo a conseguir acesso ao histórico da temperatura, à pluviosidade e aos ventos dominantes. Outro ponto importante refere-se à necessidade do conhecimento da fertilidade do solo, feita por amostragem representativa da área.

Para a maioria das fruteiras, opta-se preferencialmente pelo uso de solos profundos, evitando-se os rasos, além daqueles bem drenados e que permitam a fácil penetração das raízes. Contudo, no caso da jabuticabeira, o que se tem observado empiricamente é a concentração de suas raízes nas primeiras camadas do solo, talvez pelo fato de que na floresta exista, nas primeiras camadas, maior presença de matéria orgânica, o que não exige da planta o aprofundamento de seu sistema radicular.

Outra particularidade da jabuticabeira é a possibilidade de encontrá-la em locais com maior (2) ou menor umidade no solo, podendo ser alternativa para uso na beira de açudes (3).

Normalmente, na escolha da área ocorre a preferência para locais com exposição norte ou o mais ensolarado possível, fato que, tratando-se de jabuticabeira, ainda gera dúvida, pois quando exposta à radiação direta, ela pode não apresentar o mesmo crescimento inicial como em locais de menor intensidade luminosa, conforme verificado por Dotto (2016) e Porto (2018) com a jabuticabeira híbrida e



(1)^{AJ} Instalação de cisterna para atender à necessidade de irrigação das jabuticabeiras em pomar.

(2)^{CN} Jabuticabeira nativa na beira de lago em condição de mata nativa em Clevelândia (PR).

(3)^{DC} Jabuticabeira plantada na beira de açude em propriedade rural no Verê (PR).

AJ Fotografia: Américo Wagner Júnior.

CN Fotografia: Carlos Koserá Neto.

DC Fotografia: Darcieli Aparecida Cassol.

o fato de que algumas folhas, quando expostas a radiação solar direta, podem, em alguns casos, apresentar sintomas de necrose (4), porém é rara sua visualização. Em alguns momentos, percebe-se a campo que, as jabuticabeiras híbridas em condição de pleno sol, apresentam rebrote na base após morte da parte aérea oriundo de período seguido de estresse hídrico (5). Acredita-se que estas respostas têm relação com sua origem de plantas de mata, tornando-a tolerante à sombra, fato que pode classificá-la no grupo sucessional ecológico como secundária tardia ou clímax.

Por outro lado, na natureza a jabuticabeira, quando em local muito sombreado, recorre ao estiolamento para buscar a luminosidade (6), fato também observado por Dotto (2016) e Porto (2018) com mudas e plantas juvenis e em fase de transição da jabuticabeira híbrida, pois, no tratamento com sombreamento nas laterais da planta, mas com cobertura aberta, simulando clareira, houve maior alongamento.

Pensando em tal comportamento, talvez essa possa ser uma estratégia de manejo visando alongamento mais acelerado, com tal estrutura, em mudas (7) ou em plantas a campo (8, 9). Nesse aspecto, o uso de espécies adequadas de plantas de cobertura do solo pode ser estratégia interessante para manejo cultural de baixo custo e com possibilidade de aporte e reciclagem de nutrientes e demais vantagens advindas do uso dessas espécies.

Na escolha do local em que será implantado o pomar, é ideal a não utilização de áreas que sejam expostas aos ventos dominantes e às geadas. O problema da ação de ventos dominantes pode ser minimizado pela incorporação de quebra-ventos, tendo a jabuticabeira vantagem quanto ao tempo de plantio desta cortina vegetal por apresentar crescimento inicial lento, o que não exige com maior rigor o uso das plantas que comporão o quebra-vento com muita antecedência. Quanto à ocorrência da geada, é ideal que não seja muito severa, pois ocorre perda das folhas afetadas (10, 11), queima nas partes que constituem as flores (12, 13) ou de brotações recém-emitidas (14). Se severa e frequente em um intervalo de tempo, a geada pode danificar a planta inteira caso ocorra nos primeiros anos de plantio (15). Jabuticabeiras, após oito anos de cultivo, se tornam mais tolerantes às

geadas, ocorrendo perdas das folhas mais expostas ao ambiente externo da copa (16). O manejo da queima de lenha, formando-se fogueiras no pomar, próximas às jabuticabeiras, é forma de evitar a formação de geadas e os prejuízos às plantas (17, 18).



(4) ^{AJ} Folhas de jabuticabeira híbrida com sintomas de necrose pela exposição direta a radiação solar.

(5) ^{AJ} Brotação ocorrendo na base da jabuticabeira mantida em cultivo a pleno sol após período de estresse hídrico no pomar da UTFPR, campus Dois Vizinhos.



(6) ^{AJ} Jaboticabeira na mata em busca da luminosidade em Clevelândia (PR).

(7) ^{MD} Mudanças de jaboticabeira híbrida produzidas em sistema com tela de sombreamento.

MD Fotografia: Marcelo Dotto.

AP Fotografia: Alexandre Hack Porto.

JC Fotografia: Juliana Cristina Radaelli.

7



8



9



(8, 9) ^{AP} Jabuticabeira híbrida conduzida em pomar com uso de sistema com tela de sombreamento.

(10, 11) ^{JC} Jabuticabeira híbrida nativa com folhas levemente queimadas por geada leve.

10



11



JABUTICABEIRAS





(12, 13) ^{PO} Flores de jabuticabeira antes e após os danos pela geada.

(14) ^{PO} Brotações recém-emitidas de jabuticabeira necrosadas após ocorrência de geada.

(15) ^{AJ} Jabuticabeiras danificadas por ocorrência frequente de geada em curto período de tempo. Coleção de jabuticabeiras da UTFPR, campus Dois Vizinhos.

(16) ^{PO} Perda das folhas mais expostas ao ambiente externo da copa de jabuticabeira após ocorrência de geada.

(17, 18) ^{AS} Queima de lenha durante a madrugada para evitar formação de geada em pomar de jabuticabeira.



PO Fotografia: Paula Juliane Barbosa de Oliveira.

AS Fotografia: Alberto Ricardo Stefani.

Danner (2009), trabalhando com espécies e genótipos de jabuticabeira na região Sudoeste, observou sua ocorrência natural em locais com altitudes de 577 a 989 m, cuja maior frequência ficou entre 650 e 850 m. O mesmo autor citou que a jabuticabeira não tem distribuição generalizada e fica localizada na parte mais alta da topossequência, não ocorrendo em baixadas de forma natural, o que pode estar relacionado à presença de geadas nestas áreas.

Uma prática comum e que não deve ser realizada para proteger as plantas da geada, principalmente aquelas recém-plantadas, é a utilização de cobertura com palhas secas sobre as mesmas, já que impedem as trocas com ambiente externo proporcionando ambiente favorável à morte das jabuticabeiras (19).

Quando possível, o ideal é escolher áreas com mínima declividade, pois tal condição facilita a realização das práticas culturais manuais ou mecanizadas. Entretanto, para implantar em áreas mais declivosas (> 20%) é necessário e recomendado adoção de práticas conservacionistas (FACHINELLO; MARODIN, 2004), pois evitam erosão e lixiviação, ou seja, degradação do solo. Nessas áreas, pode-se realizar o cultivo das jabuticabeiras, adotando-se práticas conservacionistas em curva de nível (20) ou com adoção de camalhões. É ideal que, com ou sem a necessidade de adoção das práticas conservacionistas em pomar, seja frequente o uso de plantas de cobertura para proteção do solo e para servir como adubação verde, normalmente consorciando leguminosa e gramínea, podendo tal manejo ser realizado antecipadamente à introdução das jabuticabeiras na área (21), não sendo recomendado o uso de solo descoberto (20) e mantido posteriormente ao longo de todo ciclo da cultura. Nesse aspecto, cabe considerar a escolha dos materiais vegetais de plantas de cobertura a serem usadas, bem como o manejo desses materiais ao longo do ano.



(19) ^{IC} Uso de palhas na tentativa de evitar, sem sucesso, danos com a jaboticabeira.

(20) ^{AS} Abertura de sulcos para plantio seguindo curvas de nível.

(21) ^{AJ} Uso de plantas de cobertura antecedendo a implantação do pomar e realização de roçada para inserção das linhas de plantio.



Implantação e manejo

Para as condições subtropicais brasileiras, torna-se necessário trabalhar em plantas de cobertura com espécies de ciclo hibernal com semeadura no outono-inverno e espécies de ciclo estival com semeadura na primavera-verão. Considerando o espaçamento amplo adotado para as jabuticabeiras, é fundamental manter o solo coberto durante o desenvolvimento da cultura, em especial, nos anos iniciais, quando a proteção efetiva do solo dada pelas jabuticabeiras ainda é baixa. Nesse aspecto, durante a condução do pomar na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – campus Dois Vizinhos (DV), implantado em novembro de 2009, foram adotadas várias combinações, levando em consideração o estágio de desenvolvimento das jabuticabeiras e as condições da área em si para cada ano agrícola.

Durante os dois primeiros anos, foi utilizada vegetação espontânea como forma de cobertura do solo na área, mas isso gerava a necessidade de roçadas contínuas para evitar a produção de sementes e a infestação da área. Com isso, seriam necessárias 8-10 roçadas anuais, elevando-se o custo de manutenção da área (22).

Assim, em 2011, optou-se por introduzir, no período hibernal, culturas de cobertura de inverno. Nas condições edafoclimáticas locais, a semeadura dessas espécies pode ocorrer de março a julho. Optou-se por semear em maio (23), pois não foi utilizada dessecação na área e, nessa época, o rebrote das espécies infestantes, na maioria gramíneas de verão como o colônio (24), foi diminuído pela redução da temperatura ambiente e possibilidade de ocorrência de geadas.

Esse manejo de inverno foi mantido nos anos de 2011, 2012 e 2013, considerados como segundo, terceiro e quarto anos de crescimento das jabuticabeiras em pomar, respectivamente. Para isso, foram selecionadas três espécies para serem cultivadas: aveia preta (A) (*Avena strigosa*) com densidade de 90 kg ha⁻¹, nabo forrageiro (N) (*Raphanus sativus*) com 15 kg ha⁻¹ (25) e ervilhaca comum (EC) (*Vicia sativa*) (26) na densidade de 40 kg ha⁻¹. A combinação dessas três culturas em um único sistema determinou aquilo que denominamos de consórcio de plantas de cobertura (27), *mix*

de coberturas ou coquetel de plantas implantado com as proporções de AP (60%) + E (30%) + N (10%), com 60 kg por hectare do *mix* sendo usado. Dessa forma, efetivamente foram utilizados 36 kg por hectare de aveia preta, 18 kg de ervilhaca e 6 kg de nabo.

Além disso, o desenvolvimento das culturas foi avaliado visando a definição da melhor combinação a ser utilizada, o que demonstrou ser o consórcio por conciliar as características de elevada produção de biomassa da aveia preta (5-6 toneladas por hectare) com a alta fixação biológica de nitrogênio da EC. Adicionalmente, o nabo forrageiro possui taxa de ciclagem de nutrientes considerável e boa produção de biomassa.

(22)^{AJ} Aspecto da área após 18 meses de implantação das jabuticabeiras – UTFPR/DV –, em março de 2011.

(23)^{PC} Semeadura de adubos verdes de inverno sobre restos da vegetação nativa roçada, em maio de 2011.

(24)^{PC} Soqueira de capim coloniã durante a semeadura.



JABUTICABEIRAS



25



26



27

(25)^{PC} Nabo em cultivo isolado no pomar de jabuticabeira.

(26)^{PC} Semeadura de ervilhaca (ao lado direito das jabuticabeiras) de plantas de cobertura usado em pomar de jabuticabeira.

(27)^{PC} *Mix* de plantas de cobertura usado em pomar de jabuticabeira.

A escolha desses materiais durante esse período levou em consideração a possibilidade de mecanização da área, sendo semeada com três passadas de semeadora em cada entrelinha (28).

Outro aspecto analisado desde o princípio do sistema, foi o potencial de ressemeadura das espécies, visando diminuir custos de implantação nos anos seguintes. Para isso, as culturas eram mantidas até a plena floração e produção de sementes. A aveia preta, embora produza elevada quantidade de sementes, possui baixa eficiência de ressemeadura com emergência no inverno posterior, devido ao fato de germinar mesmo em período de primavera-verão. Por conta disso, há a perpetuação na área de nabo e ervilhaca. Cabe ressaltar que a maioria das sementes obtidas, mesmo certificadas, possuem pequena quantidade de sementes de ervilhaca peluda, espécie essa mais agressiva e com maior potencial de ressemeadura natural. A campo, as espécies de ervilhaca comum (EC) e ervilhaca peluda (EP) se diferenciam facilmente no período de floração, pois a EP é de ciclo mais rápido e possui inflorescência múltipla (29, 30), enquanto a floração da EC ocorre alguns dias mais tarde, com flores isoladas. Portanto, a produção consecutiva de sementes na área leva a seleção natural para EP, algo desejável e que ocorreu na área. Embora a EP possa apresentar hábito de crescimento volúvel, seu manejo junto à fruteira perene é relativamente fácil, não significando problemas para o uso da espécie.

Essa combinação de culturas no consórcio permite cobertura do solo e supressão de daninhas dos meses de maio a agosto (predomínio de aveia), prolongando-se até fins de outubro, quando a ervilhaca cobre a área completamente e produz sementes. Totalizam-se, dessa forma, seis meses de cobertura do solo, reduzindo o número de roçadas pela metade.



(28) ^{PC} Semeadura usando semeadora mecanizada com largura ajustada para três passadas nas entrelinhas.

(29, 30) ^{PC} Aspecto do crescimento da ervilhaca peluda sob espécies arbóreas (29) e ervilhaca comum (30), permitindo diferenciar as florações de ambas.



Porém, apesar da redução das roçadas hibernais, o manejo de verão continuava sendo necessário, devido à elevada infestação de gramíneas (31), necessitando de roçadas, tanto na entrelinha (32, 33) quanto na linha (34) devido a infestação de colônio e capim napier em pontos do pomar.

Por conta disso, analisou-se a necessidade de introdução de manejo de verão com plantas de cobertura, o que passou a ser sistematicamente adotado, a partir de 2013, com a introdução de espécies estivais como crotalarias, mucuna, guandus, lab-lab e feijão de porco. No entanto, face à infestação de gramíneas e ao desenvolvimento inicial de rebrote muito rápido dessas espécies, isso não foi efetivo, mesmo usando espécies de plantas de cobertura consideradas agressivas como a mucuna (35-38).



(31)^{AJ} Infestação de capim colônio em área do pomar de jabuticabeira.



(32)^{PC} Roçada na entrelinha do capim colônio no verão em pomar de jabuticabeira.

33



34



35



(33)^{AA} Roçada na entrelinha infestada de capim napier em pomar de jaboticabeira.

(34)^{PC} Roçada em área total do pomar de jaboticabeira.

(35)^{PC} Aspecto da semeadura de mucuna em área de colônio roçado e não dessecado em janeiro de 2013.

(36)^{PC} Rebrote efetivo do colônio durante o desenvolvimento das leguminosas estivais, em fevereiro de 2013.

36



AA Fotografia: Alexandre Luis Alegretti.



(37) ^{PC} Desenvolvimento de leguminosa estival competindo com capim colônia.

(38) ^{PC} Supressão parcial do rebrote de colônia pelo uso de espécies de hábito prostrado e de crescimento mais agressivo, como a mucuna.



Percebeu-se que houve desenvolvimento adequado dos sistemas para espécies como *Crotalaria juncea*, mucunas e feijão de porco. Das demais espécies estivais testadas, a *Crotalaria spectabilis* e os guandus (anão e arbóreo) não foram efetivos nesse sistema devido ao seu desenvolvimento inicial lento, não apresentando competitividade com a rebrota das gramíneas.

Perante esse cenário, foram necessárias intervenções drásticas na área mediante aplicação de herbicida de contato de ação total (glifosato) nas entrelinhas, em dezembro de 2014 (39), e posterior implantação de única espécie na área (mucuna preta), visando supressão mecânica e abafamento de possíveis pontos de rebrote das gramíneas (40). Essa medida mostrou-se amplamente efetiva (41), mas exigiu repasse quinzenal na entrelinha, manejando-se a mucuna para evitar seu desenvolvimento sobre a jabuticabeira. Isso pode ser feito com uso de facão ou foice, e é um serviço relativamente rápido, funcional e necessário, pois, caso con-

JABUTICABEIRAS

trário, a mucuna dominará todo o pomar pelo seu hábito de crescimento volúvel, fixando-se nos anteparos onde os cipós alcançam.

Entre as grandes vantagens do uso dessas espécies de leguminosas estivais, está o seu elevado potencial de produção de massa seca (superior a 10 toneladas por hectare) e de fixação biológica de N, que pode atingir quantidades superiores a 250 kg por hectare de N, ou meia tonelada de ureia em ciclo de 120 a 150 dias. No caso da mucuna, o ciclo natural até a produção de sementes é de cerca de 240 dias. Assim, pode ser usada de novembro, após a produção de sementes das culturas de inverno, até maio, quando natu-



(39)^{AJ} Pós-roçada e dessecação em área do pomar de jabuticabeira, em janeiro de 2014.

(40)^{PC} Desenvolvimento inicial de mucuna em pomar de jabuticabeira, em janeiro de 2014.

ralmente começa a sofrer desfolha pelas geadas leves ou é queimada totalmente pelas geadas médias a severas.

No sistema bem manejado, é possível efetuar apenas duas roçadas anuais, uma para introdução da mucuna e outra para introdução dos adubos verdes de inverno. No entanto, preconiza-se o uso de rolo-faca para controle das culturas, o que levaria a termos apenas quatro operações de manejo em área de pomar – uma rolagem e semeadura de inverno e outra rolagem e semeadura de verão – em sistema já disponível no mercado, no qual é possível acoplar o rolo-faca no ato da semeadura, reduzindo as operações para apenas duas operações anuais (42).

41



(41) ^{PC} Desenvolvimento de mucuna em pomar de jabuticabeira, em maio de 2014.

42



(42) ^{PC} Rolo-faca trabalhando no ato da semeadura, processo que elimina uma operação adicional.

JABUTICABEIRAS

No ano de 2013, foi introduzido, no *mix* de inverno, espécie adicional, o azevém. Essa espécie tem como característica produzir elevada biomassa e ser de grande produção de sementes e alta ressemeadura natural, sendo, por isso, considerada como invasora. Mas no pomar se adaptou perfeitamente ao manejo de inverno (43-48).



(43) ^{PC} Introdução de culturas de inverno sobre área manejada com espécies de verão e roçada para sementeira, em maio de 2016, no pomar de jaboticabeira.

(44) ^{AJ} Crescimento das culturas de inverno sobre área manejada com espécies de verão, em maio de 2016, no pomar de jaboticabeira.

(45) ^{PC} Culturas de inverno sobre área manejada com espécies de verão, em junho de 2016, no pomar de jaboticabeira.

46



(46) ^{PC} Culturas de inverno sobre área manejada com espécies de verão, em setembro de 2016, no pomar de jabuticabeira.

47



(47) ^{PC} Culturas de inverno sobre área manejada com espécies de verão, em julho de 2017, no pomar de jabuticabeira.

48



(48) ^{JC} Culturas de inverno sobre área manejada com espécies de verão, em julho de 2017, no pomar de jabuticabeira.

Como é espécie exigente de N, e no verão passou-se a produzir elevada quantidade de N via leguminosas estivais, essa estratégia foi adotada para que não houvesse perdas do sistema de N produzido/fixado/reciclado. A introdução via sementes foi feita apenas em duas safras: 2013 e 2014. Posteriormente, passou-se a adotar a semeadura do consórcio em abril para antecipar o ciclo, pois o azevém tem desenvolvimento inicial lento e pode perder em competitividade com as gramíneas estivais que rebrotaram. Na safra 2016, introduziu-se apenas a cultura de aveia para antecipar o ciclo e, nos anos de 2017 e 2018, não houve introdução de cultura de inverno (aveia), ficando a área apenas com a cultura de azevém (49).

A palhada produzida pelo material recobriu efetivamente o solo e garantiu efetivo controle das infestantes (50).

Na safra 2016/2017, finalmente, foi possível introduzir o último sistema analisado. Nesse complexo, plantas de cobertura/jabuticabeira por meio do uso de espécies de hábito arbustivo e crescimento rápido. Para isso, foi montado *mix* de *Crotalária juncea* (20 kg ha⁻¹), feijão guandu (20 kg ha⁻¹), *Crotalária spectabilis* (10 kg ha⁻¹), o qual foi introduzido em novembro após o ciclo final do azevém (51).



(49)^{PC} Pomar de jabuticabeira da UTFPR/DV, em 2021, com aveia como planta de cobertura obtida por alta taxa de sobressemeadura na área.

50



51



(50)^{PC} Palhada formada no pomar de jabuticabeira, em novembro de 2016.

(51)^{AJ} Semeadura das espécies de verão sobre palhada da cultura de inverno, em novembro de 2016.

Essa mistura de material possui potencial de crescimento de cerca de 3 metros (*C. juncea*) com estrato inferior formado pela *C. spectabilis* (crescimento até 1,5 m). O guandu compôs o sistema por ser de estatura intermediária e, para manter a cobertura foliar a partir de maio, pois a *C. juncea* possui perda precoce de folhas, abrindo espaço para a luminosidade atingir o solo e propiciando emergência de invasoras (52, 53).

Para essa introdução, tendo em vista já estar o pomar no sexto ano de desenvolvimento da jabuticabeira, foi utilizada única passada de semeadora central na linha com espaçamento de 45 cm entrelinhas e largura total de semeadura de 1,8 m (54), representando área semeada de 1/3 do pomar (espaçamento das jabuticabeiras de 6 m).

A condução do trabalho com *mix* de leguminosas estivais ao lado do estudo de Dotto (2016) e Porto (2018), permitiu a análise da possibilidade do uso desse tipo de espécie desde o início da condução do pomar, visando ao crescimento apical da jabuticabeira em sistema diferente do conduzido a céu aberto. Percebeu-se a campo crescimento mais efetivo (55).



(52) ^{PC} Visão do desenvolvimento do *mix* de verão após 60 dias no pomar de jabuticabeira, em janeiro de 2017.



(53)^{PC} Início do processo de floração do *mix* de culturas, com altura máxima do estrato de 3,5 m, em março de 2017.

(54)^{PC} Semeadura central de culturas de verão (cinco linhas espaçadas de 45 cm), em novembro de 2016.

(55)^{PC} Comparação entre sistema telado sem cobertura superior e *mix* de plantas de cobertura adotado em pomar de jaboticabeira, em março de 2017.



JABUTICABEIRAS

Ao acompanhar o desenvolvimento de mudas juvenis de jabuticabeira e materiais em desenvolvimento mais avançado (56-59), percebeu-se que o uso desse estrato elevado de plantas de cobertura propiciou bom sombreamento para as jabuticabeiras, condição similar à que essa espécie se encontra na natureza. Assim, pela competição por luminosidade e espaço físico lateral (58), o crescimento apical foi estimulado (59). O espaçamento de semeadura usado permitiu manejos das jabuticabeiras de forma adequada, sendo apenas necessário roçadas nas entrelinhas ao longo do ciclo (57). Esse *mix* produziu cerca de 20 toneladas de



(56) ^{PC} Desenvolvimento de mudas juvenis de jabuticabeira sob condições de competição de luminosidade.

Nota: Fotografia tirada em pleno meio-dia, horário de entrada direta de luminosidade sobre as plantas.

(57) ^{PC} Detalhe do desenvolvimento de invasoras na entrelinha, também suprimido pela menor incidência luminosa plena sobre a área.

matéria seca ao longo dos oito meses em que esteve em desenvolvimento, fixando acima de 400 kg de N por hectare, condição esta elevadíssima dentro de sistema produtivo. Devido ao espaçamento adotado, a disponibilização de N é de apenas 1/3 (espaçamento de 2 m), mas resulta em valores superiores a 130 kg por hectare. Possivelmente, essa concentração de nutrientes no espaçamento central das jabuticabeiras estimule o desenvolvimento radicular em busca desses elementos. A vista aérea do pomar (60) permite melhor visualização do efeito da semeadura de linhas centrais de espécies de crescimento e porte elevado.



(58) ^{PC} Detalhe do impedimento de crescimento lateral da jabuticabeira pela presença de *mix* de plantas de cobertura.

(59) ^{PC} Detalhe da emissão de brotações apicais da jabuticabeira, buscando competição por luminosidade, devido à altura das plantas de cobertura usadas nas laterais.





(60)^{RB} Vista aérea do sistema com *mix* de leguminosas de verão em pomar de jaboticabeira.

RB Fotografia: Raoni Wainer Duarte Bosquilla.

O uso de plantas de cobertura em pomares de jaboticabeiras necessita de maiores avaliações, mas é um sistema viável, necessário e relativamente simples de ser adotado. No presente estágio de desenvolvimento, é possível a introdução de leguminosa perene de verão de hábito prostrado, como a soja perene, visando manutenção ao longo de todo o ano da área coberta e menor manejo via roçada, pois o azevém tem bom desenvolvimento sobre os resíduos dessa leguminosa via ressemeadura natural.

Outra particularidade que deve ser ressaltada diz respeito às áreas expostas frequentemente ao granizo, casos em que se pode utilizar cobertura com telas de proteção, as chamadas antigranizo, comuns em pomar de macieiras. Isso

pode, de certa forma, ser favorável à cultura, pois diminui a exposição direta das plantas à radiação solar, conforme descrito anteriormente e avaliado por Dotto (2016) e Porto (2018).

Todavia, antes de qualquer tipo de manejo na área, uma vez feita sua escolha, deve obrigatoriamente ocorrer a coleta do solo, retirando-se subamostras representativas de cada parte do terreno, ou seja, procedendo-as em vários pontos amostrais. Nesses casos, podem-se adotar caminhadas em zigue-zague na área, dividir o terreno em glebas, usar o modelo de retículos quadrados etc. As coletas das subamostras devem ser efetuadas separadamente, uma nos primeiros 20 cm e outra de 20 a 40 cm de profundidade.

De posse das subamostras, respeitando-se as profundidades de coleta, faz-se em cada uma destas mistura homogênea do solo obtido, para que deste retire-se amostra única. As amostras retiradas em cada profundidade devem ser acondicionadas em sacos plásticos limpos, com identificação correta e de fácil visualização para que, posteriormente, sejam enviadas para laboratório credenciado, onde se farão as análises, sendo ideal com informações das características físicas e químicas. Tais coletas devem ser preferencialmente realizadas com antecedência de 2 a 3 meses do plantio.

As possíveis deficiências de fertilidade ou das características físicas podem ser corrigidas com adoção de adubação e/ou manejo adequado, respectivamente. Todavia, para o cultivo da jabuticabeira em pomar de forma correta, com aproveitamento máximo das condições nutricionais do solo, atendendo as necessidades da cultura, é necessário conhecer as exigências ou preferências edáficas, envolvendo as características físicas e químicas de cada solo, bem como do preparo da área para o plantio.

Concernente a isso, ainda se tem pouca informação a respeito do potencial hidrogeniônico (pH) e da necessidade de calagem, o que caracteriza os solos dos sítios de ocorrência de jabuticabeira como argilosos, fortemente ácidos (pH próximo a 4,0), com alto teor de ferro e matéria orgânica, alta saturação de alumínio, baixo teor de fósforo e muito baixo índice de saturação de bases (DANNER *et al.*, 2010).

Dessa forma, é importante a realização de estudos científicos visando comprovar a neutralidade do alumínio e se o aumento do pH do solo favorece o crescimento das plantas.

Além disso, para a correção da fertilidade, a dúvida que persiste é: qual é a necessidade da cultura? O que se observou analisando o crescimento das plantas nativas em pleno sol (RADAELLI, 2016) e híbridas em diferentes condições de intensidades luminosas (DOTTO, 2016; PORTO, 2018), mantidas em pomar, é que existem surtos de crescimento ao longo de um mesmo ano – ocorrendo em determinado período alongamento dos ramos e, em outro, aumento em diâmetro do tronco –, e que esses surtos variam de acordo com a idade das plantas.

Tal observação é importante para que faça adubação de forma que a planta possa manifestar seu máximo potencial genético, principalmente com o fornecimento de nitrogênio e fósforo.

Da mesma forma como a calagem, a jabuticabeira apresenta poucos estudos quanto a necessidade de nutrientes. Os poucos estudos que existem, como de Danner *et al.* (2010), descrevem a necessidade de grande quantidade de matéria orgânica para plantas adultas. Isso demonstra a necessidade de incorporação de tais materiais na forma compostagem ou esterco de animais curtidos, lembrando que o de ave pode conter cal, já que é utilizado para esterilização de aviários e pode modificar o valor do pH do solo.

Em mudas, Rezende (2015) obteve acúmulo médio de nutrientes nas jabuticabeiras paulista e sabará aos 450 dias de produção com N de 706 mg e 611 mg planta⁻¹, P de 81 mg e 62 mg planta⁻¹, K de 541 mg e 409 mg planta⁻¹, Ca de 488 mg e 424 mg planta⁻¹, Mg de 66 mg e 54 mg planta⁻¹, S de 93 mg e 92 mg planta⁻¹, Cu de 1578 µg e 1635 µg planta⁻¹, Fe de 20887 µg e 19652 µg planta⁻¹, Mn de 13975 µg e 13434 µg planta⁻¹, Zn de 4921 µg e 4048 µg planta⁻¹ e B de 642 µg e 764 µg planta⁻¹, respectivamente. As mudas dessas jabuticabeiras apresentaram a seguinte tendência de distribuição de nutrientes entre os órgãos: folha > caule >

raiz. Esse trabalho foi conduzido com solução nutritiva em pH ajustado a $5,5 \pm 0,5$.

Soares *et al.* (2001) recomendam, para plantio, o uso de 20 litros de esterco de curral ou composto, misturado com 300 g de superfosfato simples e 100 g de cloreto de potássio. Para formação do pomar (5 a 8 anos), sugerem aplicar de metade a 2/3 dos adubos químicos recomendados para as plantas adultas, com incorporação na área da projeção da copa de 100 g de sulfato de zinco, 50 g de sulfato de manganês e 30 g de bórax. Com a produção, os autores recomendaram 6 kg de ureia por planta/ano⁻¹, podendo ser usados 10 a 20 litros de esterco bovino curtido, e 5 kg por planta⁻¹ de NPK na formulação 12-12-12, parcelados em três vezes.

A forma de aplicação dos adubos para correção dependerá do tipo de manejo escolhido para plantio, pois podem envolver área total ou somente em covas. Em área total (61), faz-se a primeira lavração a 40 cm de profundidade; em seguida, aplicam-se os adubos corretivos, principalmente o fósforo, e gradeia-se o solo para facilitar sua incorporação. Após a correção do solo, deve-se realizar a segunda lavração (40 cm de profundidade), seguida de gradagem. Se o terreno apresentar declividade, deve-se optar pelo preparo localizado nas linhas, com a adoção de covas de plantio (62) ou de sulcos (63).

Havendo disponibilidade, recomenda-se sempre adoção de adubação orgânica, pois melhora as características físicas e microbiológicas do solo. Todavia, dificilmente as necessidades nutricionais da planta serão totalmente supridas com o uso isolado da adubação orgânica, a qual deve ser completada com a adubação mineral, tornando importante a realização de análise química do solo e foliar.



Efetuada a correção química do solo em sulcos ou em área total, realiza-se a marcação da área para identificação dos locais de plantio, preferencialmente com ajuste das fileiras no sentido Norte-Sul para áreas planas ou em curvas de nível para áreas declivosas. No caso da abertura de covas, tal marcação das fileiras deve anteceder a sua realização.

Para demarcação e orientação das linhas de plantio com adoção de sulcos ou para posterior abertura de covas, pode-se usar nível topográfico ou outro tipo de nível, como mangueira transparente. O primeiro passo é demarcar a primeira linha para, em seguida, proceder com identificação das demais linhas paralelas. Existem duas formas que podem ser adotadas para tal identificação, com duas pessoas caminhando ou com trator e uma pessoa. No caso da primeira, uma pessoa caminha sobre a primeira linha segurando corda ou trena esticada no comprimento referente à distância entre as filas, e a outra pessoa segura a outra ponta. Dessa forma, a segunda pessoa, com tal objeto esticado, vai determinando a segunda linha de plantio. Feito isso, a primeira pessoa caminha sobre a segunda linha, e a segunda, com trena ou corda esticada, marca a terceira linha caminhando juntamente. Tal procedimento deve ser realizado concomitantemente até a marcação da última linha. A outra forma é com auxílio do trator, pois este vai abrindo diretamente o sulco de plantio, tornando-se vantajoso. Como feito anteriormente, identifica-se com nível topográfico a primeira linha. Em seguida, a pessoa caminha sobre a mesma segurando uma corda que tem a outra extremidade amarrada sobre ao para-choque do trator, que a acompanha na caminhada abrindo o sulco do plantio. A corda deve estar sempre esticada (63) e ter o comprimento idêntico ao espaçamento entre as linhas.

(61) ^{AJ} Preparo de área total em pomar.

(62) ^{AJ} Preparo do plantio por meio do uso de covas de 50 x 50 x 50 cm.

(63) ^{AS} Preparo da área em sulcos, com identificação das linhas de plantio, utilizando-se trator e uma pessoa para demarcação direta da abertura de sulcos.

Em área com declividade levemente acentuada ou declivosa, recomenda-se, para evitar a formação de linhas mortas, o uso do triângulo retângulo, sendo um dos lados do triângulo a metragem usada como entrelinha do pomar. Para tal demarcação, pode ser usado algum tipo de material, como estacas de madeira ou bambu, que indique o seu preparo, obedecendo-se o espaçamento a ser utilizado.

Com relação ao espaçamento utilizado para jabuticabeira, o pomar pode ser mais ou menos adensado, dependendo da espécie, já que as nativas apresentam maior vigor em relação às denominadas híbridas.

Quanto mais adensado o pomar, maior a necessidade de mão de obra, recursos financeiros e cuidados com os aspectos fitossanitários. Normalmente, utilizam-se espaçamentos de 10 x 10 m ou 12 x 12 m para pomares de maior densidade e 6 x 6 m ou 7 x 7 m para os de menor adensamento. Na UTFPR/DV, com a jabuticabeira híbrida está sendo testado espaçamento entre 4 x 5 m e para as nativas 6 x 6 m. Para melhor aproveitamento da área, recomenda-se o uso da demarcação de plantio em quincôncio. Definido tal espaçamento, procede-se com a demarcação de onde se efetuará a abertura das covas, sendo para isso necessário uso de objeto que atenda tal finalidade, como as estacas de madeira ou bambu (64).

O próximo procedimento é a abertura das covas, as quais devem ser preparadas, no mínimo, com 30 dias de antecedência ao plantio das mudas. Para o preparo das covas, pode-se fazer uso de motocoveador (65), porém, em seguida, com auxílio de pá de corte, é necessário aumentar a dimensão da cova aberta (66), pois, com o uso de tal máquina, a cova apresentará uma pequena abertura (67), dificultando a penetração das raízes, uma vez que o solo no perímetro ao redor da mesma não foi revolvido. O ideal é que a cova tenha dimensões mínimas de 60 x 60 x 60 cm. Tais covas devem ser abertas mesmo com uso de sulcos. Quando possível, é aconselhável separar o solo retirado da primeira camada de profundidade (0-30 cm), ao qual coloca-se de um lado, e da última camada (30-60 cm), que coloca-se em outro. Em seguida, procede-se com adubação na primeira camada retirada, incorporando-a no solo, e depois efetua-se com a segunda. Como a primeira camada possui maior

64



65



66



(64) ^{AJ} Inserção das estacas de bambu após abertura de sulco para identificação do local de plantio das jabuticabeiras.

(65) ^{AJ} Abertura de cova de plantio com motocoveador.

(66) ^{AJ} Ampliação da abertura da cova após uso do motocoveador.

(67) ^{AJ} Dimensão da cova realizada com motocoveador.

67



quantidade de matéria orgânica em relação à segunda, fazer sua incorporação primeiro favorece o contato direto do sistema radicular à matéria orgânica. Além disso, a segunda camada retirada tem menor incidência de sementes de plantas daninhas, e, ao ser colocada por último, após o plantio, haverá menos problemas com tais invasoras. As covas então são fechadas e demarcadas com o bambu ou algum material equivalente, aguardando o momento do plantio.

As jabuticabeiras, independentemente da espécie, devem ser plantadas com torrão, pois, uma vez exposto o sistema radicular, aumenta-se a prevalência de mortalidade pós-plantio (HOSSEL *et al.*, 2014). Deve-se estar atento à escolha da muda e dar preferência à obtenção por meio de viveirista idôneo.

No plantio, deve-se proceder com a reabertura da cova, agora com as correções químicas antecipadamente realizadas e, em seguida, esticar uma linha que servirá de balizadora para que as mudas, ao serem plantadas, não fiquem fora de um padrão de plantio. Deve-se proceder com a colocação da muda em torrão dentro da cova, novamente aberta, de maneira que a região do colo fique 5 cm acima do nível do solo, pois as plantas tendem a se assentar e, com isso, podem ficar com a região caulinar enterrada, o que não é desejável, pois podem surgir podridões de colo na região. Com a reabertura da cova, recomenda-se o uso de hidrogel, na composição de 4 a 8 g litro^{-1} por cova.

Feita a inserção da muda, procede-se com o preenchimento da cova, evitando-se o surgimento de espaços com ar entre as raízes e o solo. Para contornar tal problema, pode-se adotar leve compressão do solo na região de plantio, realizada com os pés (68) e/ou com as mãos (69), e firmar as hastes, provocando um leve puxão para cima da muda. Esse processo, além de evitar a formação de bolsões de ar no sistema radicular, o qual ocasiona a morte das plantas, favorece boa alocação do sistema radicular, deixando as raízes posicionadas verticalmente.

O uso de cobertura morta ou outro tipo de material – *mulchings*, palhadas (70) etc. – ao redor das mudas pode



(68) ^{AJ} Compressão da terra com os pés após plantio de jabuticabeira para evitar bolsões de ar junto às raízes.

(69) ^{AJ} Compressão da terra com as mãos após plantio de jabuticabeira para evitar bolsões de ar junto às raízes.



auxiliar na manutenção da umidade do solo após o plantio. Em alguns casos, faz-se a construção das chamadas **bacias**, as quais permitem maior acúmulo de água para muda recém-plantada (71).

Para isso, a irrigação deve ser constante, pois dessa forma garante-se maior sobrevivência das plantas, e a água pode ser fornecida com uso de sistema de irrigação, como a localizada por gotejamento (72). Na falta desta, pode-se proceder com irrigação manual, por meio do uso de regador (73) ou garrafa Politereftalato de Etileno (PET[®]). No caso da irrigação manual, pode-se distribuir caixas de água espalhadas na área, já que facilita o manejo da irrigação (72). Contudo, é aconselhável que o pomar tenha sistema de irrigação permanente, para que a planta possa ter condições mais adequadas para seu crescimento e posterior frutificação. Com a falta de água, as folhas novas apresentam o primeiro sinal, seu murchamento (74), passando para as demais em casos de maior período de estresse hídrico.



(70) ^{AJ} Uso de palha após plantio visando manter umidade na área da projeção da copa.

(71) ^{AJ} Formação de bacia na área de plantio visando reter maior umidade.



72



73



(72) ^{AJ} Uso de sistema de gotejamento em pomar de jaboticabeiras recém-implantado. Uso de duas caixas de água na área.

(73) ^{AJ} Uso de regador em jaboticabeiras recém-plantadas em pomar.

(74) ^{JC} Murchamento das folhas de jaboticabeira em condição de déficit hídrico.

74



Além disso, deve-se fazer constante inspeção da área quanto a presença de formigas cortadeiras, saúvas e quenquéns. Com a presença da mesma, deve-se proceder com alguma forma de controle (químico, biológico ou físico). O uso de garrafas PET[®] como barreira para o alcance da muda pode ser prática adotada (75) ou algum objetivo que forme uma saia como também de embalagem plástica (76).

Além destes, existem também outros bloqueadores que podem ser utilizados e que são vendidos comercialmente, impedindo as formigas de alcançarem as partes mais altas da planta. As saúvas e quenquéns diferem entre si pelo seu tamanho, pelo número de espinhos no dorso do tórax e pela forma como constroem seu formigueiro. As saúvas são de tamanho maior, com três pares de espinhos no dorso do tórax, enquanto as quenquéns podem apresentar quatro ou mais pares de espinhos no dorso do tórax. Os ninhos da *Acromyrmex* (quenquéns) são menores que os ninhos da *Atta* (saúvas). Normalmente, os ninhos de saúva possuem muita terra solta no exterior, podendo ter grande extensão de área de terra solta (77).

(75) ^{AJ} Uso de garrafa PET[®] para evitar infestação de formiga, que também pode ser usado em jabuticabeira recém-plantada.

(76) ^{AJ} Uso de tampa plástica de recipiente retangular colocada no tronco da jabuticabeira como barreira para evitar infestação de formiga.

(77) ^{AJ} Característica do ninho de saúva, com presença de grande quantidade de terra solta no solo.

75



76



77



Outro cuidado que deve ser periódico é em relação à presença de espécies invasoras, devendo-se manter sempre a área abaixo da projeção da copa limpa, ou seja, coroadada. Para isso, faz-se a limpeza abaixo da projeção da copa, manualmente, com enxada, sempre com movimento no sentido de fora para dentro da mesma, pois, dessa forma, não se tem o risco de expor a raiz à superfície e introduz-se matéria orgânica para região abaixo da copa. Outra forma de manejo recomendada é o uso de roçadeira na área, ou preferencialmente a adoção de plantas de cobertura, conforme já descrito anteriormente neste capítulo.

Durante o crescimento das plantas, é importante a realização de podas de condução, cuja finalidade é o levantamento da copa (78-81). Assim, retiram-se ramos situados nos primeiros 30 cm da planta. No caso da jabuticabeira, ainda não se tem um sistema de condução recomendado, mas pode-se adotar algum dos que já são utilizados em pomares com outras espécies, como em taça (82) ou por meio da observação da morfogênese da planta (83, 84) e, com isso, proceder com adaptações.

Nos anos subsequentes de crescimento da jabuticabeira, deve-se proceder com poda de limpeza, buscando-se arejamento e entrada de luz no interior da copa (85-88).





(78, 79) ^{AJ} Jaboticabeiras antes da poda inicial de formação.

(80, 81) ^{AJ} Jaboticabeira após a poda inicial de formação.

(82) ^{AJ} Jaboticabeiras conduzidas em taça da coleção existente na Universidade Federal de Viçosa.



84



(83, 84) ^{AJ} Condução das jabuticabeiras de modo natural, que pode servir de modelo a ser usado em pomar.



(85, 86) ^{IC} Jaboticabeiras antes da poda de condução.

87



88



(87, 88) ^{AJ} Jaboticabeiras após a poda de condução.

Com a jabuticabeira entrando em produção, pode-se fazer uso de indutores de florescimento. Kosera Neto *et al.* (2018), testando aplicação dos indutores, carbureto de cálcio (2 g planta⁻¹); ethefon (0,4 mg p.a. L⁻¹ para 100 mL planta⁻¹ da solução); paclobutrazol – PBZ – (0,8 g p.a. planta⁻¹); sistema de irrigação diária (2 L planta⁻¹) e testemunha, na jabuticabeira híbrida, obtiveram, com PBZ, florescimento aos 131 dias após sua aplicação, antecipando em 95 dias o florescimento se comparado ao controle (226 dias). O manejo diário da irrigação, empiricamente descrito por produtores, não teve efeito algum. Na prática, observa-se que a jabuticabeira induz seu florescimento após a realização da poda. Não é aconselhável o uso de pregos inseridos no caule, anelamento ou incorporação de arame (89) revestindo os ramos das jabuticabeiras para estimular seu florescimento.

Visando aumentar a frutificação efetiva, é recomendável a incorporação de colmeias de abelhas africanizadas na área do pomar, ou próximo desta, pois as mesmas auxiliam na polinização (MALERBO-SOUZA; NOGUEIRA-COUTO; TOLEDO, 2004).

Após frutificação efetiva, ou seja, com frutos apresentando diâmetro de 3 mm (estádio denominando cabeça de fósforo), recomenda-se a realização de raleio manual, com a manutenção de frutos espaçados entre 2 cm (SOARES *et al.*, 2001). Porém, é importante que sejam realizados estudos que possam recomendar com maior segurança a forma do procedimento do raleio. Com a colheita, os frutos sobre-maturos (90) devem ser retirados da planta manualmente, não recomendando-se sua permanência para que não sejam fontes de inoculações fúngicas (91).

89



90



91



(89) ^{AJ} Uso de arame para anelar ramos de jabuticabeira, erroneamente usado para estimular o florescimento.

(90) ^{AJ} Frutos sobrematuros que devem ser colhidos da jabuticabeira, evitando-se infestação de patógenos.

(91) ^{AJ} Frutos que permaneceram na jabuticabeira servindo como fonte de inóculo fúngico.

Considerações finais

Em qualquer pomar, é obrigatória a realização de práticas de manejo bem planejadas e executadas, visando obter satisfatória sobrevivência de mudas pós-plantio, frutos de qualidade e longevidade da planta. O conhecimento exposto no presente capítulo traz informações úteis e necessárias para o alcance desses objetivos, com enfoque na diferenciação do uso das plantas de cobertura e na indução do florescimento. Porém, é importante a contínua realização de estudos visando aprimorar muitas das técnicas usadas nos pomares de jabuticabeiras.

CRÉDITO	1; 4-6; 15; 21; 22; 31; 39; 44; 51; 61; 62; 64-73; 75-84; 87-91:
FOTOGRAFICO:	^{AJ} Américo Wagner Júnior.
	2: ^{CN} Carlos Kosera Neto.
	3: ^{DC} Darcieli Aparecida Cassol.
	7: ^{MD} Marcelo Dotto.
	8; 9: ^{AP} Alexandre Hack Porto.
	10; 11; 48; 74: ^{JC} Juliana Cristina Radaelli.
	12; 13; 14; 16: ^{PO} Paula Juliane Barbosa de Oliveira.
	17; 18; 20; 63: ^{AS} Alberto Ricardo Stefani.
	19; 85; 86: ^{IC} Idemir Citadin.
	23-30; 32; 34-38; 40-43; 45-47; 49; 50; 52-59: ^{PC} Paulo Cesar Conceição.
	33: ^{AA} Alexandre Luis Alegretti.
	60: ^{RB} Raoni Wainer Duarte Bosquilla.

Referências

DANNER, M. A. **Diagnóstico ecogeográfico e caracterização morfo-genética de Jaboticabeiras**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.

DANNER, M. A. *et al.* Diagnóstico ecogeográfico da ocorrência de jaboticabeiras nativas no sudoeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 746-753, 2010.

DOTTO, M. **Crescimento e desenvolvimento de *Plinia cauliflora* de acordo com a intensidade luminosa em clima subtropical**. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

FACHINELLO, J. C.; MARODIN, G. A. B. Implantação de pomares. *In*: MONTEIRO, L. B. *et al.* (ed.). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 33-48.

HOSSEL, C. *et al.* Manejo da poda de raízes no transplântio de mudas de fruteiras nativas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 761- 765, set. 2014.

KOSERA NETO, C. *et al.* Reproductive and vegetative behavior of hybrid jaboticaba tree under flowering induction. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 2, p. 118-125, Apr./Jun. 2018.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; TOLEDO, V. A. A. Abelhas visitantes nas flores da jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg) e produção de frutos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 1-4, 2004. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/1890/2641>. Acesso em: 5 jan. 2020.

PORTO, A. H. **Intensidade luminosa no crescimento, produção e qualidade do fruto de jaboticabeira híbrida em condição de pomar**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

RADAELLI, J. C. **Seleção de jabuticabeiras juvenis considerando o vigor, o potencial antioxidante e a tolerância a geadas.** 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

REZENDE, J. C. **Acúmulo e distribuição de nutrientes em mudas de jabuticabeiras ‘Paulista’ e ‘Sabará’ em solução nutritiva.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas, 2015. Disponível em: [https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/Dissertacao%20Janaina%20Canaan\(2\).pdf](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/Dissertacao%20Janaina%20Canaan(2).pdf). Acesso em: 5 jan. 2021.

SOARES, N. B. *et al.* **Jaboticaba:** instruções de cultivo. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001.

**INSETOS
ASSOCIADOS
À CULTURA DA
JABUTICABEIRA**

Michele Potrich

Everton Ricardi Lozano da Silva

Luma Dalmolin Stenger

Introdução

A jabuticabeira *Plinia sp.* (DC.) Berg., pertencente à família Myrtaceae, apresenta vasta abrangência territorial, pois é encontrada do Sul ao Norte do Brasil (MANICA, 2000). Essa planta desperta interesse pelo seu potencial econômico, já que seus frutos, além de serem consumidos *in natura*, podem ser utilizados para a fabricação de geleias, licores, doces, sorvetes e demais produtos (CITADIN; DANNER; SASSO, 2010). Porém, ataques de insetos na cultura da jabuticabeira podem tornar a produção de frutos e, conseqüentemente, sua disponibilidade no mercado ameaçadas. Entre os insetos-praga da jabuticabeira, tem-se aqueles relacionados às raízes, ao caule, aos ramos, às folhas, às flores e aos frutos. Os insetos associados à cultura da jabuticabeira causam, em sua maioria, danos indiretos (exceto os relacionados aos frutos), pois não afetam o produto, apesar de comprometerem a produtividade. Além dos insetos-praga, outros também estão relacionados à cultura, como os polinizadores e os inimigos naturais. Este último grupo é destacado brevemente no presente capítulo.

Insetos-praga associados às raízes, caules e ramos

A broca-da-goiabeira, *Timocratica albella* [Zeller, 1839] [Lepidoptera: Elachistidae], também conhecida como broca-das-mirtáceas, ataca o tronco e os ramos da jabuticabeira durante sua fase larval, alimentando-se da casca dos ramos, abrindo pequenas galerias e prejudicando a passagem da seiva, o que causa a seca dos ramos atacados (GALLO *et al.*, 2002). Ainda na planta, a lagarta passa para fase de pupa, mantendo-se presa na galeria com o auxílio de dois ganchos pós-abdominais. Nas regiões Sul e Sudeste, o aumento populacional é comumente relatado nos meses de janeiro e fevereiro (MANICA, 2000) e de março a abril, quando as galerias são fechadas com teias, pedaços de troncos e excrementos (AGROFIT, 2018). O adulto é mariposa branca, com região central levemente amarelada (1) (GALLO *et al.*, 2002), a qual se assemelha em muito a *Timocratica palpalis* [Zeller, 1877] [Lepidoptera: Elachistidae], relatada por Gallo *et al.* (2002) também como broca-das-mirtáceas.

Não há produto registrado e liberado no AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, um banco de informações sobre os produtos agroquímicos do Ministério da Agricultura) para o controle desse inseto na cultura da jabuticabeira (AGROFIT, 2018). Como recomendação, tem-se a remoção e queima dos ramos atacados (MANICA, 2000), bem como a raspagem da superfície do tronco nas áreas afetadas, a fim de expor o inseto e realizar a catação manual.

A cochonilha *Capulinia jaboticabae* [Ihering, 1898] [Hemiptera: Asterolecaniidae] suga a seiva das plantas, principalmente nas reentrâncias dos troncos, dos ramos e das raízes. Os ataques intensos enfraquecem a planta (GALLO *et al.*, 2002) e comprometem seu desenvolvimento. Também é comum encontrar as cochonilhas na parte inferior das folhas (2) e dos brotos, devido à facilidade de sucção. No início do ataque, os frutos apresentam aspecto empoeirado ou farinhento em sua superfície. A cochonilha tem corpo ovalado, o qual, com a maturidade, torna-se mais arredondado, apresentando 0,8 a 1,3 mm de comprimento e 0,5 a 1,1 mm de largura (KONDO; GULLAN; COOK, 2016). A

fêmea é de coloração amarelada, recoberta com secreção pulverulenta branca (GALLO *et al.*, 2002).

Como método de controle, recomenda-se a raspagem dos ramos e troncos para a retirada da casca e exposição das cochonilhas; em seguida aconselha-se aplicar calda sulfocálcica ou óleo emulsionável (AGROFIT, 2018; GALLO *et al.*, 2002), este último podendo ser na concentração de 1 a 1,5%.

Ceroplastes janeirensis [Gray, 1828] [Hemiptera: Coccidae], conhecida como cochonilha-de-cera ou cochonilha-da-jabuticabeira, succiona a seiva dos ramos mais finos, das folhas e dos brotos, enfraquecendo-os, porém causa pouco prejuízo quando comparado à *Capulinia jaboticabae* (GALLO *et al.*, 2002). Além disso, na sucção ocorre a eliminação de substância adocicada (*honeydew*), que contribui para o desenvolvimento da fumagina (3), prejudicando os processos vitais da planta e, conseqüentemente, o seu desenvolvimento. A denominação cochonilha-de-cera está relacionada ao fato de a fêmea adulta ter o corpo revestido de cera rija, branca, oval a retangular em vista dorsal, superfície rugosa e dividida em sete placas, atingindo até 9 mm de comprimento (tamanho médio de 4,0 mm de comprimento e 1,9 mm de largura) (GALLO *et al.*, 2002; PERONTI; SOUSA-SILVA, 2008) (4, 5). A distribuição geográfica no Brasil engloba Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul (PERONTI; SOUSA-SILVA; WILLINK, 2008). Essa cochonilha também pode ser encontrada nas culturas do araçazeiro (*Psidium cattleianum*), do caquizeiro (*Diospyrus kaki*) e da pitangueira (*Eugenia uniflora*).

Segundo a AGROFIT (2018), não há produtos químicos registrados para *Ceroplastes janeirensis* na cultura da jabuticabeira. Nesse caso, a instituição recomenda o manejo por meio da catação manual, do arranquio, do corte e da queima dos ramos atacados. Além disso, destaca que a pulverização com óleos emulsionáveis tem proporcionado resultados satisfatórios de controle.

A cochonilha *Saissetia discoides* [Hempel, 1900] [Hemiptera: Coccidae] é inseto sugador de seiva, encontrada em ramos, troncos e brotações (MANICA, 2000). Segundo esse autor, o ataque desse inseto enfraquece a planta e favorece o aparecimento da fumagina. A fêmea adulta da cocho-

nilha tem formato ovalado, 7 mm de comprimento, dorso avermelhado e rugoso. Ainda segundo o mesmo autor, o controle pode ser realizado por meio de pulverizações de óleos essenciais com inseticidas fosforados quando não houver frutos. Para a cultura da jabuticabeira, não há produtos registrados no AGROFIT (2018).

A coleobroca *Dorcacerus barbatus* [Oliv., 1790] (Coleoptera: Cerambycidae) é assim denominada, pois na fase larval constrói galerias longitudinais nos ramos da jabuticabeira, podendo destruí-los total ou parcialmente (6). Além disso, abre orifícios espaçados entre si para a eliminação da serragem, o que permite a entrada de microrganismos patogênicos à planta e à entrada de outros insetos (7) (GALLO *et al.*, 2002). As larvas desse inseto atacam, normalmente, plantas que apresentam alto teor de umidade (ZORZENON *et al.*, 2012). Essas larvas são brancas com, aproximadamente, 35 mm de comprimento (6) e empupam no interior da galeria que fazem, enquanto o adulto é besouro marrom de 30 mm de comprimento, com estrias, tarsos, peças bucais e bordos internos dos élitros amarelos (8), e aparece no verão, com maior incidência em outubro, novembro e dezembro (GARCIA; SILVA; PEREIRA, 1991-1992).

O manejo recomendado é a catação manual dos adultos, o corte e a queima dos ramos atacados. Também se recomenda a introdução de arame nos orifícios a fim de matar as larvas e pupas presentes. Não há produtos liberados para jabuticabeira, mas, quando esse inseto ataca a cultura da acerola, tem-se liberado o produto alfacipermetrina (piretroide) + teflubenzurom (benzoilureia), como modo de ação por contato e ingestão, medianamente tóxico (AGROFIT, 2018).

Insetos-praga associados às folhas

As formigas cortadeiras causam prejuízos cortando totalmente limbos foliares e ramos tenros das plantas e os transportam a seus ninhos para o cultivo de fungos simbiotes dos quais se alimentam. Quase todas as culturas são

atacadas e danificadas por essas formigas, que estão alocadas em dois gêneros: *Acromyrmex* (quenquéns) e *Atta* (saúvas) (9). Esses gêneros diferem entre si pelo fato de *Acromyrmex* apresentar quatro pares de espinhos no tórax e tamanho de até 10 mm, enquanto *Atta* apresenta três pares de espinhos no tórax e tamanho de até 15 mm (COSTA *et al.*, 2011; GALLO *et al.*, 2002). Devido à existência das várias colônias em uma área, da grande quantidade de indivíduos por saúveiro, da sua voracidade e do difícil manejo, as formigas cortadeiras tornaram-se o principal inseto-praga entre as culturas, afetando a produção final e acarretando em gastos intensos de controle (COSTA *et al.*, 2011). Especificamente na cultura da jabuticabeira, essas formigas cortam as folhas (10), reduzindo intensamente a área de fotossíntese (11) e, consequentemente, a produtividade.

Não há produtos recomendados para o controle de formigas cortadeiras na cultura da jabuticabeira (AGROFIT, 2018). No entanto, alguns produtos fitossanitários sintéticos são recomendados e liberados para o controle desses insetos em outras culturas, como fipronil, sulfluramida, clorpirifós, permetrina e metam-sódico. Alguns produtores de jabuticabeira aplicam óleos essenciais ou extratos vegetais (citronela, pitanga, citriodora, cravo, pimenta, dentre outros) para repelir ou controlar as formigas.

O besouro *Paraulaca dives* [Germ., 1824] (Coleoptera: Eumophidae) (12) é inseto-praga potencial da jabuticabeira e ocasiona danos que acarretam na perda de folhas e redução na capacidade fotossintética, afetando assim a produção. Segundo Gallo *et al.* (2002), esses insetos causam perfurações durante a alimentação, podendo provocar desfolha intensa em caso de ataque severo (13, 14).

Os adultos desse inseto, quando tocados, caem ao solo ou em ramos abaixo dos que estavam localizados, apresentando comportamento de tanatose, de modo que podem migrar para outra planta, dificultando o controle. Os adultos, que aparecem de outubro a dezembro, medem 10 mm de comprimento e apresentam coloração verde metálica brilhante e pernas marrons, enquanto as larvas vivem no solo e apresentam coloração parda (GALLO *et al.*, 2002).

Contudo, há poucos relatos da ocorrência de *P. dives*; houve relato em 2015, em guabirobeira, *Campomanesia xan-*

thocarpa (Myrtaceae) (12) no estado do Paraná (LUCKMANN *et al.*, 2015). Ainda assim, pouco se sabe sobre seus hábitos. Porém, um dos fatores que podem facilitar sua proliferação é a monocultura predominante na fruticultura, que, por sua vez, possui baixa diversidade de inimigos naturais. Além disso, não há registro de produtos para o controle desse inseto nas mais diversas culturas (AGROFIT, 2018).

Avaliação de danos de *Paraulaca dives*

Em razão dos poucos relatos da ocorrência de *P. dives* e, de acordo com o hábito e os danos causados por esse inseto, tornaram-se necessários estudos neste campo, além da busca de metodologias para o controle do inseto. Portanto, a elaboração da escala diagramática para avaliação de danos ocasionados por *P. dives* é relevante, pois é mecanismo que facilita a avaliação, conferindo maior precisão, acurácia e confiabilidade do resultado de severidade. Sendo assim, as escalas diagramáticas tornam-se ferramentas fundamentais para a quantificação dos danos provocados por insetos em espécies frutíferas, em especial de insetos que são pouco estudados.

Escala diagramática

Para a elaboração da escala diagramática foram coletadas 100 folhas ao acaso das jabuticabeiras no dia 20 de novembro de 2014 com diferentes níveis de severidade. Após a coleta das folhas, essas foram acondicionadas em potes plásticos e levadas ao Laboratório de Controle Biológico da UTFPR/DV. As folhas foram fotografadas no mesmo dia da coleta, com câmera semiprofissional (Canon® modelo DS126181), uma a uma, sobre papel milimetrado de área conhecida. As imagens obtidas foram armazenadas em microcomputador (Sony Vaio® modelo VOCEB32FM), conforme metodologia adaptada de Vieira Júnior *et al.* (2011).

Após a obtenção das imagens, estas foram analisadas com o auxílio do Software Image J®, por meio do qual as

imagens passaram por diferentes etapas de processamento, até serem reduzidas para obtenção do tamanho conhecido do pixel. A etapa seguinte foi de redução no número de cores, a fim de obter imagem com cor para as lesões e outra para o tecido sadio, culminando com a área em centímetros quadrados das lesões e a área total da folha, conforme metodologia adaptada de Alves e Nunes (2012).

Os valores mínimo e máximo de severidade obtidos nessas 100 folhas foram considerados, como limite inferior e superior de ataque encontrados nas folhas de jabuticabeira (15, 16), e representados nos níveis iniciais e finais da escala, respectivamente. Os níveis intermediários da escala foram determinados de acordo com a acuidade da visão humana definida pela lei do estímulo-resposta de Weber-Fechner (HORSFALL; BARRATT, 1945).

Validação da escala diagramática

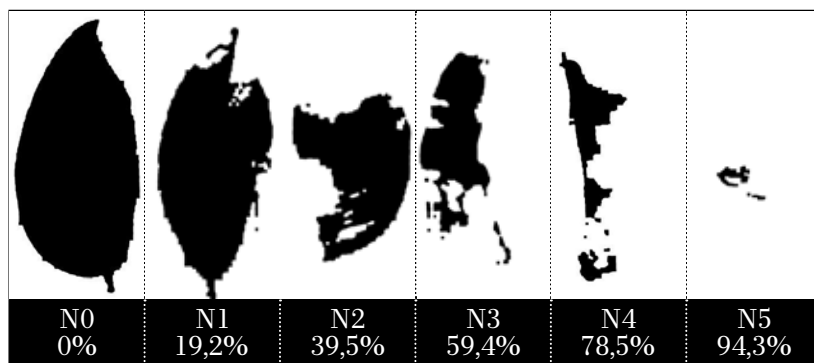
A validação da escala compreendeu a realização de duas avaliações correspondentes à severidade do ataque de *P. dives* com as 100 folhas de jabuticabeira coletadas, com diferentes níveis de severidade, as quais foram, posteriormente, apresentadas a dois grupos de avaliadores. Um grupo foi formado por cinco avaliadores com experiência na avaliação da severidade do ataque de insetos, e o outro, formado por cinco avaliadores que não apresentavam experiência alguma. Os dois grupos participaram do procedimento de validação da escala diagramática, conforme metodologia adaptada de Montes *et al.* (2012).

A primeira etapa da validação da severidade baseou-se nas imagens das folhas fotografadas, sem a utilização da escala diagramática. Já na segunda etapa, a avaliação da escala de severidade se deu por meio da utilização da escala diagramática proposta. Foram dadas notas de 0 a 5, de acordo com o grau de ataque, sendo que cada nota correspondeu ao valor da escala diagramática, ou seja, N0 (0%); N1 (19,2%); N2 (39,5%); N3 (59,4%); N4 (78,5%) e N5 (94,3%), com faixas de intervalo entre 0 a 19,1%; 19,2 a 39,4%; 39,5 a 59,3%; 59,4 a 78,4%; 78,5 a 94,2%; 94,3 a 100%, respectivamente.

Para a validação da escala utilizou-se a porcentagem (%) de acertos entre os valores reais e os estimados com e sem o auxílio da escala diagramática. Essas estatísticas foram utilizadas como avaliação de precisão e acurácia da escala proposta, permitindo a avaliação da discrepância dos valores estimados com o auxílio da escala em relação aos valores obtidos pela determinação digital das imagens.

A escala diagramática foi elaborada com seis níveis de severidade, tendo como limites inferior e superior os valores de 0% e 94,3% de área lesionada, respectivamente (17), com faixas de intervalo entre 0 a 19,1%; 19,2 a 39,4%; 39,5 a 59,3%; 59,4 a 78,4%; 78,5 a 94,2%; 94,3 a 100%. A escala foi obtida com base na frequência em cada nível de severidade que ocorreu dentro da coleta de 100 folhas, e sobre este foi aplicado o conceito da Lei da acuidade visual de Weber-Fechner (HORSFALL; BARRATT, 1945).

Os resultados do teste de validação da escala diagramática realizada com avaliadores treinados e não treinados foram apresentados em (18), na qual o valor mais próximo de 1 corresponde ao avaliador mais acurado e o valor mais próximo de zero indica o menos acurado.



(17) Escala diagramática para avaliação de severidade (% da área foliar afetada), de ataque de *Pa. dives* em folhas de *Pl. cauliflora*. As notas da escala variam de 0 a 5, em que 0 representa: ausência de lesões; 1: 0,1 a 19,1% de área com lesões; 2: 19,2 a 39,5% de área com lesões; 3: 39,6 a 59,4% de área com lesões; 4: 59,5 a 78,5% de área com lesões; 5: 78,6 a 94,3% de área com lesões.

AVALIADORES													
TREINADOS							NÃO TREINADOS						
	1	2	3	4	5	Média	6	7	8	9	10	Média	Média geral
S/ Escala	0,64	0,52	0,60	0,67	0,40	0,57	0,40	0,62	0,36	0,42	0,58	0,48	0,52
C/ Escala	0,66	0,62	0,61	0,68	0,41	0,60	0,86	0,94	0,52	0,80	0,67	0,76	0,68

(18)^I Acurácia (%) de avaliadores, treinados e não treinados, com e sem o uso da escala diagramática de severidade, para o ataque de *P. dives* em folhas de *Pl. cauliflora*.

Na avaliação de danos *P. dives* em folhas de *P. cauliflora*, verificou-se que os avaliadores treinados obtiveram resultados próximos na comparação entre a atribuição de suas notas utilizando-se a escala diagramática proposta e sem a utilização desta. Sem o uso da escala, o avaliador treinado número 1 teve precisão de 0,64 folhas, ou seja, 64% das 100 folhas analisadas e, quando da utilização da escala diagramática, apresentou 66% de precisão da severidade de danos das folhas analisadas. Do mesmo modo ocorreu com os outros avaliadores, que tiveram maior precisão e acurácia com o uso da escala diagramática.

Por sua vez, os avaliadores não treinados tenderam a subestimar o valor de severidade real das lesões ocasionadas por *P. dives* nas avaliações sem o uso da escala. Porém, com o auxílio da escala diagramática, esses avaliadores, sem experiência, melhoraram sua precisão. O avaliador não treinado número 6 teve 40% de acertos sem a utilização da escala e 86% com seu uso. Assim também ocorreu com os demais avaliadores não treinados, cujos maiores acertos foram com o uso da escala diagramática.

I Fonte: Autoria própria.

Nota: A validação da escala diagramática foi elaborada por meio de notas visuais atribuídas de 0 a 5 baseadas na escala.

Em (19), observam-se os valores de acertos dos avaliadores treinados e não treinados de cada nota atribuída aos danos ocasionados às folhas de *P. cauliflora* por *P. dives*.

Com a utilização da escala diagramática, o avaliador treinado número 1 teve precisão de 0,96 ao classificar as folhas com a Nota 0, ou seja, das folhas pré-classificadas com Nota 0, esse avaliador teve 96% de acertos. Os demais avaliadores treinados também obtiveram boa precisão e acurácia com a utilização da escala diagramática proposta. Com os avaliadores não treinados, as notas atribuídas mostram boa precisão e acurácia, porém com precisão menor do que a observada nos avaliadores treinados, fator relacionado à experiência.

NOTA	TREINADOS					NÃO TREINADOS				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0,96	1,00	0,56	0,96	0,83	0,90	0,76	0,83	0,73	0,96
1	0,90	0,96	0,64	0,87	0,67	0,54	0,70	0,64	0,90	0,96
2	0,81	0,86	0,40	0,59	0,40	0,59	0,27	0,31	0,40	0,77
3	0,71	0,85	0,42	0,57	0,71	0,14	0,14	0,42	0,42	0,57
4	0,33	0,83	0,16	0,66	1,00	0,50	0,00	0,66	0,33	0,83
5	1,00	1,00	0,50	1,00	0,25	0,00	1,00	0,25	0,75	1,00

(19)^{II} Acertos dos avaliadores treinados e não treinados com a utilização da escala diagramática para cada nota de dano de severidade provocado por *P. dives* em *P. cauliflora*.

II Fonte: Autoria própria.

Desse modo, os resultados da determinação de severidade demonstraram ganho significativo na acurácia da avaliação tanto para os avaliadores treinados quanto para os não treinados, pois observou-se que, sem a utilização da escala diagramática elaborada, ocorreram erros na quantificação da severidade dos danos ocasionados por *P. dives*, o que pode levar, em médio e longo prazo, à perda de produção, ao aumento de custos com inseticidas e mão de obra, dentre outros problemas. Assim, as análises dos avaliadores, com e sem o auxílio da escala diagramática, demonstraram que a escala foi efetiva para aumentar a acurácia e precisão na avaliação das perdas foliares em jabuticabeiras provocadas por *P. dives*.

Assim, é importante salientar a necessidade da elaboração de escalas diagramáticas para estimar a perda e/ou lesão foliar provocada por vários fatores, como os insetos. Ressalta-se que esse procedimento poderá facilitar levantamentos de campo, com menores gastos de tempo e pessoal, auxiliando na decisão de controle de insetos e minimizando custos de pulverizações.

Insetos-praga associados a flores e frutos

O pulgão *Toxoptera aurantii* [Boyer de Fonsc., 1841] (Hemiptera: Aphididae) é inseto sugador, de coloração verde-escura a marrom, com presença de sifúnculo, de 1,0 a 1,5 mm de comprimento; os machos são ápteros, enquanto as fêmeas podem ser aladas (GALLO *et al.*, 2002). Esse pulgão suga a seiva dos frutos novos (20, 21), que ficam retorcidos e com má-formação (GALLO *et al.*, 2002), prejudicando seu desenvolvimento e sua qualidade. Ainda segundo os autores, *T. aurantii* também está associado às folhas novas e brotações (22, 23), ocasionando folhas retorcidas e deformadas, devido à sucção de seiva. A liberação de *honeydew*, durante este processo de alimentação, atrai formigas, que mantêm relação interespecífica com esses pulgões, denominada esclavagismo (24). Apesar de ser chamado de pulgão-pre-

to ou pulgão-do-citros, esse inseto tem sido encontrado em jabuticabeiras em várias partes do Brasil (AGROFIT, 2018; GALLO *et al.*, 2002).

Não há produtos liberados e registrados para o seu controle (AGROFIT, 2018), mas a ocorrência de chuvas fortes contribui para a redução da sua população. Recomenda-se a pulverização de óleo de neem, com concentração entre 0,7 a 1,0% nas áreas de foco.

As moscas-das-frutas (25, 26, 27) *Anastrepha fraterculus* [Wied., 1830], *Anastrepha obliqua* [Macquart, 1835] (Diptera: Tephritidae) e *Ceratitis capitata* [Wied., 1824] são semelhantes em morfologia e hábitos, com a fêmea adulta pousando sobre os frutos e fazendo a postura, em especial nas frutas expostas ao sol (GALLO *et al.*, 2002). Desses ovos, eclodem larvas ápodas, brancas, vermiformes e de corpo liso. Já no interior dos frutos da jabuticabeira, de cuja polpa se alimentam, podem destruí-los completamente. Ainda segundo Gallo *et al.* (2002), as moscas-das-frutas estão entre os principais insetos-pragas de importância econômica no Brasil por causarem danos diretos no produto comercializado (28). Segundo Uramoto (2002), locais com pomares de jabuticabeira apresentam alto índice de *A. fraterculus*, em especial nos meses de setembro, quando ocorre a frutificação.

A presença de mosca-das-frutas na jabuticaba é fator limitante para sua exportação, sendo necessário tratamento quarentenário para entrar em vários países. Não há produtos liberados e registrados para a cultura da jabuticabeira; no entanto, para culturas da macieira, citros, nectarineira, pessegueiro, nespereira, mangueira, pereira e marmeleiro, são recomendados organofosforados, piretroides e spinosinas (AGROFIT, 2018). Em algumas culturas, recomenda-se a técnica do macho estéril, a qual consiste em liberar no ambiente pupas de machos estéreis (método autocida). A utilização de feromônios associados a armadilhas para o controle de *Ceratitis capitata* também é método recomendado pelo AGROFIT (2018) e bastante utilizado, enquanto o frasco caça-mosca com atrativo alimentar é ainda pouco utilizado entre os pequenos e médios produtores, além dos agricultores familiares. Recomenda-se que o frasco caça-moscas em uso, fabricado com Politereftalato de Etileno (PET®), seja substituído a cada três meses, dependendo dos

cuidados no manuseio e desde que seja lavado com água a cada inspeção para retirar o resíduo de solução atrativa antes de substituí-la por nova solução (AGUIAR-MENEZES *et al.*, 2006). Ademais, deve-se observar se o frasco mantém sua transparência, caso contrário, a substituição é recomendada. A solução atrativa a ser utilizada pode ser proteína hidrolisada, adquirida em sites e lojas especializadas, ou ainda de produção caseira, à base de sucos naturais de laranja ou cana-de-açúcar.

Aguiar-Menezes *et al.* (2006) indicam que, em pomares comerciais com talhões homogêneos (única espécie frutífera), as armadilhas devem ser instaladas nas plantas da periferia do pomar, podendo ser distanciadas de 50 a 200 m, dependendo do tamanho do talhão. Dessa forma, instalando as armadilhas na periferia do pomar, essas interceptam as moscas oriundas de outras espécies cultivadas ou nativas, diminuindo sua entrada.

A abelha-cachorro ou irapuá (*Trigona spinipes*) [Fabr, 1793] (Hymenoptera: Apidae) pode atacar as flores (29), prejudicando a frutificação, e, juntamente com outros tipos de vespas (30, 31), atacar os frutos maduros, perfurando-os (GALLO *et al.*, 2002). Segundo esses mesmos autores, essas perfurações servem como porta de entrada para microrganismos, que podem causar a podridão do fruto, e para outros insetos, que também a utilizarão como alimento e/ou abrigo. Ainda, o adulto apresenta coloração preta, medindo de 5 a 7 mm de comprimento. As abelhas-cachorros constroem seus ninhos, comumente, no alto de árvores e, para isso, utilizam as fibras dos vegetais. Não há produtos liberados para a utilização em pomares de jabuticabeira, porém recomenda-se a destruição dos ninhos (AGROFIT, 2018).

O gorgulho-da-jabuticabeira (*Conotrachelus myrciariae*) [Marsch., 1929] (Coleoptera: Curculionidae) alimenta-se da polpa e da semente da jabuticaba, eliminando os excrementos pelo orifício de entrada (GALLO *et al.*, 2002). Esse gorgulho é um besouro de 5 mm de comprimento, marrom-claro, de élitros estriados e cerdas amarelas. As larvas são de coloração branca, ápodas, com aproximadamente, 9 mm de comprimento, as quais deixam os frutos e empupam no solo (GALLO *et al.*, 2002). O manejo recomendado consiste em recolher os frutos infestados e destruí-los.

Ínimos naturais de insetos presentes na jabuticabeira

A jabuticabeira é espécie nativa do Brasil, bem como muitos dos insetos-praga a ela relacionados, o que contribui para a presença de inimigos naturais, os quais são encontrados predando ou parasitando esses insetos. Dentre os grupos, destacam-se neste capítulo as joaninhas predadoras, os crisopídeos e os parasitoides.

As joaninhas predadoras são besouros da família Coccinellidae, com destaque à *Cycloneda sanguinea* [L., 1763] (32, 33) e *Scymnus* sp. (34). Esses insetos são predadores vorazes, tanto na fase larval quanto na fase adulta, e vivem em diversos ambientes, alimentando-se de pulgões, moscas-brancas, ácaros, cochonilhas, ovos de algumas espécies de Lepidoptera e Hemiptera (CULIK; VENTURA; MARTINS, 2016; HARTERREITEN-SOUZA *et al.*, 2011; SOUZA FILHO; COSTA; PAZINI, 2004).

Cycloneda sanguinea é espécie abundante no Brasil, encontrada em diversas culturas. Essa joaninha apresenta metamorfose completa (holometabolía), a qual passa pelas fases (estágios) ovo, larva, pupa e adulta. Os ovos são de coloração amarela, as larvas escuras com pontos amarelados (32), a pupa é vermelho-alaranjada com pontos escuros, e os adultos são vermelhos, sem manchas nas asas (élitros), porém com duas manchas brancas na região da cabeça (33) (HARTERREITEN-SOUZA *et al.*, 2011).

O crisopídeo (*Chrysoperla externa*) [Hagen, 1861] (Neuroptera: Chrysopidae), também conhecido como bicho-lixeiro (34, 35), é predador ativo e se alimenta de pulgões, ácaros, moscas-branca, psilídeos, tripes e ovos de diversas espécies de lepidópteros e coleópteros (FREITAS, 2002). Uma larva de crisopídeo pode consumir entre 200 e 500 pulgões e até 1.500 ovos de mariposas e borboletas durante seu desenvolvimento, enquanto os adultos alimentam-se de substâncias açucaradas produzidas por plantas ou por insetos (*honeydew*), mas também podem ser predadores (FREITAS, 2002; HARTERREITEN-SOUZA *et al.*, 2011; SOARES; NASCIMENTO; SILVA, 2007). Os insetos são holometábolos, os ovos possuem coloração esbranquiçada, suspensos por

pedúnculo fino e alongado, as larvas têm formato alongado, ágeis, e suas mandíbulas são arqueadas e robustas, sendo os adultos reconhecidos por possuírem coloração esverdeada, olhos acobreados, asas membranosas e transparentes, com nervuras evidentes (FREITAS, 2002; HARTERREITEN-SOUZA *et al.*, 2011; SOARES; NASCIMENTO; SILVA, 2007).

Os parasitoides que ocorrem naturalmente em pomares, parasitando principalmente pulgões, são da ordem Hymenoptera, família Braconidae. Os adultos são pequenas vespas, cujas fêmeas colocam seus ovos, individualmente, dentro do corpo dos pulgões, e, de cada ovo, eclode uma larva do parasitoide, a qual consome o pulgão por dentro e ali mesmo empupa. Desta pupa emerge o parasitoide adulto, que sai do corpo do pulgão pelo orifício. Com o desenvolvimento das larvas do parasitoide, os pulgões são mortos, e seu exoesqueleto fica com aparência de múmia (36) (SALVADORI; SALLES, 2002).

Insetos polinizadores e visitantes florais também são frequentes na cultura da jabuticabeira e em culturas adjacentes a esta. No entanto, há poucos estudos sobre a ocorrência dos mesmos, a dinâmica populacional e a interação destes com a cultura. De modo geral, há escassez de relatos, estudos e pesquisas sobre os insetos presentes e relacionados à cultura da jabuticabeira, mesmo com todo o potencial dessa cultura no Brasil.

Prancha 1: Insetos-praga associados às raízes, caule e ramos



(1) Adulto de *Timocratica albella**.



(2)^{AJ} Cochonilha em folhas de jabuticabeira.



(3)^{AJ} Fumagina em folhas de jabuticabeira.



(4)^{AJ} Cochonilha *Ceroplastes* sp.

* Fonte: Museu...(2021b).



(5)^{AJ} Cochonilha *Ceroplastes* sp.



(6)^{IC} Larvas de *Dorcacerus barbatus* e galerias em tronco de jabuticabeira ocasionadas pelas larvas.



(7)^{IC} Sintomas externos do ataque de *D. barbatus* em jabuticabeiras.



(8) Adulto de *D. barbatus*.**

** Fonte: Museu...(2021a).

Prancha 2: Insetos-praga associados às folhas



(9)^{CN} Formiga cortadeira *Atta sp.*



(10)^{CN} Adulto de *Atta sp.* carregando folhas de jabuticabeira.



(11)^{AJ} Danos de *Atta sp.* em jabuticabeira.



(12)^{AJ} Adulto de *Paraulaca dives*.



(13)^{AJ} Adulto de *P. dives* em jabuticabeira.



(14)^{AJ} *P. dives* e danos causados em folhas de jabuticabeira.

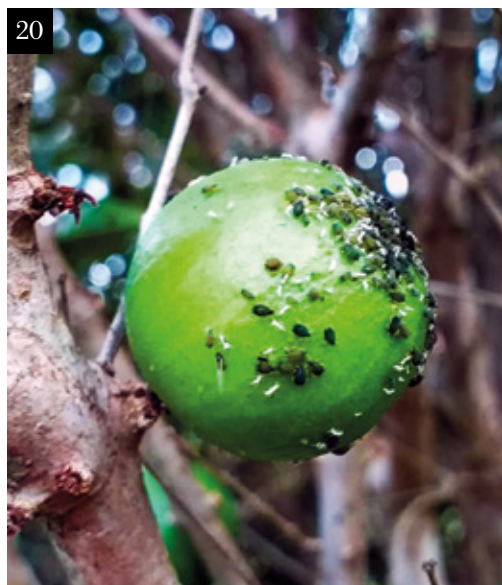


(15)^{MP} Valor mínimo de severidade de ataque de *P. dives* – Limite inferior de ataque (0,0%).



(16)^{LS} Valor máximo de severidade de ataque de *P. dives* – Limite superior de ataque (94,32%).

Prancha 3: Insetos-praga associados às flores e aos frutos



(20, 21)^{AJ} *Toxoptera aurantii* em fruto da jabuticabeira.

Prancha 3: Insetos-praga associados às flores e aos frutos



(22, 23)^{AJ} *Toxoptera aurantii* em folhas de jabuticabeira.



(24)^{AJ} Relação de escravagismo entre formigas e *T. aurantii* em jabuticabeira.



(25)^{AJ} Mosca-das-frutas e *Apis mellifera*.



(26, 27)^{MP} Moscas-das-frutas *Anastrepha* sp.



(28)^{AJ} Sintomas de danos causados por mosca-das-frutas.



(29)^{AJ} Abelha-cachorro em flor de jabuticabeira.



(30, 31)^{AJ} Vespas associadas aos frutos de jabuticabeira.

Prancha 4: Inimigos-naturais de insetos presentes na jabuticabeira



32

(32)^{AJ} Larva de *Cycloneda sanguinea*.



33

(33)^{AJ} Adulto de *Cycloneda sanguinea* carregando folhas de jabuticabeira.



34

(34)^{AJ} Larva de *Scymnus sp.*

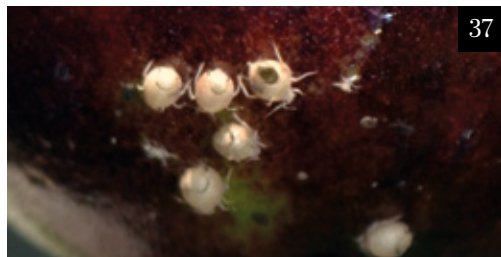


35

(35)^{AJ} Larva de crisopídeo (Neuroptera).



36



37

(36, 37)^{AJ} Múmias de afídeos com sinais de emergência de parasitoide.

Considerações finais

A cultura da jabuticabeira é acometida por insetos-praga tanto nas raízes quanto no caule, nos ramos, nas folhas, nas flores e nos frutos. Nos últimos anos, as folhas têm sofrido ataque intenso do besouro desfolhador, *P. dives*, enquanto os frutos, especialmente os lesionados, têm sofrido ataque severo de moscas-das-frutas.

O fato da jabuticaba não ser fruto usualmente comercializado *in natura*, faz com que o controle de insetos-praga acabe sendo negligenciado nessa cultura. Entretanto, observa-se a presença constante de inimigos naturais que exercem o importante papel de controladores de insetos.

Apesar desse importante papel dos inimigos naturais, muitas vezes a atuação deles não é suficiente para controlar um determinado inseto. Assim, estratégias para minimizar esses danos são essenciais, como o desenvolvimento de escalas diagramáticas de danos, bem como estratégias e implementação de métodos de controle biológico e alternativo a fim de manter a produtividade, com estratégias mais sustentáveis e seguras para o agroecossistema.◉

CRÉDITO 2-5; 11-14; 20-25; 28-37: ^{AJ} Américo Wagner Júnior.
FOTOGRAFICO: 6; 7: ^{IC} Idemir Citadin.
9; 10: ^{CN} Carlos Koserá Neto.
15; 25; 26: ^{MP} Michele Potrich.
16: ^{LS} Luma Dalmolin Stenger.

Referências

AGROFIT. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2018. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 8 jan. 2021.

AGUIAR-MENEZES, E. L. *et al.* Armadilha PET para captura de adultos de moscas-das-frutas em pomares comerciais e domésticos. **Circular Técnica 16 Embrapa**, Rio de Janeiro, p. 1-8, dez. 2006.

ALVES, S. A. M.; NUNES, C. C. Metodologia para elaboração de escalas diagramáticas para avaliação de doenças em plantas. **Comunicado Técnico 120 Embrapa**, Bento Gonçalves, p. 1-6, jul. 2012.

COSTA, E. C. *et al.* **Entomologia Florestal**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. Jaboticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 343-656, 2010.

CULIK, M. P.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S. Range expansion of the invasive insect *Greenidea (Trichosiphon) psidii* (Hemiptera: Aphididae) in the Neotropical Region. **Springer Plus**, [s. l.], v. 5, n. 734, 2016.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. *In*: PARRA, J. R. P. *et al.* **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 209-219.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2010. v. 10.

GARCIA, A. H.; SILVA, V. L.; PEREIRA, E. A. Flutuação populacional de *Dorcacerus barbatus* (Olivier, 1970) coleoptera: cerambycidae em pomar de jaboticabeira. **Anais Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v. 21-22, n. 1, p. 17-25, 1991-1992. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/12565?mode=full>. Acesso em: 8 jan. 2021.

HARTERREITEN-SOUZA, E. S. *et al.* **Predadores e parasitóides: aliados do produtor rural no processo de transição agroecológica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011.

HORSFALL, J.; BARRATT, R. W. An improved grading system for measuring plant diseases. **Phytopathology**, [s. l.], v. 35, n. 8, p. 655, 1945.

KONDO, T.; GULLAN, P. J.; COOK, L. G. A review of the genus *Capulinia Signoret* (Hemiptera: Coccoidea: Eriococcidae) with description of two new species. **Zootoxa**, Auckland, v. 4111, n. 4, p. 471-491, 2016.

LUCKMANN, D. *et al.* Ocorrência de *Paraulaca dives* (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Campomanesia xanthocarpa* (Myrtaceae), no estado do Paraná, Brasil. **Applied Research & Agrotechnology**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 99-103, 2015.

MANICA, I. **Frutas nativas, silvestres e exóticas I: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000.

MONTES, S. *et al.* Avaliação de danos de adultos de *Costalimaita ferruginea* (Fabricius) (Col.: Chrysomelidae) em *Eucalyptus spp.* na região de Presidente Prudente, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 3, p. 431-435, jul./set. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572012000300017. Acesso em: 8 jan. 2021.

MUSEU ENTOMOLÓGICO - ESALQ. [Cerambycidae]. 2021a. Coleção de insetos. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/me/fotos/Coleoptera/Cerambycidae/Cerambycinae/1279.jpg>. Acesso em: 15 mar. 2022.

MUSEU ENTOMOLÓGICO - ESALQ. [Elachistidae]. 2021b. Coleção de insetos. Disponível em: <http://www.lea.esalq.usp.br/me/fotos/Lepidoptera/Elachistidae/3868.jpg.1234>. Acesso em: 15 mar. 2022.

PERONTI, A. L. B. G.; SOUSA-SILVA, C. R.; WILLINK, M. C. G. Revisão das espécies de *Ceroplastinae Atkinson* (Hemiptera, Coccoidea, Coccidae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, [s. l.], v. 52, n. 2, p. 139-181, jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbent/v52n2/a01v52n2.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2021.

SALVADORI, J. R.; SALLES, L. A. B. Controle Biológico dos pulgões do trigo. *In*: PARRA, J. R. P. *et al.* (ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo: Manole, 2002. p. 427-447.

SOARES, J. J.; NASCIMENTO, A. R. B.; SILVA, M. V. Informações sobre *Chrysoperla externa*. **Documentos 175 Embrapa**, Campina Grande, dez. 2007.

SOUZA FILHO, M. F.; COSTA, V. A.; PAZINI, W. C. Manejo integrado de pragas na cultura da manga. *In*: ROZANE, D. E. *et al.* **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: UFV, 2004. p. 339-376.

URAMOTO, K. **Biodiversidade de moscas-das-frutas do gênero *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) no campus Luiz de Queiroz**. 2002. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

VIEIRA JÚNIOR, J. R. *et al.* **Elaboração de escala diagramática de severidade para o bicho-mineiro do cafeeiro**. Porto Velho: Embrapa, 2011.

ZORZENON, F. J. *et al.* Principais pragas na arborização urbana III: insetos broqueadores (brocas). **Instituto Biológico**, São Paulo, n. 171, 27 mar. 2012. Disponível em: <http://repositoriobiologico.com.br/jspui/bitstream/123456789/300/2/Principais%20pragas%20na%20arboriza%C3%A7%C3%A3o%20urbana%20III%20%20Insetos%20Broqueadores%20brocas.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2021.

DOENÇAS EM JABUTICABEIRA

Sérgio Miguel Mazaró

Maira Cristina Schuster Russiano

Mycheli Preuss da Cruz

Introdução

A jabuticabeira é uma fruteira nativa com inúmeras possibilidades de exploração econômica e expansiva distribuição territorial, porém ainda há limitados relatos na literatura científica sobre doenças que acometem suas culturas. Nesse sentido, esse capítulo busca abordar as principais doenças da cultura de jabuticabeiras, bem como sugestões para seu controle.

◉ **Ferrugem – *Puccinia psidii***

É considerada a doença mais importante desta cultura, com registro de infecções em várias regiões brasileiras. As ferrugens são assim denominadas em função das lesões amareladas e de aspecto ferruginoso que aparecem nos hospedeiros atacados. Além da jabuticabeira, este fun-

go ataca diversas espécies da família Myrtaceae, como araçazeiro, pitangueira, cerejeira da mata, goiabeira, uvaieira, entre outros, bem como apresenta a capacidade de infectar Myrtaceae não nativas, como é o caso do *Eucalyptus spp.* (ZAUZA *et al.*, 2010; KIMATI *et al.*, 2005).

Puccinia psidii Winter foi constatado no Brasil, primeiramente, sobre o eucalipto por Joffly (1944). O pesquisador observou a presença de urediniósporos sobre folhas de mudas de *Eucalyptus citriodora*. O fungo *P. psidii* foi descrito pela primeira vez no estado de Santa Catarina, em 1884, por George Winter, como agente causador de ferrugem em goiabeira – *Psidium guajava* (KIMATI *et al.*, 2005).

Com relação às Myrtaceae frutíferas cultivadas, o patógeno causa enormes prejuízos, levando a perdas que oscilam entre 40 e 100% da produção, dependendo do nível de adoecimento. A infecção pode surgir nos frutos jovens, que, ao serem atacados, acabam por mumificar, adquirindo coloração negra e consistência coriácea (SILVEIRA, 1951).

Sintomas

Os sintomas da doença ocorrem inicialmente nas folhas (1), gemas e caule; também em botões florais, flores e, principalmente, em frutos, podendo ocorrer na fase de frutos jovens, em maturação e sobrematuros (2, 3).

A primeira manifestação de ferrugem é o aparecimento de pequenas pontuações verde-claras ou amareladas e necróticas, que posteriormente evoluem para manchas circulares de maior diâmetro e coloração amarela intensa. Essas manchas tornam-se recobertas por uma densa massa pulverulenta amarelada viva, constituída pelos esporos do fungo, estruturas reprodutivas responsáveis pela doença (4). Com o passar do tempo, a massa amarela de esporos desaparece, sendo substituída por lesões rugosas e de coloração marrom, normalmente apresentando rachaduras (AMORIM *et al.*, 2011).

Em condições favoráveis à doença, é comum a morte do limbo, resultando na perda de tecido, morte e queda da folha. Nas flores e nos botões florais, os sintomas são semelhantes, e, quando atacados pela ferrugem na fase inicial do seu desenvolvimento, podem levar à perda parcial ou total da produção (MARTINS *et al.*, 2011).

Os frutos são intensamente atacados pelo fungo desde seus primeiros estágios, causando a queda, rachaduras (5) e até grandes perdas de produção. Os frutos atacados que permanecerem na planta serão porta de entrada para vários microrganismos secundários, responsáveis entre eles por outras doenças relevantes para essa cultura, as podridões pós-colheita (MARTINS *et al.*, 2011).

(1)^{AJ} Folhas e ramos de jabuticabeira híbrida infectados com ferrugem.

AJ Fotografia: Américo Wagner Júnior.





2



3

(2, 3) ^{AJ} Sintomas de ferrugem em jaboticabas híbridas verdes, maduras e sobrematuras.



(4)SM Sintomas da ferrugem em jaboticabas (massa pulverulenta).

(5)SM Frutos jovens com sintomas de rachaduras devido ao ataque severo de ferrugem.

SM Fotografia: Sérgio Miguel Mazaro.



Etiologia

O agente causal desta doença é o fungo *Puccinia psidii*, pertencente ao filo Basidiomycota, classe Urediniomycetes, família Pucciniaceae. Os fungos representantes da ordem Uredinales apresentam alta especificidade em relação aos seus hospedeiros, sendo capazes de infectar grande número de plantas vasculares, cultivadas ou silvestres. Atuam como parasitas obrigatórios (biotróficos) e não apresentam fase saprofítica no seu ciclo vital (KIMATI *et al.*, 2005).

Puccinia psidii produz dois tipos de esporos: uredósporos e teliósporos. Os uredósporos se formam durante a fase favorável ao desenvolvimento do fungo, apresentam formato globoso, elíptico, piriformes e angulosos (6). Já os teliósporos são de ocorrência mais rara, formando-se em condições desfavoráveis ao patógeno, frequentemente nos mesmos poros onde se formam os uredósporos, sendo bicelulares, de forma variável, elípticos ou oblongo-ovais (KIMATI *et al.*, 2005).

Controle

As medidas de controle podem ser consideradas preventivas e curativas. Como medida preventiva, deve ser considerado o triângulo de doenças: patógeno, ambiente e hospedeiro. Nesse sentido, considerando que não foram descritos genótipos resistentes, as medidas devem estar relacionadas ao ambiente e às características do patógeno (AMORIM *et al.*, 2011).

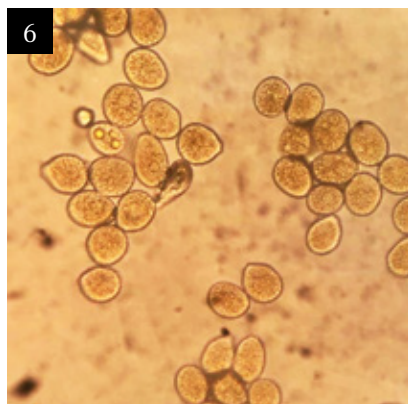
Como o patógeno é biotrófico, a origem do inóculo inicial é algo que deve ser considerado, como a presença de plantas hospedeiras intermediárias. Em relação ao ambiente, as ferrugens desenvolvem-se em ampla faixa de temperatura. No entanto, preferem condições de umidade relativas às do ar, mais elevadas (KIMATI *et al.*, 2005).

Nesse sentido, os microclimas constituídos por copas densas e plantas sombreadas propiciam o desenvolvimento da doença.

Sendo assim, como medidas preventivas, sugere-se:

- A. eliminação de frutos com sintomas de doenças;
- B. poda e, conseqüentemente, promoção de condições de arejamento e boa insolação;
- C. retirada de plantas que promovem sombreamento constante;
- D. roçadas periódicas no pomar;
- E. arejamento do pomar por meio de ampliação dos espaçamentos;
- F. tratamento de inverno com o uso de calda sulfocálcica;
- G. pulverização preventiva com fungicidas ou caldas cúpricas.

É importante que, antes da aplicação da calda sulfocálcica, efetue-se a limpeza mecânica do tronco e dos ramos, eliminando frutos mumificados que servirão de fonte de inóculo de doenças. Tal limpeza pode ser feita com uma escova com cerdas macias, cuidando para não danificar o ramo (7, 8, 9), pois podem torná-lo improdutivo.



(6)SM Visão microscópica de uredósporos de *Puccinia psidii*.

JABUTICABEIRAS



(7) SM Frutos de jabuticabeira mumificados.

(8) SM Limpeza e retirada dos frutos mumificados.

(9) SM Tronco após limpeza.

A calda sulfocálcica, com composição à base de enxofre, pode ser adquirida comercialmente e suas concentrações estão dispostas em (10).

CONCENTRAÇÃO ORIGINAL (°BAUMÉ)	CONCENTRAÇÃO A PREPARAR (°BAUMÉ)								
	4°	3,5°	3°	2°	1,5°	1°	0,8°	0,5°	0,3°
30°	8,2	9,5	11,3	17,7	24	36,5	46	74	129
25°	6,4	7,4	8,9	13,9	18,9	29	36	59	101
20°	4,7	5,5	6,6	10,5	14,4	22	28	45	77

L DE ÁGUA ADICIONADOS PARA CADA L DE CALDA

(10) ^I Representação das diluições necessárias para chegar às concentrações de calda desejadas.

I Fonte: Capa (2016).

Recomenda-se aplicar a calda sulfocálcica no período de inverno ou quando não existirem flores e frutos, tendo em vista que a concentração recomendada não deve ultrapassar 1 °Baumé. Concentrações elevadas associadas com altas temperaturas podem causar fitotoxicidade.

Após o uso da calda sulfocálcica, respeitando um intervalo mínimo de 30 dias, deve-se iniciar o uso da calda bordalesa como medida preventiva e curativa.

As medidas curativas possuem eficiência quando utilizadas no momento de baixa incidência da doença e na fase inicial da infecção (II). Já em altas infecções, as medidas curativas não são eficientes (4). Para tanto, recomenda-se a aplicação de caldas cúpricas, sendo mais utilizada a calda bordalesa, devendo ser aplicada em intervalos quinzenais e reduzido para semanais quando coincidir com períodos chuvosos.

A calda bordalesa é a principal calda aplicada de forma preventiva e curativa na cultura. Tem sua composição baseada na mistura de solução de sulfato de cobre ou oxalato de cobre em suspensão de cal. De modo geral, a calda bordalesa é empregada no período vegetativo na concentração de 0,5 a 1%, dependendo do estágio fenológico. Em período de flores e frutos jovens, a concentração deve ser de 0,5%; já na presença de frutos verdes e próximos da maturação, a concentração deve ser elevada para 1%.

Como são produtos de contato, a aplicação deve preconizar uma boa cobertura dos ramos, folhas e frutos. Tanto para a calda bordalesa quanto para a sulfocálcica, recomenda-se a aplicação com temperaturas inferiores a 25 °C e com umidade relativa do ar acima de 65%.

As caldas são pouco tóxicas, mas deve-se usar os equipamentos de proteção individual (macacão, luvas, óculos, máscara e botas) nas pulverizações, além de lavar bem o produto pulverizado antes de ser consumido.

Apesar da efetividade das caldas bordalesa e sulfocálcica, produtos comerciais à base de oxicloreto de cobre ou hidróxido de cobre vêm sendo utilizados na substituição delas.



(11)SM Baixa incidência de infecção de ferrugem em jaboticabas verdes, com flores e frutos jovens saudáveis.

◉ Podridão de fruto

Outra doença de importância agrônômica na cultura da jaboticabeira é a podridão de frutos, estando associada a diversos gêneros de fungos – entre eles, *Colletotrichum*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* e *Cladosporium* –, que podem afetar os frutos no campo, porém a maior incidência é na pós-colheita. Tais fungos atingem diversas culturas e geralmente estão associados a danos nos frutos e condições inadequadas de armazenamento (AGRIOS, 2005).

Os mais típicos agentes causais de podridões de frutos pertencem ao gênero *Rhizopus*, os quais apresentam habilidades saprofíticas, produzindo esporos resistentes que sobrevivem por longos meses, tendo ocorrência no ar, no solo, em matéria orgânica e em órgãos senescentes. O principal agente bacteriano associado a podridões mole é a espécie de *Pectobacterium carotovorum* (também descrito como *Erwinia carotovora*). Essa bactéria é gram-negativa e vive no solo, como saprofítica, podendo afetar dezenas de espécies vegetais.

Tais podridões podem estar latentes no pomar, mas ao modificar o ambiente de armazenamento dos frutos, propiciar condições favoráveis aos patógenos, surgem os sintomas de infecções (12).

A porta de entrada para os fungos está associada aos ferimentos nos frutos, provocados por alta severidade da ferrugem, ou de insetos como formigas, vespas e até mesmo abelhas (13-17).



(12) ^{AJ} Sintomas de podridão pós-colheita em jabuticabas durante armazenamento em ambiente modificado.

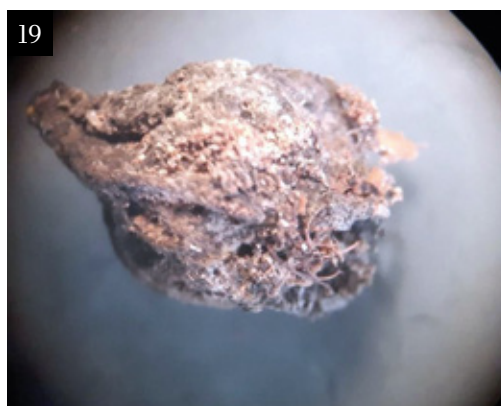
(13, 14, 15) SM Dano em fruto causado por vespas.

(16) ^{AJ} Jabuticaba com presença de abelhas.

(17) SM Vespa e formiga atacando fruto verde de jabuticaba.

Sintomas

Os sintomas podem variar de características moles e aquosas até secas, podendo levar à mumificação dos frutos (18, 19). Em geral, na fase inicial de infecção, ocorre o recobrimento do fruto por uma camada micelial, variando de aspecto e coloração em função do patógeno. Os frutos contaminados apresentam perda da consistência, podendo exalar odor fétido em razão da colonização de leveduras e bactérias.



(18) SM Fruto recoberto por micélio.

(19) SM Fruto mumificado.

Etiologia

O gênero *Rhizopus* pertence ao filo Zygomycota, classe Zygomycetes e ordem Mucorales. Apresenta micélio cenocítico, haploide e é constituído por hifas ramificadas que se alastram via estolões superficiais. Na forma macroscópica, é aveludado e de coloração branca, por isso são chamados de bolores ou mofos. Por intermédio da reprodução sexuada, produz zigósporos, que servem como esporos de resistência, mas é por meio dos esporangiósporos disseminados pelo vento que é depositado sobre o fruto, ocasionando o apodrecimento (AGRIOS, 2005).

O gênero *Colletotrichum* faz parte do filo Ascomycota, classe Pyrenomycetes, ordem Phyllachorales e família Phyllachoraceae. O patógeno pode ser hospedado em torno de 470 gêneros de plantas, sobrevivendo de um ano para o outro em restos culturais. Possui acérvulos de coloração preta que se apresentam visivelmente na superfície do tecido do fruto. Microscopicamente, notam-se conídios hialinos arredondados e curvados nas terminações, sendo o peritécio subsférico, com a presença de ascos subclavados. As condições ideais para o desenvolvimento da doença ocorrem em altas temperaturas (28 °C) e umidade relativa maior que 95% (AGRIOS, 2005; KIMATI *et al.*, 2005).

O gênero *Penicillium* pertence à família Trichocomaceae, ordem Eurotiales, subclasse Eurotiomycetidae, classe Ascomycetes e filo Ascomycotina. São considerados cosmopolitas por terem ocorrência no ar e no solo. Apresentam conidióforos com ramificações mono ou biverticiladas, sendo hialinos. Já os conídios fialídicos são globosos ou ovóides de cadeias longas e geralmente sem pigmentos. A faixa de germinação ótima para o fungo ocorre entre 21 e 25 °C, com a umidade relativa do ar alta (AGRIOS, 2005; KIMATI *et al.*, 2005).

O gênero *Aspergillus* pertence ao filo Ascomycotina, classe Ascomycetes, ordem Eurotiales e família Trichocomaceae. Sobrevive saprofiticamente em restos culturais, em condições de temperaturas amenas e alta umidade relativa. Possui conidióforos eretos, hialinos, que, com o passar do tempo, tornam-se marrons. Apresentam conídios fialosporos, hialinos, não septados e raramente pigmentados (AGRIOS, 2005; KIMATI *et al.*, 2005).

O gênero *Cladosporium* faz parte do filo Ascomycota, classe Dothideomycetes e ordem Capnodiales. Apresenta micélio escurecido, conidióforos abundantes, escuros e ramificados. Os conídios são blastosporos, com cadeia ramificada, normalmente pigmentados, podendo ser hialinos. O fungo sobrevive em restos culturais e é disseminado pelo vento. A germinação do esporo sobrevém na presença de água livre sobre o fruto (AGRIOS, 2005; AMORIM, *et al.*, 2011).

Controle

As podridões são favorecidas por condições de alta temperatura e umidade; logo, a atenção deve ser dobrada nestas situações, evitando-se sobretudo injúrias nos frutos, não os deixando vulneráveis ao patógeno.

O controle de pragas, como formigas, abelhas e vespas, as quais são atraídas pelo açúcar dos frutos, é importante, pois, além de causarem dano direto nas cascas, servem de agentes de disseminação de esporos.

No campo, deve ser adotado um bom espaçamento entre as plantas, visando uma boa aeração e iluminação no interior da projeção da copa, o que evita o microclima favorável à doença, além de realizar o plantio em solos bem drenados.

Deve-se efetuar adubações equilibradas, sem excesso de nitrogênio, pois este beneficia a doença. Também é importante retirar os restos culturais com a presença do inóculo do local, bem como se atentar ao controle de plantas daninhas.

Na colheita, deve-se evitar ferimentos e, principalmente, manter o pedúnculo do fruto intacto, pois pode servir de porta de entrada de patógenos pós-colheita.

No armazenamento, faz-se importante utilizar embalagens próprias, evitando danos mecânicos por amassamento, bem como armazenamento em condições refrigeradas e retirada de qualquer fruto com ferimento ou em fermentação (20).

(20) SM Jabuticaba em fermentação (esquerda) e com ferimento na casca (direita).



• **Podridão de raiz – *Rosellinia sp.***

A podridão de raiz é ocasionada pelo fungo *Rosellinia sp.*, considerado muito importante na cultura da jabuticabeira, ocorrendo principalmente em regiões subtropicais, onde afeta culturas de macieira, nogueira, cerejeira, figueira, pessegueiro, morangueiro, citros, entre outras. Esta doença é difícil de controlar porque o patógeno pode sobreviver no solo por muitos anos e continuar se espalhando para as árvores vizinhas (CIANCIO; MUKERJI, 2008).

Caracteriza-se por afetar pomares mais velhos, e a maior ocorrência de morte de plantas se dá em pomares estabelecidos em locais recém-desmatados, por ser um patógeno polífago, e sobreviver por muitos anos em substrato orgânico, ou, ainda, quando em contato com plantas infectadas transplantadas na área.

Sintomas

Os sintomas se iniciam nas raízes mais novas e progridem para as mais velhas, ocorrendo escurecimento e, posteriormente, decomposição. Nas podridões por *Rosellinia sp.*, incide a destruição total da raiz, não apenas do córtex. Devido à alta umidade do solo, a raiz se torna escura e se desprende. Na parte interna, a coloração do tecido afetado é amarelo-cinza, com pontuações pretas e centro esbranquiçado. As folhas da planta também podem ficar amareladas ou com cores anormais, murchas ou enrugadas, podendo ocorrer o desfolhamento precoce (AMORIM *et al.*, 2011).

Os sinais se caracterizam por massa de micélio branco, cotonosa e, em condições de alta umidade, podem apresentar sobre o colo da planta escleródios de coloração preta e frutificações da fase imperfeita do fungo. Microscopicamente, as hifas mais velhas, próximas ao septo, são entumecidas, característica que pode auxiliar na identificação do fungo (AMORIM *et al.*, 2011).

Quanto à diagnose, dá-se pela parte aérea da planta, por meio do amarelecimento, do murchamento e queda das folhas, da morte dos ramos, dos sintomas de deficiência nutricional e da queda de flores e frutos de forma prematura.

Etiologia

O agente causal é a *Rosellinia sp.*, pertencente ao filo Ascomycota, classe Pyrenomycetes, ordem Xylariales e família Xylariaceae. É um patógeno agressivo que, para sobreviver, destrói o tecido vegetal por meio da decomposição. Não apresenta especificidade quanto ao hospedeiro, logo pode acometer diferentes espécies vegetais (AGRIOS, 2005; AMORIM *et al.*, 2011).

Produz peritécios esféricos marrons e pretos, densamente agregados em emaranhado de hifas. No estágio conidial, apresenta conidióforos dispostos em sinêmio rígido, de 1 a 5 mm de altura. A hifa pode dilatar-se em formato de pera próximo a cada septo (AGRIOS, 2005).

Controle

Solos mal drenados ou com horizontes compactados favorecem a doença. A temperatura ótima para o fungo fica entre 14 e 17 °C. Tendo preferência por pH baixo e, sendo resistente à seca, pode sobreviver na madeira por até um ano com restrição hídrica, podendo, desta forma, ser transportado por intermédio de tratos culturais. Além disso, é propagado por conídios produzidos por partes infectadas e pelo contato entre as raízes.

Não há registro de fungicidas para o tratamento da doença. Para tanto, como forma de controle, recomenda-se:

- A. plantio em terrenos não compactados e bem drenados;
- B. evitamento de baixadas úmidas e de excessiva adubação nitrogenada;
- C. retirada de plantas afetadas e eliminação do inóculo;
- D. uso de *Trichoderma* antes do plantio;
- E. utilização de mudas sadias, livres de doenças;
- F. não estabelecimento de pomares em campos brutos ou recém-desmatados;
- G. elevação do pH por meio da calagem.

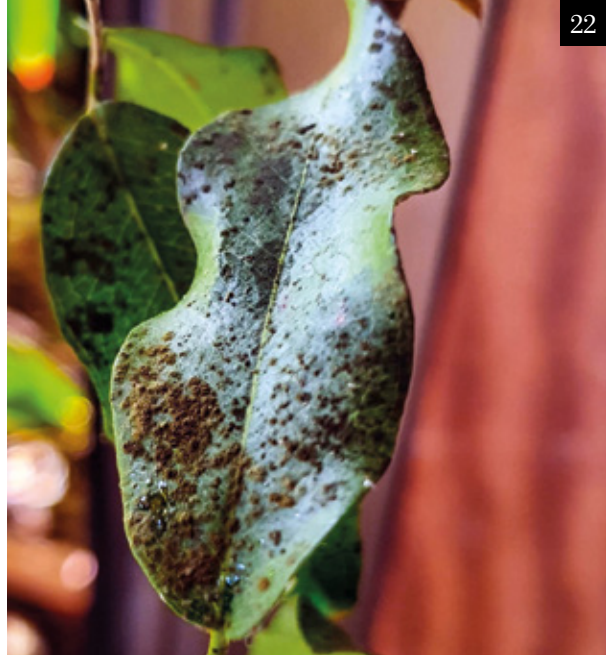
◉ **Fungos de revestimento**

Os fungos de revestimento estão, quase sempre, associados a condições propícias para seu desenvolvimento. No caso de líquens (21), por exemplo, há associação mutualística entre fungos. Já para algas (22), apesar de geralmente não causarem danos diretos, podem hospedar pragas e doenças.

Também existe a relação direta de fumaginas (23, 24) causadas por fungos com a presença de pulgões e cochonilhas. Esses insetos secretam açúcares que são fonte de energia para estabilização dos fungos, atraindo formigas, que disseminam o fungo por toda a planta.



21



22



23



24

(21) ^{GB} Presença de líquens em tronco de jaboticabeira.

(22) ^{AJ} Presença de algas na folha de jaboticabeira.

(23) ^{AJ} Presença de fumagina na folha de jaboticabeira.

(24) SM Presença de fumagina em tronco de jaboticabeira.

GB Fotografia: Gabriel Vicente Bitencourt de Almeida.

Sintomas

Os sintomas são muito característicos, apresentando camada de revestimento em folhas (23) e podendo ocorrer também em troncos (24). Com o desenvolvimento dos fungos, ocorre o revestimento escuro, resultando em danos na redução da fotossíntese da planta.

Etiologia

Diversos gêneros de fungos podem estar associados à fumagina (21), como *Capnodium*, *Cladosporium*, entre outros.

Uma característica morfológica frequente da ordem Capnodiales é a formação de ascos bitunicados em lóculos (cavidades), formados em um tecido estromático pré-formado (ascostroma), que pode ser uni ou pluriloculado. Os ascos (célula sexual produtora de esporos dos fungos ascomicetas) são dispostos, em geral, na base do lóculo, formando fascículos ou camadas basais. Hifas septadas podem se desenvolver no interior do lóculo, sendo chamadas de pseudoparáfises, encontradas em ascomas do tipo peritécio e apotécio (AGRIOS, 2005; AMORIM *et al.*, 2011).

Controle

O controle é basicamente realizado preventivamente, com a aplicação de calda sulfocálcica em períodos que não tenham a presença de flores e frutos, conforme já orientado para o controle de ferrugem – em diluições descritas em (10) –, recomendando-se a concentração de 1 °Bé.

No entanto, ainda é importante realizar o controle de pulgões e cochonilhas, essencial para o refreamento de fumaginas, uma vez que, caso contrário, o problema voltará a ocorrer.

Considerações finais

No manejo de doenças, as medidas preventivas são sempre mais eficientes que as curativas. Nesse sentido, para a cultura da jabuticabeira, é importante considerar o cultivo em um ambiente bem arejado, com boa ventilação e insolação, com adubação equilibrada, evitando-se solos superficiais e alagados, assim como ferimentos em ramos e frutos. Também é vital realizar podas de limpeza e fazer a aplicação preventiva das caldas protetoras.

O uso de caldas como forma de prevenção é uma ação muito mais efetiva do que o uso curativo, haja vista a agressividade de patógenos, como o agente causal da ferrugem da jabuticaba ou, ainda, a facilidade de controle de fungos de revestimento na fase inicial da infecção.●

CRÉDITO 1-3; 12; 16; 22; 23: ^{AJ} Américo Wagner Júnior.
FOTOGRAFICO: 4-9; 11; 13-15; 17-20; 24: SM Sérgio Miguel Mazaro.
21: ^{GB} Gabriel Vicente Bitencourt de Almeida.

Referências

- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 4. ed. São Paulo: Editora Ceres, 2011. v. 1.
- AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 2005.
- CAPA – Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia. **Agenda do agricultor 2016**. Elaboração: Décio Cagnini; Elaine Zanetti; Fabio Garbossa; Jhony Alex Luchmann e Raquel Rossi Ribeiro. 2016.
- CIANCIO, A.; MUKERJI, K. G. (ed.). **Integrated management of diseases caused by fungi, phytoplasma and bacteria**. Berlim: Springer Science & Business Media, 2008.
- KIMATI, H. *et al.* **Manual de fitopatologia: doença das plantas cultivadas**. São Paulo: Agonômica Ceres, 2005. v. 2.
- MARTINS, M. V. V. *et al.* Chemical control of guava rust (*Puccinia psidii*) in the Northern Region of Rio de Janeiro State, Brazil. **Australasian Plant Pathology**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 48-54, 2011.
- SILVEIRA, V. D. Elementos de fitopatologia: *Puccinia psidii*, ferrugem das Mirtáceas. **Agronomia**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 218-24, 1951.
- ZAUZA, E. A. V. *et al.* Myrtaceae species resistance to rust caused by *Puccinia psidii*. **Australasian Plant Pathology**, [s. l.], v. 39, n. 5, p. 406-411, 2010.

COLHEITA E PÓS-COLHEITA DE JABUTICABEIRA

Américo Wagner Júnior

Juliano Zanela

Luciano Lucchetta

Idemir Citadin

Introdução

A colheita das jabuticabas é a última etapa do processo produtivo, sendo considerada a mais esperada pelos fruticultores pois, por meio dela, se tem o retorno financeiro ou a satisfação de enfim poder desfrutá-la, uma vez que há muitas jabuticabeiras que demandam de 15 a 20 anos para frutificarem e permitirem a colheita. Todavia, por se tratar de um fruto altamente perecível, com curto período de prateleira e que, pela planta muitas vezes não ter sido manejada seguindo um sistema de condução, demanda uma colheita com muitos cuidados e planejamentos para sua realização, sendo importante, após tal etapa, a adoção de tecnologias que permitam manter sua qualidade, reduzindo-se a velocidade de senescência, o que é um grande desafio.

Neste capítulo, serão abordados os aspectos ligados às transformações que ocorrem no amadurecimento das jabuticabas, aspectos para sua colheita e os métodos utilizados para sua conservação pós-colheita.

Processo de maturação

O ciclo vital dos frutos tem seu início na fertilização, que é seguida pelas etapas de formação, crescimento, maturação e senescência. Essas etapas ocorrem por intermédio de uma série dinâmica de processos bioquímicos e fisiológicos, programados geneticamente. As reações químicas envolvidas no processo de amadurecimento são as mais variadas possíveis, com processos sintéticos e degradativos, promovendo alterações principalmente na cor (degradação da clorofila e síntese de outros pigmentos, como antocianina e flavonoides), na textura (solubilização da pectina), no sabor (degradação do amido, síntese de açúcares e redução da acidez) e no aroma (substâncias voláteis características de cada fruta), de acordo com M. Chitarra e A. Chitarra (2005).

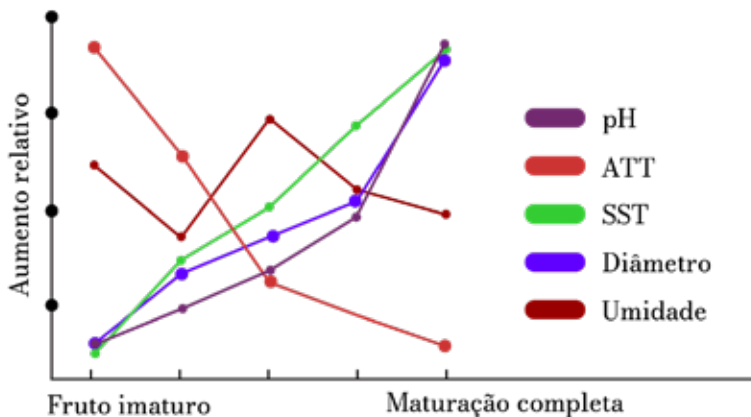
Assim, em (1), apresenta-se a evolução de algumas características físico-químicas da jabuticaba sabará com o passar de seu desenvolvimento fisiológico.

Ao avaliarem a jabuticaba sabará em diferentes estágios de maturação – caracterizado visualmente pela passagem da epiderme totalmente verde até se tornar completamente roxa escura –, Becker *et al.* (2015) observaram redução nos componentes de cor l^* e b^* e aumento nos valores do componente a^* , indicando a redução da cor verde e o escurecimento da epiderme dos frutos, concomitantemente à redução do teor de clorofila, da firmeza e do aumento dos teores de antocianinas na casca. Dentre os estágios de maturação, também foi possível observar o aumento nos teores de sólidos solúveis totais (SST), de potencial hidrogeniônico (pH) e de relação (SST/ATT), além da redução da acidez total (ATT), bem como do incremento da atividade da enzima poligalacturonase, que resultou no aumento dos teores de pectina solúvel e, conseqüentemente, na redução da firmeza dos frutos com o seu completo amadurecimento.

Ao caracterizarem as jabuticabas denominadas paulista (*Plinia cauliflora*) e sabará (*P. jaboticaba*), Lima *et al.* (2011) observaram a presença de 80,99 g. 100 g⁻¹ e 71,05 g. 100 g⁻¹, em massa de matéria seca de açúcares totais na polpa, respectivamente. Nas jabuticabas de ambas as espécies,

os açúcares majoritários são a frutose e a glicose, seguidos pela sacarose. Os ácidos com maior presença na polpa de ambas as jaboticabas foram cítricos, succínicos, málicos, oxálicos e acéticos; os dois últimos como aqueles de menor quantidade. A mesma relação de açúcares foi obtida por Garcia (2017) em jaboticabas pingo de mel (*P. jaboticaba*).

O grande percentual de açúcares e a acidez moderada dão à jaboticaba sabor agradável, com potencial de uso em agroindústrias ou para o consumo *in natura*, mas também a deixam suscetíveis à deterioração por micro-organismos, promovendo rápida fermentação da polpa, tornando os frutos rapidamente impróprios para o consumo ou industrialização. Isso acarreta em desestímulo à sua produção e comercialização, demonstrando a necessidade do desenvolvimento de técnicas e protocolos para seu manejo pós-colheita.



(I)¹ Comportamento das características físico-químicas da jaboticaba sabará durante sua ontogenia.

Legenda: ATT – Acidez Total Titulável; pH – potencial hidrogeniônico; SST – Sólidos Solúveis Totais.

I Fonte: Adaptado de Alezandro *et al.* (2013).

Padrão respiratório

Ainda não há consenso quanto ao padrão respiratório da jabuticaba, tendo autores classificando-a como de padrão não climatérico de respiração – como Teixeira *et al.* (2011), ao avaliar a jabuticaba sabará, e Aparicio-Huerta *et al.* (2016), ao avaliar a jabuticaba paulista. Outros autores (CORRÊA; PINTO; ONO, 2007; DAIUTO *et al.*, 2009, 2010; VIEITES *et al.*, 2011) atribuíram o padrão climatérico de respiração às jabuticabas sabará.

Observa-se variabilidade na taxa respiratória das jabuticabas sabará, como apontado por Oliveira *et al.* (2003), cujos valores de produção de CO₂ variaram de 17,76 a 36,17 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. Esses valores foram inferiores quando comparados aos obtidos por Teixeira *et al.* (2011) com as jabuticabas sabará, pois a atividade respiratória apresentou-se com 159,33 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ no início do armazenamento, decrescendo para 58,12 mg de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ na média dos tratamentos após 24 horas de armazenamento a 12,5 °C. Quanto maior a taxa respiratória, mais ativo será o metabolismo do fruto e, conseqüentemente, menor seu período de conservação pós-colheita. Dessa forma, o controle da atividade respiratória é de extrema importância para a manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos.

O processo de respiração é influenciado por diversos fatores, que podem ser intrínsecos do fruto, como a espécie e o cultivar, a relação da área superficial e do volume, o estágio de desenvolvimento no momento da colheita e a composição química do fruto, bem como os fatores extrínsecos, como a temperatura e a umidade relativa durante o armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Assim, são muitos os fatores que podem influenciar na atividade respiratória e, conseqüentemente, no período de armazenamento das jabuticabas.

Composição química dos frutos

O fruto da jabuticabeira se caracteriza por ser baga, subglobular, de epiderme lisa e negra, de casca fina e frágil, com a polpa de coloração que varia de branca a translúcida, de sabor doce e levemente ácido. Pode haver diferenças de cor, sabor e tamanho do fruto devido à espécie (DONADIO; MÔRO; SERVIDONE, 2002). Essas diferenças podem ser observadas em (2), em que frutos de duas jabuticabeiras (paulista e sabarà), cultivados e colhidos na mesma época e local, apresentaram diferenças em sua composição química. Além da espécie, a composição química e as características físicas podem, ainda, apresentar variações devido às condições edafoclimáticas, o ponto de colheita, a nutrição, dentre outros fatores.

COMPOSIÇÃO	PAULISTA	SABARÁ
PROTEÍNA	1,02	0,94
LIPÍDEOS	0,55	0,40
CINZAS	2,30	2,90
FIBRAS	17,90	19,30
SOLÚVEIS	1,80	2,30
INSOLÚVEIS	16,10	17,00
CARBOIDRATOS*	78,20	76,50

(2) ¹ Composição centesimal (g/100 g matéria seca) de jabuticabas paulista (*Plinia cauliflora*) e sabarà (*Plinia jaboticaba*).

*Nota: Calculado por diferença.

As jabuticabas possuem níveis significativos de aminoácidos, como triptofano e lisina, de minerais como cálcio, potássio e fósforo, dentre outros constituintes fitoquímicos benéficos à saúde humana, como o ácido ascórbico, antocianinas, flavonoides e carotenoides, com seus frutos apresentando propriedades antioxidantes, antibacterianas, antidiarreica, dentre outras (WU; LONG; KENNELLY, 2013); propriedades que tornam esses frutos interessantes do ponto de vista nutricional. Em (3), apresenta-se o comparativo de algumas características físicas e químicas de frutos de jabuticabeiras variadas.

VARIEDADE	FRUTO INTEIRO (g)	CASCA (g)	POLPA (g)	SEMENTE (g)	SST (°Brix)	DIÂMETRO (cm)	UMIDADE (%)
RAJADA	11,06	4,22	6,55	0,29	12,70	2,2	87,10
COROA	11,66	4,61	6,53	0,52	10,87	2,3	83,67
AÇU	12,19	3,78	8,02	0,39	10,53	2,5	86,39
SABARÁ	3,65	1,04	2,51	0,10	15,00	1,4	84,13
PAULISTA	5,16	1,85	3,11	0,20	13,23	1,5	83,96

(3) Peso médio de frutos inteiros e suas frações, Sólidos Solúveis Totais – SST, diâmetro e umidade em jabuticabas de cinco variedades.

Nascimento (2010), ao caracterizar as variedades de jabuticabas descritas em (3), observou na sabará, na paulista e na coroa maior razão nos teores de açúcares e ácidos orgânicos, assim como menor perda de massa fresca durante o armazenamento, indicando-as como mais adequadas para comercialização extensiva, visando principalmente seu consumo *in natura*. As variedades açu (paulista) e rajada são de maior tamanho, porém são mais perecíveis, o que as torna, talvez, indicadas à agroindustrialização.

Essa segmentação, em variedades mais adaptadas ao consumo *in natura* ou à agroindustrialização, faz-se importante, pois permite a seleção de cultivares e/ou de espécies mais aptas para cada situação. A própria exposição de cultivares durante a venda (como acontece com algumas

frutas mais tradicionais, como a manga, por exemplo) pode ser algo benéfico ao consumidor, pois lhe dá possibilidade de escolher o tipo de fruto que mais agrada ao seu paladar, pois, como visto acima, há diferenças nas características físico-químicas dentre as variedades de jaboticabeira.

Essas mesmas variações quanto às características físico-químicas das jaboticabas açu (*e.g.*, o rendimento de polpa e da casca, a massa de frutos, a acidez, os SST), foram descritas por Wagner Júnior *et al.* (2017) e Zerbielli *et al.* (2016), obtidas por meio de frutos de genótipos existentes em fragmento florestal (mata nativa) no município de Clevelândia (PR) e em Passo Fundo (RS), respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Danner *et al.* (2011), ao avaliarem a fenologia e as características físico-químicas de frutos de diferentes espécies e genótipos de jaboticabeira (*P. cauliflora*; *P. trunciflora* e *P. jaboticaba*), durante duas coletas.

Citadin *et al.* (2005), ao avaliarem genótipos de *P. cauliflora* em condições de sombreamento natural (mata nativa) e de exposição plena ao sol por três anos consecutivos, observaram que os frutos não apresentaram diferenças significativas nas características físico-químicas avaliadas quanto ao fator de condição de luminosidade, o que, segundo sugerem os autores, é resultado positivo para o processo de domesticação e de cultivo extensivos da jaboticabeira.

Colheita

O processo de colheita dos frutos constitui-se como a última etapa prática realizada no pomar, sendo a mais esperada, uma vez que seu resultado depende de todo o manejo realizado anteriormente, durante todo o ciclo produtivo. O que se busca é a colheita de frutos com qualidade e quantidade, que permitam a obtenção do lucro no pomar.

A boa qualidade das frutas está intimamente vinculada à satisfação do consumo e à identidade do produto, favorecendo tanto sua comercialização quanto o reconhecimento de marca no momento da compra. Pode-se definir qualidade como o conjunto de atributos que determinam o grau de aceitação pelo consumidor, podendo, dessa forma,

envolver características relacionadas a aparência, textura, sabor, valor nutritivo e segurança alimentar.

Desta forma, o manejo pré, durante e pós-colheita é necessário para obter e/ou manter tal qualidade na jabuticaba. O que se visa no manejo pré-colheita é melhorar a relação fonte x dreno, bem como tornar eficiente o processo fotossintético. Uma vez feito isso, chega-se à colheita, que requer cuidados especiais, pois, se não realizada adequadamente, pode comprometer a qualidade do fruto produzido. Para isso, é importante que os frutos sejam colhidos de forma cuidadosa e com o ponto de maturação adequado, reduzindo-se, assim, as perdas que ocorrem desde o pomar até o consumidor final.

A colheita deve ser uma operação muito bem programada, observando-se o tipo de fruto a ser colhido e os respectivos cuidados no momento da colheita e durante seu transporte. Os cuidados abrangem equipamentos e/ou utensílios utilizados para colheita e, com a devida antecedência, sua higienização e o treinamento dos colhedores. Para isso, pode-se fazer previamente amostragens, identificando-se quais jabuticabas estão no estado ideal para serem colhidas.

Esta etapa preparatória permite identificar o ponto adequado de colheita e a situação das plantas, como seu tamanho e sua estrutura. Em alguns casos, pelo vigor da jabuticabeira, essas identificações são mais trabalhosas, tornando a atividade mais dispendiosa (4). Na jabuticabeira, pode-se encontrar, ao mesmo tempo, frutos em diversos estádios de maturação, desde imaturos até senescentes (5, 6), ou seguindo quase que um padrão de maturação da planta, com pouca irregularidade (7). No momento da colheita, se for possível identificar nos frutos a presença de diferentes estádios de maturação, característica comum na jabuticabeira híbrida (6, 11), deve-se proceder a colheita em vários repasses, que variam de dois a quatro dias, dependendo das condições climáticas. No entanto, em alguns casos, em função das dificuldades na realização da colheita – por exemplo, pela estatura das plantas –, não se consegue colher em repasses ou identificar o padrão de maturação desejado na planta (8). Nesses casos, faz-se necessário realizar uma seleção na pós-colheita, padronizando a qualidade visual das jabuti-

cabas, a fim de evitar-se, durante a comercialização, frutas em diversos estádios de maturação (9, 10). A não seleção e a não padronização de frutas, no que tange à maturação, interfere significativamente na qualidade, o que deprecia e desvaloriza o produto.



(4) ^{AJ} Jabuticabeira nativa com vigor de 4 m de altura.

AJ Fotografia: Américo Wagner Júnior.



5

(5) ^{AJ} Jaboticabas sabará em três estádios de maturação – da direita para a esquerda: fruto sobre-maturo caracterizado pela perda de firmeza; fruto maduro em ponto de colheita caracterizado pela firmeza e coloração da epiderme atropurpúrea; e parcialmente maduro (coloração da epiderme avermelhada).



6

(6) ^{AJ} Jaboticaba híbrida em vários estádios de maturação, ainda na planta.



7



8

9



(7) ^{AJ} Jabuticabeira sabará com produção de frutos apresentando maturação uniforme.

(8) ^{KP} Realização da seleção de jabuticabas segundo padrão de amadurecimento, baseando-se na coloração da epiderme.

(9, 10) ^{AJ} Jabuticabas em comercialização, apresentando diversos estádios de maturação.

10



KP Fotografia: Kelli Pirola.



(11) ^{MD} Jaboticabeira híbrida, apresentando frutos em distintos estádios de maturação.

(12) ^{AJ} Procedimento manual de colheita da jaboticaba sabará.

MD Fotografia: Marcelo Dotto.

A jabuticaba é uma fruta altamente sensível a danos mecânicos, por isso, a etapa da colheita deve ser realizada com máximo de cuidado, normalmente, segurando-se o fruto com o dedo polegar e com o indicador e, a partir daí, realizando-se leve torção (12). As frutas provenientes de queda natural da planta, que se encontram no terreno do pomar, não devem ser coletadas, pois muito provavelmente se encontram em estado de maturação avançado e com qualidade comprometida (13).

A prática de colheita que exija a utilização de escadas, em função da disposição dos ramos e da estatura da planta, requer o uso de equipamentos de proteção adequados. Também deve-se evitar ao máximo o apoio dos pés do colhedor sobre os ramos, pois se tem observado em alguns estudos (dados não publicados) que, nestes locais de contato, reduz-se ou não há mais frutificação (14).

12





Para evitar esses problemas, deve-se utilizar escadas, preferencialmente, com um utensílio que permita coletar os frutos colhidos, como baldes ou caixas (15). No caso das jaboticabeiras de maior vigor, há a necessidade de utilizar-se equipamentos de apoio para a colheita. Desenvolveu-se na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Dois Vizinhos (UTFPR/DV), um equipamento auxiliar de tubos de policloreto de vinila (PVC) soldáveis, que permite o alcance de frutas que se encontram em maiores extremidades da planta (16). Nesse sentido, ao colher a jaboticaba, a extremidade do tubo passa rente ao caule com os frutos, e esses por sua vez, quando em contato com o equipamento auxiliar, desprendem-se da planta, entrando na tubulação que a coletará, localizada na outra extremidade (17).

15



(13) ^{AJ} Jaboticabas caídas na superfície abaixo da projeção da copa.

(14) ^{AJ} Ramos de jaboticabeira de cabinho, produzindo somente na região abaxial, pois, com o pisoteio na parte adaxial, não existe mais a produção.

(15) ^{AJ} Uso de escada para colheita de jaboticaba.



(16) ^{AJ} Equipamento composto por vários tubos de PVC soldáveis – aliado ao uso da extremidade de redutor soldável – para colheita da jabuticaba.

(17) ^{AJ} Colheita de jabuticaba com o uso de escada e tubo de PVC.

Outra forma de coletar as frutas é pelo uso de lonas sobre a superfície, abaixo da copa das plantas, sendo necessária a movimentação dos ramos para o desprendimento dos frutos da planta. Em algumas fruteiras, como Nogueira-Pecã e Oliveira, é comum a realização dessa forma de colheita, mas, para o desprendimento dos frutos dos ramos, é utilizado um sistema hidráulico, composto por um braço mecânico que, sobre os caules, causa pequena vibração à planta. Isso talvez possa ser testado para a colheita da jabuticabeira ou, como em casos específicos, pode-se até adotar o uso de plataformas, que já são utilizadas em outras fruteiras, como na macieira, pessegueiro e pereira.

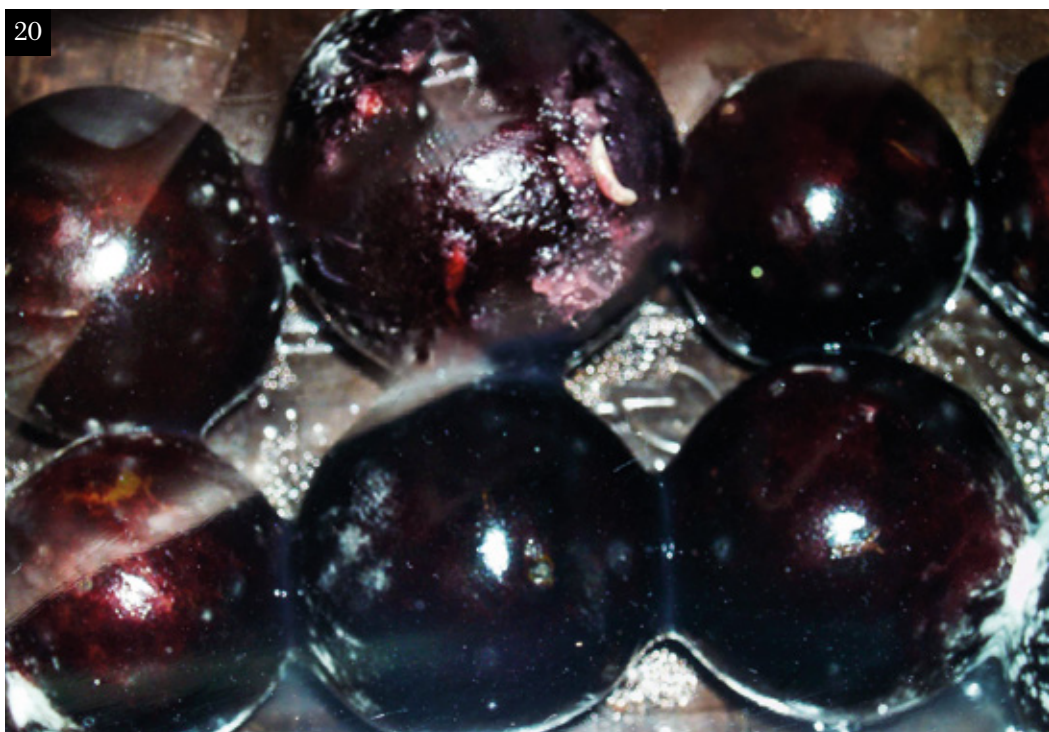


Preferencialmente, recomenda-se proceder a colheita nas horas mais frescas do dia. Uma vez colhidas as jabuticabas, durante sua permanência em pomar, devem ser colocadas em locais à sombra, evitando-se aqueles que tenham exposição direta ao sol ou à maior temperatura. Deve-se sempre proceder a lavagem de qualquer utensílio utilizado na colheita, eliminando-se restos de terra e sujidades, enxaguando-as, posteriormente, com solução à base de cloro (1 litro de água sanitária para 100 litros de água).

Com relação à coleta, devem ser evitadas folhas, frutas batidas ou feridas, com podridões ou pragas (18, 19, 20), ou ainda sobrematuras, pois essas últimas apresentam deterioração rápida (19, 21), o que pode comprometer as demais durante a pós-colheita (24). As frutas exigem uma manipulação cuidadosa durante e após a colheita, devendo ser acomodadas em embalagens de pouco volume e sem excesso, e mantidas em local fresco e arejado, deixando-as à sombra, caso não forem transportadas imediatamente ao galpão de classificação (22, 23).



(18) ^{AJ} Jabuticabas colhidas em caixas, com presença de restos de folhas e ramos e com frutos em deterioração.



(19) ^{AJ} Jabuticaba em fermentação pela rápida deterioração ou com lesão na epiderme causada por alguma praga.

(20) ^{AJ} Detalhe da jabuticaba em deterioração por estar abrigando larva de inseto.

JABUTICABEIRAS



21



22

(21) ^{AJ} Jaboticabas colhidas estando várias em estágio sobrematuro.

(22) ^{MD} Utensílio utilizado na colheita da jaboticaba, evitando-se o excesso de frutos para que não haja amassamento deles.

(23) ^{AJ} Jaboticabas aptas para serem classificadas, visando sua comercialização.

Métodos de conservação pós-colheita aplicados em frutos de jabuticabeira

A jabuticaba apresenta curto período de vida em prateleira, durando cerca de três dias, o que pode ser uma barreira para sua comercialização (BECKER *et al.*, 2015), como é mostrado em (24). Isso não permite o transporte dos frutos para longas distâncias, nem favorece o período de comercialização adequado pois, após serem colhidos, os frutos iniciam seu acelerado processo de perda de qualidade, comprometendo rapidamente a aceitabilidade por parte dos consumidores e causando prejuízos aos produtores e comerciantes, o que resulta em grande desperdício de frutos.

A intensidade das reações bioquímicas faz com que os frutos possam senescer rapidamente, tornando-os suscetíveis à perda de umidade e ao desenvolvimento de microrganismos. Dessa forma, o controle de respiração da jabuticaba é essencial para promover o aumento de sua qualidade e da vida de prateleira (CHITARRA, M.; CHITARRA, A., 2005). Os principais métodos de conservação pós-colheita utilizados na jabuticaba baseiam-se na redução de temperatura, a fim de diminuir a atividade respiratória e, conseqüentemente, tentar aumentar o período de armazenamento, e também na adoção de outras alternativas – utilizadas sozinhas ou em conjunto com o armazenamento refrigerado –, como o uso de coberturas comestíveis, de atmosfera modificada, dentre outros.

A temperatura, sozinha ou em conjunto com outra técnica de conservação, é o fator mais estudado e utilizado





(24) ^{AJ} Jaboticabas sobrematuras em condição não adequada para o consumo.

no controle da respiração e na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças em geral, pois, com a queda de temperatura, ocorre a redução da taxa respiratória. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças. Porém, a taxa metabólica do vegetal refrigerado deverá ser mantida em nível mínimo, mas suficiente para manter as células vivas, com o objetivo de preservar as qualidades do vegetal. Quando as temperaturas de armazenamento não são adequadas ao fruto, desordens fisiológicas podem aparecer.

Ao analisar o uso da refrigeração (em 6, 12 e 25 °C), associada à aplicação de cloreto de cálcio sobre a conservação de jaboticabas pingo de mel, Garcia (2017) observou que, com o aumento da temperatura, também ocorreu maior perda de massa, de pH, de produção de CO₂ e, também, queda no conteúdo de ácido ascórbico. A menor temperatura estudada (6 °C) promoveu melhor manutenção da qualidade. Resultados semelhantes foram observados por Nascimento (2010), ao avaliar o período de conservação de cinco variedades de jaboticabas: rajada, açúcar, coroa, sabará e paulista, armazenadas em bandejas de polietileno tereftalato (PET®), recobertas com filme de PVC e conservadas com 90% de umidade relativa, nas temperaturas de 6, 12 e 20 °C. A vida

útil das jabuticabas armazenadas a 20 °C foi de seis dias, enquanto aquelas mantidas em 6 e 12 °C se conservaram por 12 dias. O uso de baixas temperaturas apresentou uma vantagem adicional, de acordo com a autora, pois proporcionou redução na velocidade do aparecimento de fungos deteriorantes. A vida útil das jabuticabas armazenadas foi determinada pelo crescimento de fungos, enrugamento e perda de brilho da casca.

Vieites *et al.* (2011), ao avaliarem jabuticabas sabará acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido, embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD), com seis micras, armazenadas nas temperaturas de 0, 3, 6, 9 e 12 °C, com 87% de umidade relativa, verificaram que, em todas as temperaturas, os tratamentos foram efetivos no controle da perda de umidade, com perdas máximas de 2%. Em temperaturas acima de 9 °C, ocorreu aumento da produção de CO₂. Por outro lado, nos frutos armazenados em temperaturas menores que 9 °C, houve ocorrência de danos fisiológicos devido ao frio, bem como adiantamento do pico climatérico e, conseqüentemente, aceleração do processo de senescência, com a redução dos valores de SST e ATT, além da perda de textura. Nos frutos armazenados a 9 e 12 °C, ocorreu aumento nos teores de SST e redução da ATT, durante os 20 dias de armazenamento.

Henrique *et al.* (2015), avaliando a vida de prateleira das jabuticabas sabará, armazenadas em bandejas plásticas e em duas condições de temperatura – refrigeração (5 °C e 49% de umidade relativa) e ambiente (27 °C e 33% de umidade relativa) –, obtiveram, naquelas armazenadas em refrigeração, período de vida de prateleira entre 9 e 12 dias, estando após esse período inaptas ao consumo, devido à grande perda de massa e murchamento. As jabuticabas armazenadas em temperatura ambiente não resistiram aos primeiros três dias de armazenamento, por conta do desenvolvimento de microrganismos patogênicos.

O uso de atmosfera controlada também já foi estudado para a aplicação em jabuticabas. Teixeira *et al.* (2011) avaliaram o uso de diferentes concentrações de oxigênio e de refrigeração na conservação de jabuticabas sabará. Estas foram acondicionadas em sacos plásticos herméticos, mantidas a 12,5 °C, em atmosfera contendo níveis de O₂ que

variavam de 1,2 a 21 KPa e de CO₂ constante em 0,04 KPa. As taxas respiratórias de todos os tratamentos apresentaram redução significativa após 24 horas de armazenamento refrigerado, reduzindo de 159,33 para 58,12 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. As jabuticabas armazenadas em baixas concentrações de O₂ (1 e 5 KPa) apresentaram as menores taxas respiratórias, o que, de acordo com os autores, pode estar relacionado com a regulação da glicólise e, conseqüentemente, do processo respiratório. O uso adequado de atmosfera controlada pode, ainda, reduzir a sensibilidade da fruta ao etileno ou reduzir a sua biossíntese. Jabuticabas armazenadas em baixas concentrações de O₂ apresentaram aumento em seu teor de acidez, possivelmente devido ao processo de respiração anaeróbica, fato não observado em concentrações maiores de O₂. A aparência dos frutos foi avaliada por um grupo de julgadores treinados, sendo reprovadas, após dois dias de armazenamento, aquelas em temperatura ambiente, e após nove dias de armazenamento, aquelas em refrigeração e atmosfera controlada. Aos nove dias de armazenamento, ocorreu o desenvolvimento do fungo *Rhizopus spp.*, apresentando infestação quando as condições das atmosferas tinham maiores quantidades de O₂. A melhor condição de armazenamento apontada pelos autores foi das atmosferas de O₂ que variavam de 5 a 21KPa, na temperatura de 12,5 °C, o que garantiu a qualidade das jabuticabas por até seis dias. Como apontado pelos autores, outra vantagem do uso de atmosferas controladas com baixos teores de oxigênio, é a redução do desenvolvimento de fungos deteriorantes nos frutos.

A hidrotermia consiste na imersão dos frutos em água, provocando choque térmico, de forma a retardar o amadurecimento ou reduzindo o pico climatérico. Daiuto *et al.* (2010) aplicaram a hidrotermia associada ao armazenamento refrigerado em jabuticabas sabará. Para isso, os frutos foram imersos por 10 minutos em água com temperaturas que variavam entre 5 e 25 °C e, após a seleção e o embalamento, foram armazenadas a 9 °C (com variação entre 85 e 90% de umidade relativa) por 30 dias. O tratamento hidrotérmico não afetou a perda de massa, mas foi capaz de atrasar o pico respiratório para 25 dias de armazenamento, quando se fez uso das temperaturas de água de

15 a 25 °C, enquanto aqueles tratados nas temperaturas de 5 a 10 °C apresentaram o ponto máximo respiratório aos 15 e 20 dias, respectivamente. O tratamento hidrotérmico a 20 e 25 °C foi capaz de ampliar em até 15 dias o período de armazenamento, quando comparado ao grupo controle.

Daiuto *et al.* (2009), ao utilizarem radiação gama – variando de zero a 1,2 KGy – em jabuticabas armazenadas em bandejas de poliestireno expandido e recobertas por filme de polietileno, na temperatura de 9 °C e umidade relativa entre 85 e 90%, observaram, com uso de 0,9 e 1,2 KGy, redução na perda de massa e na atividade da enzima polifenol oxidase. Com maiores doses de radiação, após 30 dias de armazenamento houve aumento nos valores de SST, no conteúdo de ácido ascórbico e na textura. Outro efeito observado pelo uso da radiação foi o retardo do aparecimento do pico respiratório, que passou de 15 dias na amostra controle para até 30 dias nas maiores doses aplicadas. A vida de prateleira também foi aumentada pela aplicação de radiação, sendo de 31 dias nas amostras controle para 47,8 dias na aplicação de maiores doses. As doses mais efetivas, de acordo com os autores, foram de 0,9 e 1,5 KGy.

Evangelista (2015), ao utilizar radiação UV-C como meio de aumentar o período de conservação das jabuticabas sabará, durante o tempo de exposição de 0 a 8 minutos, mantidas na temperatura de 12 °C (com umidade relativa entre 85 e 90%), verificou que a radiação UV-C não interferiu no tempo de conservação, mas promoveu o aumento da perda de massa e da redução da firmeza do fruto, conforme maior tempo de exposição. Como vantagens do método, o autor apontou o aumento do brilho e a melhor preservação dos pigmentos da epiderme.

A aplicação de ácido salicílico em jabuticabas sabará foi avaliada por Sanches *et al.* (2015), por meio da imersão dos frutos por 3 minutos em solução cujas concentrações variavam de 0 a 4 mM. Após a imersão, os frutos foram armazenados em temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C e 85% de umidade relativa) por oito dias. Os maiores valores de perda de massa e de firmeza, durante o período de armazenamento, foram do grupo controle. O uso de ácido salicílico foi eficiente em manter maior índice de qualidade geral dos frutos e menor incidência de doenças.

A aplicação de ácido salicílico ainda promoveu o aumento dos níveis de enzima fenilalanina amônia liase (FAL) e de proteínas solúveis, que estão diretamente relacionadas à ativação de rotas metabólicas, associadas aos mecanismos de defesa vegetal.

O cálcio apresenta uma importante função no processo de maturação, pois está associado a substâncias pécticas, as quais conferem o aumento da firmeza dos frutos. Os íons de cálcio atuam também no processo respiratório, tendo a capacidade de retardar a maturação dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Devido a isso, a aplicação exógena de cálcio foi estudada por Mota *et al.* (2002) como uma forma de aumentar o período de conservação de jabuticabas sabará, por meio da imersão em solução de cloreto de cálcio (40 g.L^{-1}), em períodos que variaram de 0 a 60 minutos, com posterior acondicionamento em bandejas de poliestireno expandido e mantidos em temperatura ambiente. A aplicação dos íons de cálcio promoveu aumento da firmeza dos frutos e uma pequena queda no percentual de perda de massa, conforme o aumento do tempo de imersão na solução de cloreto de cálcio. Não foram observadas diferenças na taxa respiratória dos frutos tratados com cloreto de cálcio.

Resultados semelhantes foram obtidos por Evangelista (2015), que analisou o efeito de diferentes concentrações de cloreto de cálcio (de 0 a 4%), por intermédio da imersão das jabuticabas sabará por 10 minutos, com acondicionamento posterior de 12°C , durante oito dias. Assim como observado no trabalho anterior, a aplicação de cálcio promoveu o aumento da firmeza e a redução da perda de massa dos frutos, proporcionalmente à dose aplicada.

O uso de ceras e coberturas comestíveis – muitas vezes também designadas de biofilmes – é uma possibilidade de uso, visando-se aumentar o período de conservação pós-colheita das frutas. Como as coberturas comestíveis ficam aderidas à epiderme do fruto, sua composição deverá ser inócua ao consumo, pois ela será juntamente consumida. Para a formação do filme de cobertura, é necessário que se utilize alguma macromolécula capaz de formar rede polimérica contínua e coesa, promovendo a proteção do fruto contra a perda de umidade e controlando suas trocas gasosas. Devido a isso, os componentes mais estudados para

a aplicação de coberturas comestíveis em frutas são as macromoléculas de origem natural, de diferentes classificações, sendo as mais comuns os polissacarídeos – como o amido, que pode ser oriundo de diversas fontes botânicas, como milho, mandioca, batata etc. –, a quitosana ou alginatos, as proteínas como a gelatina ou a zeína, os lipídeos, como a cera de carnaúba, dentre outras macromoléculas.

A utilização de coberturas comestíveis em frutas dependerá de sua capacidade de prolongar a vida de prateleira da fruta em que foi aplicada. A sua capacidade de conservação é avaliada indiretamente, pela caracterização físico-química da fruta na qual a cobertura será aplicada (OLIVEIRA; ASCHERI; ASCHERI, 2011) e pela capacidade da cobertura comestível de manter as propriedades da fruta em níveis aceitáveis para o consumo por maior período, tendo como comparação os frutos sem tratamento.

Porém, a aplicação de coberturas comestíveis em jabuticabas pode apresentar algumas dificuldades, como observado por Zanela *et al.* (2010), que, ao aplicarem coberturas comestíveis à base de amido de mandioca com diferentes concentrações em jabuticabas de cabinho (*Plinia peruviana*), observaram que, devido à epiderme lisa, as soluções filmogênicas em menores concentrações apresentaram dificuldades para se aderirem uniformemente na superfície do fruto e promover o completo revestimento.

Silva *et al.* (2017) aplicaram coberturas comestíveis produzidas com quitosana, ácido láctico e cloreto de cálcio (ambos a 1%), em jabuticabas sabará, por meio da imersão. Após a aplicação da cobertura comestível, os frutos foram armazenados em bandejas de poliestireno expandido, cobertas com filmes de PVC e armazenadas por 15 dias em câmara fria. Os autores não observaram diferenças nas características físico-químicas dos frutos com e sem a aplicação de cobertura comestível, tendo como única vantagem para a aplicação da cobertura comestível a menor perda dos teores de antocianinas, se comparadas às jabuticabas sem cobertura.

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira, Ascheri e Ascheri (2011), ao aplicarem coberturas comestíveis à base de amido de mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) nas jabuticabas sabará. As coberturas testadas pe-

los autores não foram eficientes no controle da perda de massa das jabuticabas, não sendo capazes de prolongar a vida em prateleira.

Nascimento (2010) avaliou o efeito de coberturas com cera de carnaúba e do cloreto de cálcio em jabuticabas sabará. Após a aplicação das coberturas ou do cloreto de cálcio, ambos por imersão, os frutos foram armazenados em bandejas e recobertos com filmes de PVC, sendo armazenados na temperatura de 6 °C e com 90% de umidade relativa. Todos os frutos apresentaram vida de prateleira de sete dias; a cera de carnaúba melhorou o aspecto do brilho da casca das jabuticabas, mas não foi eficiente em reduzir a perda de massa dessas quando comparadas ao grupo controle.

Considerações finais

A alta perecibilidade da jabuticaba ainda é um dos principais problemas a serem resolvidos, a fim de possibilitar a expansão do cultivo e o uso desta fruteira em pomares comerciais. Isso se torna um grande desafio aos produtores, pesquisadores e estudantes. Todos os estudos abordados conseguiram, em geral, algum tipo de ganho na conservação da jabuticaba, mas ainda não se chegou ao protocolo de conservação adequado, carecendo ainda de mais estudos e de melhor compreensão de seu comportamento fisiológico durante a pós-colheita, permitindo, assim, recomendar uma forma que possibilite estender o tempo de prateleira e, ao menor custo possível, seja viável ter aplicabilidade pelos produtores.

Por outro lado, tem-se inúmeras tecnologias já utilizadas para outras frutas, que podem ser testadas para as jabuticabas, o que demanda apenas certo tempo para o alcance do resultado desejado.

CRÉDITO

FOTOGRAFICO: 4-7; 9; 10; 12-21: ^{AJ} Américo Wagner Júnior.
8: ^{KP} Kelli Pirola.
11; 22: ^{MD} Marcelo Dotto.

Referências

- ALEZANDRO, M. R. *et al.* Comparative study of chemical and phenolic compositions of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. **Food Research International**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 468-477, 2013.
- APARICIO-HUERTA, M. *et al.* Propiedades fisicoquímicas y actividad antioxidante en frutos de jaboticaba (*Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel) en diferentes etapas de maduración. **Acta agrícola Y pecuaria**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 78-85, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6201358.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- BECKER, F. S. *et al.* Characterization of ‘Sabará’ Jaboticabas at different maturation stages. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 4, p. 457-462, Oct./Dez. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212015000400457. Acesso em: 15 jan. 2021.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.
- CITADIN, I. *et al.* Qualidade de frutos de jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora*) sob influência de duas condições de cultivo: sombreamento natural e pleno sol. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 373-375, jul./set. 2005. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v11n3/artigo20.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- CORRÊA, M. O. G.; PINTO, D. D.; ONO, E. O. Análise da atividade respiratória em frutos de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 831-833, 2007.
- DAIUTO, E. R. *et al.* Conservação pós colheita de frutos de jaboticaba por irradiação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, México, v. 10, n. 1, p. 36-44, 2009.
- DAIUTO, E. R. *et al.* Qualidade pós-colheita dos frutos de jaboticaba tratado por hidrotermia. **Agronomía Tropical**, [s. l.], v. 60, n. 3, p. 231-240, 2010.

DANNER, M. A. *et al.* Germplasm characterization of three jaboticaba tree species. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 839-847, 2011.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas brasileiras**. Jaboticabal: Editora UNESP, 2002.

EVANGELISTA, Z. R. **Radiação UV-C e cloreto de cálcio na qualidade pós-colheita de jaboticaba ‘sabará’**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2015.

GARCIA, L. G. C. **Desenvolvimento fisiológico e conservação pós-colheita de jaboticaba**. 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

HENRIQUE, C. M. *et al.* Determination of shelf-life of jaboticaba's fruits cv. ‘sabará’. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 320-327, 2015. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/viewFile/328/254>. Acesso em: 15 jan. 2021.

LIMA, A. J. B. *et al.* Sugars, organic acids, minerals and lipids in jaboticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 540-550, 2011.

MOTA, W. F. D. *et al.* Influência do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jaboticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 49-52, 2002.

NASCIMENTO, T. P. **Estudo de viabilidade de espécies de jaboticaba para comercialização extensiva**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, A. L. *et al.* Caracterização tecnológica de jaboticabas ‘Sabará’ provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 397-400, 2003.

OLIVEIRA, L. F.; ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R. Desenvolvimento, caracterização de filmes comestíveis de fécula de mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) e sua aplicação em frutos de jaboticaba. **Boletim**

do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 265-280, 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/25505>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SANCHES, A. G. *et al.* Qualidade e resistência pós-colheita de jaboticabas tratadas com ácido salicílico. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 4, p. 28-40, 2015.

SILVA, E. *et al.* Aplicação de cobertura de quitosana em jaboticabas. **Agrarian**, Dourados, v. 10, n. 38, p. 363-370, dez. 2017. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/7046>. Acesso em: 15 jan. 2021.

TEIXEIRA, G. H. A. *et al.* Changes in the quality of jaboticaba fruit (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg. cv. Sabará) stored under different oxygen concentrations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 91, n. 15, p. 2844-2849, 2011.

VIEITES, R. L. *et al.* Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 362-375, 2011.

WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Aspects of the sensorial quality and nutraceuticals of *Plinia cauliflora* fruits. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 39, n. 4, Oct./Dez. 2017.

WU, S. B.; LONG, C.; KENNELLY, E. J. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Research International**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 148-159, 2013. Disponível em: <https://essentia.com.br/images/artigos/ativos-2017/jaboticaba.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ZANELA, J. *et al.* Aplicação de diferentes concentrações de biofilmes de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de jaboticabas. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 5.; ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4., 2010, Pelotas. **Resumos** [...]. Pelotas: Embrapa, 2010.

ZERBIELLI, L. *et al.* Diversidade físico-química dos frutos de jaboticabeiras em um sítio de ocorrência natural. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 1, p. 107-116, 2016.

JABUTICABA: CARACTERÍSTICAS & APLICAÇÕES TECNOLOGICAS

Bruna Raquel Boger

Kelen Fabiana Cavalli

Carline Marquetti

Ellen Porto Pinto

Ivane Benedetti Tonial

Luciano Lucchetta

Introdução

O cultivo comercial de frutas nativas é ainda pouco expressivo. Na maioria das espécies, ocorre a exploração extrativista ou o cultivo com características de produção agroecológica. Essas características se relacionam com a qualidade nutricional e funcional dos produtos, e com a atual preocupação dos consumidores com alimentos mais seguros, produzidos em sistemas ecológicos. Assim, desencadeiam-se oportunidades em que o sistema de produção agroecológico tenha sua área aumentada, caracterizada principalmente pela atividade de agricultura familiar.

Tem-se notado que o trabalho de domesticação e seleção de germoplasma, para cultivo em pomares homogêneos, ainda levará anos. No entanto, considera-se importante o aproveitamento da matéria-prima na mata, cultivada em condições naturais, desde que sejam respeitadas as legislações ambientais, permitindo, assim, a promoção dos sistemas orgânicos de produção. Nesse sentido, a implantação de reserva legal nas propriedades, em sistemas agroflorestais compostos por fruteiras nativas, pode constituir uma alternativa de renda à propriedade familiar.

Grupos de pesquisadores que estudam frutas nativas têm se dedicado para a caracterização e inserção de fruteiras nativas no complexo produtivo, o que abrange desde a propagação, o melhoramento genético e a fitotecnia, até os aspectos de pós-colheita e processamento dos frutos.

No Brasil, parte da produção de frutas nativas é consumida pelas populações locais, porém grande parcela da produção é desperdiçada durante a colheita, além da curta vida pós-colheita e da falta de aplicação dessas frutas como produtos processados.

A preocupação cada vez mais evidente com o uso de componentes sintéticos em alimentos tem levado a indústria alimentar a buscar novas fontes nutricionais e de compostos naturais (VEGGI; SANTOS; MEIRELES, 2011), o que contribui para uma maior utilização, aplicação e consumo dessas frutas.

Muitos dos constituintes que integram os alimentos funcionais são substâncias bioativas, que pertencem ao grupo de compostos provenientes do metabolismo secundário das plantas. Esses são chamados de compostos fitoquímicos e podem ser considerados altamente ativos em termos nutricionais, fisiológicos e medicinais, cujas atividades são atribuídas aos extratos e seus ingredientes ativos (CAVALCANTI; VEGGI; MEIRELES, 2011).

O conhecimento apresentado até o momento oferece dados gerais sobre as características das frutas, como é o caso da jabuticaba. Alguns estudos têm apontado que as cascas da jabuticaba apresentam atividades biológicas devido à sua composição, dentre as quais se destacam os compostos com atividades antioxidantes, principalmente as antocianinas (DANNER *et al.*, 2011; SANTOS; VEGGI; MEIRELES, 2012). Esses compostos são pigmentos naturais, que podem ser considerados potenciais substitutos para os corantes alimentícios sintéticos (VEGGI; SANTOS; MEIRELES, 2011), encontrados abundantemente na casca da jabuticaba, que, na maioria das vezes, são descartadas no consumo *in natura*.

Além de ser fonte de compostos bioativos, a jabuticaba apresenta alto valor nutricional, revelando ser fonte de fibras, vitaminas e minerais.

Características físico-químicas da jaboticaba

No processamento da jaboticaba, normalmente, utiliza-se a polpa e descarta-se a casca e a semente. No entanto, a casca possui significativa quantidade de nutrientes e vitaminas. As avaliações de composição proximal das frações da jaboticaba mostram o potencial que cada uma possui como valor alimentar. Estudos científicos são realizados com o intuito de caracterizar e apresentar o efeito benéfico que essas frutas apresentam.

Em estudos com diferentes frações de jaboticaba (casca e fruto inteiro), de duas espécies, *Plinia cauliflora* e *P. jaboticaba*, Boari Lima *et al.* (2008) descreveram que a composição físico-química das frações difere em alguns componentes, com destaque para os percentuais de proteína e fibra alimentar nas cascas. Além da diversidade de espécies de jaboticabeiras, a região onde são produzidas também influencia na composição nutricional da fruta. Esse fato foi comprovado por Oliveira *et al.* (2003), que avaliaram jaboticabas sabará cultivadas em diferentes regiões do estado de São Paulo, as quais apresentaram diferenças em suas características físico-químicas.

A casca apresenta características medicinais e tem sido usada na medicina popular para o tratamento de diarreias, de irritações da pele, de inflamação dos intestinos e hemoptise, além de ter propriedades antiasmáticas (SANTOS; MEIRELES, 2009).

Além do aproveitamento medicinal, essa porção da fruta pode ser empregada para o incremento de componentes bioativos em diversos tipos de alimentos. Uma forma de aplicação tecnológica da casca da jaboticaba é a produção de farinhas, mediante processo de secagem e, posteriormente, trituração e peneiramento. Em (I), apresenta as características físico-químicas da casca da jaboticaba *in natura* e de sua farinha, considerando estudo realizado por Marquetti (2014).

VARIÁVEIS ANALISADAS	AMOSTRAS ¹		
	CASCA	FARINHA	CV (%) ²
UMIDADE (g 100 g ⁻¹)	78,69 ^a	8,63 ^b	0,30
CINZAS (g 100 g ⁻¹)	0,51 ^b	1,13 ^a	0,22
PROTEÍNA BRUTA (g 100 g ⁻¹)	2,31 ^b	3,77 ^a	0,29
LIPÍDEOS (g 100g ⁻¹)	0,85 ^b	1,54 ^a	0,49
FIBRA TOTAL (g 100 g ⁻¹)	2,30 ^b	5,81 ^a	0,22
CARBOIDRATOS (g 100 g ⁻¹)	15,34 ^b	79,05 ^a	0,18
VALOR CALÓRICO (kcal 100 g ⁻¹)	78,00 ^b	345,00 ^a	0,13
ACIDEZ TOTAL (g ÁCIDO CÍTRICO 100 g ⁻¹)	0,56 ^b	3,77 ^a	0,38
pH	3,77 ^a	2,81 ^b	0,34

(I)¹ Composição proximal da casca de jabuticaba e da farinha da casca.

A autora do estudo observou que a secagem da casca para a obtenção da farinha concentrou seus componentes pela eliminação da água. Quanto à umidade da farinha, o valor obtido encontra-se de acordo com o preconizado (5 a 15%) pela legislação brasileira (BRASIL, 2005), tornando-a adequada para aplicação em produtos alimentícios.

O resíduo mineral fixo (cinzas) da casca de jabuticaba, segundo Boari Lima *et al.* (2011), pode ser considerado fonte alternativa de minerais (ferro, potássio, magnésio, manganês, fósforo, cálcio e cobre). Os percentuais deste componente encontrado por Marquetti (2014) apresentam-se na casca, próximos aos valores expressos por Dessimoni-Pinto *et al.* (2011), sendo de 0,54 g 100 g⁻¹ e, por Silva *et al.* (2013), de 0,51 g 100 g⁻¹.

I Fonte: Marquetti (2014).

Notas:

¹ Todos os resultados estão expressos em massa fresca (MF). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão expressos pela média; letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

² CV: coeficiente de variação.

Quanto aos teores de proteína, a casca de jabuticaba e a farinha de casca de jabuticaba apresentaram teores inferiores quando comparados aos de alimentos utilizados comumente como fonte proteica, como milho e o farelo de soja. Marquetti (2014) também observou baixo percentual de gordura, o que pode ser ponto positivo quando se objetiva formular alimentos saudáveis.

No entanto, ficou comprovado no estudo de Marquetti (2014) que os valores de fibras encontrados na farinha da casca da jabuticaba podem classificá-la como alimento fonte deste constituinte, pois, de acordo com a Anvisa (Portaria n.º 31/1998 – Brasil, 1998), enquadra-se dentro da faixa descrita, estipulada de 3,0 a 6,0 g 100 g⁻¹. Assim, aplicada em produtos alimentícios, a farinha em questão poderá incorporar fibras ao produto final.

Além disso, um considerável percentual de carboidratos é observado tanto na casca quanto na farinha de jabuticaba (I), com valor significativamente maior para a farinha, podendo estar relacionado com a presença de compostos bioativos de natureza antioxidante que se apresentam, muitas vezes, ligados aos açúcares.

No estudo também se observou que a casca de jabuticaba apresentou baixo conteúdo energético quando comparado com o da farinha (I), o que se deve ao processo de secagem, que concentrou os componentes sólidos como os carboidratos (açúcares), lipídeos e proteínas. No entanto, o fator energético da farinha de casca de jabuticaba apresentou valores próximos a outros tipos de farinhas geralmente consumidas pela população, como a farinha de trigo e a farinha de milho. Com base nesses dados, pode-se inferir que a aplicação desta farinha no processamento de alimentos para a incorporação de compostos bioativos não altera de modo significativo os padrões de identidade e qualidade do modelo escolhido.

Os teores de potencial hidrogeniônico (pH) e acidez encontrados na casca e na farinha de casca de jabuticaba, embora apresentem pequena variação quando relacionados, principalmente, aos demais tipos de farinha, não interferiram nas propriedades físicas e sensoriais do produto quando aplicados nele.

Compostos bioativos e benefícios da jabuticaba

O estilo de vida mais saudável, que vem sendo praticado pela população, exige uma dieta baseada no consumo de frutas, vegetais e alimentos que apresentam características de funcionalidade. Essas exigências têm levado as indústrias alimentícias e os pesquisadores a desenvolverem produtos que satisfaçam essas necessidades.

A escolha pela alimentação saudável e pelas dietas ricas em alimentos funcionais vem liderando o mercado de consumo, devido às suas propriedades de contribuir com a redução de incidência de doenças do coração, câncer e distúrbios neurológicos. Muitos dos produtos químicos que constituem os alimentos funcionais são substâncias bioativas, pertencentes ao grupo de compostos provenientes do metabolismo secundário das plantas. Esses são chamados de compostos fitoquímicos e podem ser considerados altamente ativos em termos nutricionais, fisiológicos e medicinais (CAVALCANTI; VEGGI; MEIRELES, 2011).

O Brasil, apesar de ser considerado um dos países com a maior biodiversidade do mundo, muitas vezes é ineficiente no uso de seus recursos naturais (CAVALCANTI; VEGGI; MEIRELES, 2011). Como forma de aproveitamento desses recursos, estudos indicam o aproveitamento de ingredientes naturais obtidos das plantas (caule, folha, polpa, semente, casca e raiz), os quais podem apresentar atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e anticancerígena.

Nesse sentido, coprodutos gerados pela indústria processadora de frutas podem conter maior teor de compostos bioativos nas sementes e nas cascas, quando relacionadas à polpa; essa especificidade aplica-se diretamente à fruta da jabuticabeira (SILVA *et al.*, 2010). A jabuticaba possui alto teor de taninos, vitamina C e conteúdo de flavonoides, mais especificamente antocianinas, em sua casca (CAVALCANTI; VEGGI; MEIRELES, 2011; DANNER *et al.*, 2011; WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2017). Isso significa possuir considerável potencial antioxidante e, assim, ter papel na prevenção de muitas

doenças relacionadas com o estresse oxidativo. As cascas de jaboticaba apresentam atividades biológicas (antioxidante, antirradical), devido a componentes fenólicos presentes em sua composição (SANTOS; VEGGI; MEIRELES, 2010).

Testes *in vitro* foram realizados utilizando extratos de casca de jaboticaba em células humanas com algum tipo de câncer, nos quais se verificou redução de 50% no crescimento de células de leucemia e células de câncer de próstata (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012). Santos, Veggi e Meireles (2012) demonstraram que as cascas de jaboticaba parecem ser uma fonte promissora de compostos antioxidantes, incluindo antocianinas, que, por serem compostos coloridos e naturais, podem substituir corantes alimentares sintéticos.

Estudos *in vitro* e *in vivo* relataram que as antocianinas podem atenuar o estresse oxidativo no processo aterosclerótico (YI *et al.*, 2010) e reduzir a injúria oxidativa das células endoteliais vasculares (CHANG *et al.*, 2006).

A casca de jaboticaba pode ser fonte de fibra alimentar solúvel e insolúvel (BOARI LIMA *et al.*, 2008). A fibra solúvel pode eliminar gorduras, evitando que sejam absorvidas pelo intestino. Ela também retarda a absorção de carboidratos e ajuda a diminuir as taxas de lipoproteína de baixa densidade (LDL), considerado o colesterol ruim. A fibra insolúvel tem como principal função regular o funcionamento do intestino (CONHEÇA..., 2009).

A casca da jaboticaba é a principal fonte de compostos bioativos (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012). No estudo realizado por Marquetti (2014), avaliaram-se os compostos bioativos da jaboticaba e da farinha da casca de jaboticaba (FCJ), os quais são apresentados em (2).

COMPOSTOS BIOATIVOS	AMOSTRAS ¹		
	CASCA	FARINHA	CV (%) ⁶
FENÓIS TOTAIS (g AGE 100 g ⁻¹) ²	1,19 ^b	2,45 ^a	0,55
FLAVONÓIDES TOTAIS (mg CE 100 g ⁻¹) ³	53,43 ^b	110,97 ^a	1,64
ANTOCIANINAS TOTAIS (mg Cy-3-GLICOSÍDEO 100 g ⁻¹) ⁴	32,58 ^b	41,93 ^a	1,71
TANINOS CONDENSADOS (g 100g ⁻¹)	4,94 ^b	6,47 ^a	9,57
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE -EC ₅₀ ² (g g ⁻¹ DPPH) ⁵	1,61 ^a	0,85 ^b	0,79

(2)¹ Compostos bioativos e atividade antioxidante da casca de jabuticaba e da farinha da casca.

No estudo, a autora registra que a casca e a farinha de casca de jabuticaba apresentam teores elevados de compostos fenólicos (fenóis totais, flavonoides totais, antocianinas totais e taninos condensados) e, assim como os componentes da composição proximal, esses compostos tenderam a se concentrar pela desidratação da casca da fruta, para obtenção da farinha. A manutenção dos compostos bioativos na farinha é de grande importância para sua aplicação em modelos alimentícios, uma vez que pode incrementar o produto como ingrediente bioativo.

A geleia de casca de jabuticaba, elaborada por Desimoni-Pinto *et al.* (2011), da mesma forma, manteve níveis significativos de compostos fenólicos (1,01 g AGE 100 g⁻¹), assim como frutos liofilizados e extraídos com a mistura de metanol e ácido acético. Quando se compara a quantidade de fenóis totais da casca de jabuticaba com outras frutas fre-

Notas:

¹ Todos os resultados estão expressos em Massa Fresca (MF); as análises foram realizadas em triplicata e os resultados estão expressos pela média; letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

² AGE: Ácido Gálico Equivalente.

³ CE: Catequina Equivalente.

⁴ Cy: Cianidina.

⁵ EC₅₀: Equivalent Concentration (amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH).

⁶ CV: Coeficiente de Variação.

quentemente consumidas pela população (abacaxi, banana, laranja, mamão, tangerina), nota-se que esta casca contém quantidades significativamente maiores destes compostos, revelando que a inserção da jabuticaba na alimentação diária da população brasileira poderá enriquecer o consumo de compostos biologicamente ativos. Isso poderia influenciar beneficemente na saúde da população.

A manutenção de grande parte dos taninos condensados, presentes na casca da jabuticaba, faz com que a farinha seja considerada ingrediente potencial para a elaboração de alimentos que proporcionem benefícios à saúde do consumidor.

Os teores de compostos fenólicos devem se traduzir em potencial atividade antioxidante. Nesse sentido, os níveis encontrados por Marquetti (2014) foram valores expressivos, tanto na casca como na farinha de jabuticaba, sendo esse um resultado esperado devido à concentração dos compostos bioativos, relatados anteriormente no processo de secagem, os quais provavelmente determinaram o potencial antioxidante. Tais resultados demonstraram potencial antioxidante em ambas as amostras analisadas, favorecendo o uso da casca de jabuticaba para agregar em produtos alimentares propriedades benéficas à saúde, relacionadas à atividade antioxidante.

Algumas pesquisas revelaram resultados superiores para cascas de jabuticaba liofilizadas ($4,54.10^{-5} \text{ g g}^{-1}$ DPPH) (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012), extratos metanólicos de jabuticaba ($1,94.10^{-2} \text{ g g}^{-1}$ DPPH) (REYNERTSON *et al.*, 2008) e extratos etanólicos da jabuticaba ($4,70.10^{-5} \text{ g g}^{-1}$ DPPH) (HAMINIUK *et al.*, 2011). A liofilização é o processo de secagem que permite menores perdas de compostos orgânicos bioativos, por não utilizar alta temperatura. A atividade oxidante observada nos estudos é relatada também por Silva *et al.* (2010A), ao utilizarem extratos de casca fresca de jabuticaba para a formulação de corantes em diferentes condições de extração e método analítico de quantificação. Como comparação, cita-se Kuskoski *et al.* (2006) que, ao caracterizarem a polpa de diversos frutos de cor púrpura (amora, uva, açaí e jambolão), obtiveram resultados inferiores de potencial antioxidante.

Aplicações tecnológicas da jabuticaba

Sendo um fruto versátil e com vida de prateleira extremamente curta, a jabuticaba é geralmente consumida na forma *in natura* no período de safra. Para estender seu consumo para além desse período, produtos vêm sendo desenvolvidos e avaliados, a fim de se manter os benefícios da fruta durante todo o ano. A seguir, são apresentados estudos tecnológicos de desenvolvimento de produtos, utilizando a jabuticaba ou resíduos da fruta (borra e casca) com o intuito de aproveitar e incorporar seus compostos bioativos em variados produtos alimentícios.

Alguns desses estudos foram realizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), os quais enfocaram o aproveitamento de jabuticaba e sua aplicação tecnológica em produtos alimentícios.

Com o objetivo de incorporar compostos bioativos em sorvete, Böger (2013) desenvolveu extratos aquosos de cascas de jabuticaba em diferentes concentrações, seguido da avaliação de sua composição físico-química, microbiológica e de compostos bioativos, tanto no extrato quanto no sorvete. Para a elaboração dos extratos de cascas de jabuticaba, a referida autora utilizou diferentes processos, variando o tempo de trituração da casca de jabuticaba e o uso de peneiramento. Foi verificado que o extrato com maiores concentrações de compostos bioativos (compostos fenólicos e antocianinas), foi aquele submetido ao menor tempo de trituração e não peneirado. Uma explicação para esse fato, segundo a autora, é que os compostos fenólicos podem se associar às fibras contidas na casca da jabuticaba, retendo estes componentes.

Posterior à avaliação dos extratos, deu-se a preparação do sorvete, utilizando como ingredientes leite em pó, açúcar, liga neutra, creme de leite, leite pasteurizado e o extrato de cascas de jabuticaba com o maior teor de compostos bioativos, nas quantidades de 5, 10 e 15%. Em (3), mostra-se o fluxograma do processo de obtenção do sorvete.

A utilização de extrato de cascas de jabuticaba na elaboração de sorvete incrementou os teores de compostos

fenólicos e de atividade antioxidante, o que possibilita sua utilização como alternativa para o uso integral da fruta. Em (4), apresenta-se os sorvetes elaborados com 5, 10 e 15% de extratos de cascas de jaboticaba.

Partindo-se da metodologia de elaboração de extrato de casca de jaboticaba elaborado por Böger (2013), Kaipers (2014) desenvolveu extratos aquosos, utilizando as cascas de jaboticaba e a fruta inteira para a aplicação em massa alimentícia fresca tipo talharim. Para a obtenção da massa, foram utilizados ingredientes como farinha de trigo, sal, água, extrato de jaboticaba (extratos da casca e da fruta nos percentuais de 20, 30 e 40%) e ácido cítrico. Em (5), mostra-se o fluxograma representante do processo de obtenção da massa.

Os resultados deste estudo revelaram que a massa fresca tipo talharim, adicionando 40% de extratos, tanto da casca como da fruta inteira, possibilitaram teores de compostos fenólicos totais superiores às demais concentrações. No entanto, a massa obtida por meio do extrato da fruta inteira foi superior à adicionada do extrato da casca. O produto elaborado apresentou boa qualidade, tendo diferencial em função da presença de compostos bioativos. Isso pode servir de estímulo para a indústria, tanto para o aproveitamento de coprodutos, como a casca, quanto no aproveitamento dos frutos maduros. Em (6), apresenta-se a massa alimentícia tipo talharim incorporada dos extratos de jaboticaba (40%).

Ainda, visando à utilização da casca da jaboticaba e, conhecendo seus benefícios quanto à presença de compostos bioativos, Marquetti (2014) desenvolveu farinha de casca de jaboticaba para a incorporação em biscoitos tipo *cookie*. Foram realizadas substituições de 2,5, 5 e 7,5% de farinha de trigo integral por farinha de casca de jaboticaba. Foram utilizados para a elaboração do biscoito os seguintes ingredientes: farinha de trigo integral, farinha de casca de jaboticaba, açúcar mascavo, açúcar branco, aveia em flocos, amido de milho, fermento químico, margarina, ovos e essência de baunilha, os quais foram devidamente misturados até a obtenção de uma massa homogênea. A massa foi então moldada, assada e resfriada, conforme o fluxograma do processo descrito em (7).

A autora descreve que a farinha de casca de jabuticaba, após passar pelo processo de aquecimento, manteve grande parte dos compostos presentes na casca, apresentando alto conteúdo de carboidratos e fenóis, além de ser fonte de fibras e ter alto potencial antioxidante. A substituição de até 7,5% de farinha de casca de jabuticaba foi sugerida na adição em biscoitos tipo *cookie* (8, 9, 10), pois resultou em maiores teores de compostos bioativos e nos maiores níveis de atividade antioxidante.

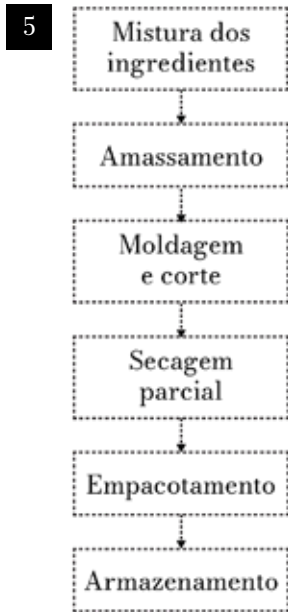


(3) ^{III} Processo de elaboração do sorvete com adição de cascas de jabuticaba.

(4) ^{III} A) sorvetes elaborados com 5%;
 B) sorvetes elaborados com 10%;
 C) sorvetes elaborados com 15%
 de extratos de casca de jabuticaba.

III Fonte: Böger (2013).





(5) ^{IV} Processo de elaboração de massa alimentícia fresca tipo talharim com adição de extratos de casca jabuticaba e da fruta inteira.

(6) A) massas alimentícias frescas tipo talharim padrão;
B) adição de 40% de extrato da casca de jabuticaba;
C) adição de 40% de extrato da fruta inteira.



(7) ^V Processo de elaboração de biscoito tipo *cookie* adicionado de farinha de casca de jabuticaba.

(8) ^V Casca de jabuticaba após secagem.

(9) ^V Farinha de casca de jabuticaba em flocos.

(10) ^V Biscoitos tipo *cookie* formulados por meio de substituições de farinha de trigo integral por farinha de casca de jabuticaba.

IV Fonte: Kaipers (2014).

V Fonte: Marquetti (2014).

Além destes estudos desenvolvidos na UTFPR, outras pesquisas e trabalhos de aplicação tecnológica da fruta e da casca de jabuticaba vêm sendo realizados por pesquisadores interessados em agregar valor nutricional a produtos alimentícios.

Com o intuito de agregar valor ao fruto da jabuticabeira, Boesso (2014) desenvolveu e avaliou o refresco de jabuticaba adoçado, utilizando como matéria-prima a fruta de *Plinia jaboticaba*, açúcar cristal e água duplamente filtrada. O estudo foi conduzido em duas etapas. Na primeira, o refresco foi desenvolvido com dois métodos de extração de sólidos solúveis (jabuticaba inteira e esmagada), combinados com diferentes concentrações de sólidos solúveis (10 °Brix, 12 °Brix e 14 °Brix). Na segunda, os refrescos de jabuticaba foram obtidos por meio da diluição do xarope da fruta (60 °Brix e 70 °Brix) para obtenção dos refrescos a 12 °Brix. Os refrescos não apresentaram diferenças significativas quando se comparou o método de extração (jabuticaba inteira e jabuticaba esmagada). No entanto, os refrescos com 12 e 14 °Brix foram mais apreciados pelos provadores. Na segunda etapa, as pontuações maiores foram para o refresco de jabuticaba proveniente da diluição do xarope 60 °Brix. Quanto às análises físico-químicas, os resultados apontaram que a variação no teor de sólidos solúveis dos xaropes interferiu significativamente em quase todos os parâmetros dos refrescos, bem como na aparência das bebidas.

Em outro trabalho, desenvolvido por Boesso (2017), procurou adequar o método de extração do suco de jabuticaba para utilizá-lo como matéria-prima no desenvolvimento de formulações de geleia convencional e *light*, priorizando a valorização dos teores de compostos fenólicos. O estudo foi elaborado em três etapas: a primeira, voltada para a extração do suco da fruta quente, utilizando a jabuticaba inteira e esmagada, em função do tempo de fervura; na segunda etapa, a autora realizou o ajuste tecnológico de diferentes formulações de geleia de jabuticaba, sendo divididas entre convencional e *light*; na terceira e última etapa, Boesso (2017) fez o processamento de cinco formulações de geleia de jabuticaba (uma convencional e quatro *light*), estudando a vida de prateleira do produto em função da

aceitação sensorial e da composição físico-química, bioquímica e microbiológica. Os resultados mostraram que o melhor método de extração do suco de jaboticaba integral foi aquele no qual foram utilizadas frutas inteiras e 15 minutos de fervura. Para a elaboração da geleia de jaboticaba convencional, a autora utilizou o suco integral da fruta; para a produção de geleia *light*, utilizou o suco da fruta diluído. Os teores de compostos fenólicos foram superiores aos mencionados na literatura, para todas as formulações de geleia. Não ocorreu contaminação microbiológica nas geleias até os 120 dias de armazenamento, apresentando qualidade satisfatória ao consumo. Sensorialmente, a geleia convencional foi a mais aceita pelo consumidor, evidenciando potencial valor comercial.

Considerando o alto teor de antocianinas na casca da jaboticaba, Valente (2015), desenvolveu uma bebida isotônica com a aplicação de extrato de jaboticaba. No período de armazenamento de 60 dias, a bebida não apresentou alterações às temperaturas testadas. Quanto às antocianinas e à atividade antioxidante, o estudo revelou que o conteúdo de compostos bioativos foi determinante no tempo de vida útil das bebidas, com a temperatura e a luz afetando sua estabilidade e coloração. A condição de refrigeração (4 °C) e a ausência de luz foram eficientes no armazenamento dessas bebidas. Ao realizar o teste de aceitação, a bebida apresentou boa aceitabilidade.

Levando em consideração a presença de compostos fenólicos na jaboticaba, principalmente na casca, Geöcze (2007) elaborou licores, tendo como objetivo a extração desses compostos da fruta. Para isso, o autor desenvolveu três tipos de licores, denominados A, B e C. O licor A foi obtido por maceração alcoólica simples. Para a preparação do licor B, as frutas foram previamente submetidas, durante 10 minutos, ao tratamento térmico de 60 °C, sendo levadas à maceração alcoólica e, posteriormente a esse processo, adicionou-se o xarope de glicose no produto. Para obtenção do licor C, o autor submeteu os frutos à desidratação osmótica com açúcar e com o xarope produzido, sendo então levados à maceração alcoólica. O licor A apresentou menor quantidade de compostos fenólicos, enquanto o licor B apresentou a menor quantidade de antocianinas, e

a maior capacidade antioxidante foi verificada no licor C. Nos testes de aceitação, verificou-se que as três formulações apresentaram mais de 80% de aceitabilidade.

Silva *et al.* (2008) avaliaram e compararam a composição química de fermentados alcoólicos produzidos de maneira artesanal por pequenos produtores de Minas Gerais – durante cinco safras, de 2002 a 2006. Como resultado, os pesquisadores relataram que os fermentados de jabuticaba apresentaram acidez total elevada, levando-se em consideração a legislação para vinhos de mesa. Quanto ao teor alcoólico, todas as amostras enquadraram-se dentro do padrão legal à legislação específica de fermentados de fruta (Decreto n.º 2314, de 4 de setembro de 1997) após a implementação de programas de qualidade e de algumas técnicas enológicas, realizadas junto aos produtores.

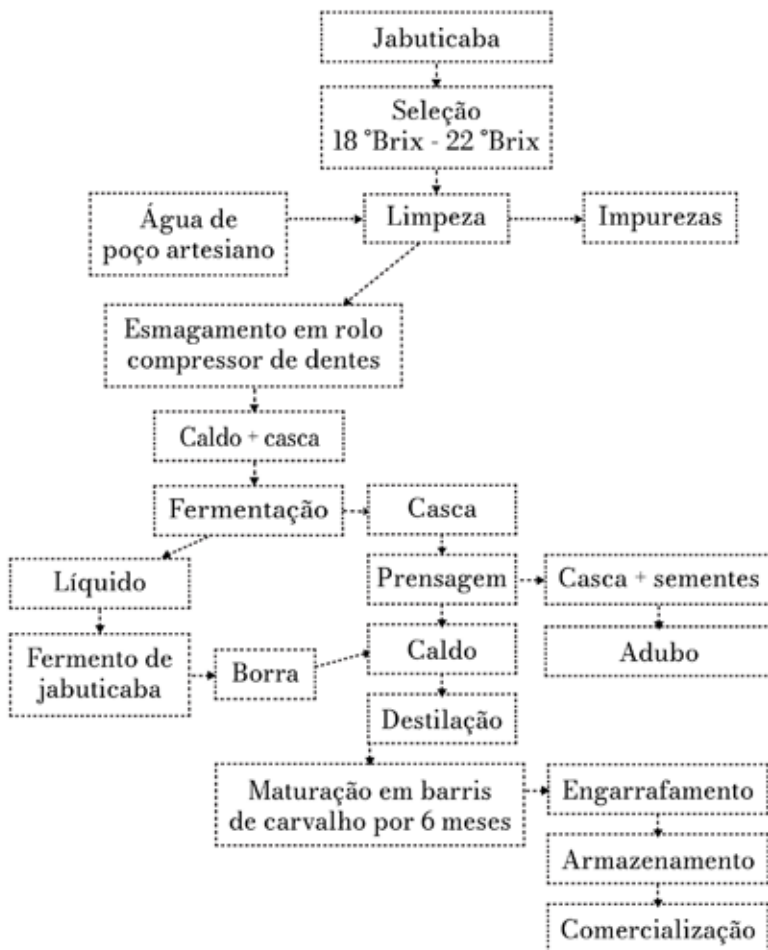
Neves (2016) produziu bebidas fermentadas e licores de jabuticaba, além de caracterizar os compostos fenólicos, aminoácidos, ácidos orgânicos e voláteis das bebidas. O autor desenvolveu três fermentados com diferentes tempos de maceração (24, 48 e 72 horas) e dois licores, um utilizando jabuticaba e cachaça e outro utilizando jabuticaba e álcool de cereais. O fermentado alcoólico produzido com 24 horas de maceração apresentou qualidade química inferior aos demais fermentados, devido à baixa concentração de fenólicos e à baixa capacidade de armazenamento. Os fermentados também apresentaram teores elevados de antocianinas e de ácidos orgânicos (málico, cítrico, succínico, láctico e acético). Os licores apresentaram maiores concentrações de aminoácidos e compostos fenólicos totais. No entanto, as bebidas fermentadas e os licores apresentaram capacidade antioxidante semelhante. Na pesquisa, o autor identificou 106 compostos voláteis. O licor obtido por meio da cachaça foi aquele que apresentou maior número de compostos, resultando em uma maior complexidade do aroma. Essas bebidas de jabuticaba apresentaram, de acordo com Neves (2016), qualidade química e segurança para o consumo, estando livres de contaminantes e substâncias consideradas nocivas.

Asquieri, Silva e Cândido (2009), visando o aproveitamento de coprodutos da jabuticaba (casca e borra), desenvolveram aguardente e avaliaram suas características. O estudo desenvolvido por esses autores teve como objetivo produzir aguardente de jabuticaba, por meio do coproduto da fabricação do fermentado de jabuticaba, verificando sua qualidade mediante análises físico-químicas e, posteriormente, em comparação aos padrões de aguardente de frutas existentes na legislação brasileira. O processo tecnológico para produção da bebida pode ser visualizado em (11).

Como resultado, os pesquisadores relataram que o teor de ésteres se apresentou acima do preconizado pela legislação de outras aguardentes de frutas. As demais variáveis não apresentaram valores discrepantes. A aguardente produzida por meio de cascas e borra de jabuticaba é uma alternativa para produtores rurais que cultivam a jabuticaba, evitando-se perdas pós-colheita e durante a safra.

O estudo realizado por Lage *et al.* (2017) traz, de forma simples, a elaboração completa de um prato em que a jabuticaba é o componente principal, visando maximizar a utilização do fruto. Os autores utilizaram a casca da jabuticaba para a elaboração de geleia e as sementes da fruta para a elaboração de farinha – substituindo a farinha de trigo –, utilizada na preparação de massa alimentícia tipo ravióli. Em (12), mostra-se a elaboração da geleia e, em (13), a elaboração da massa alimentícia tipo ravióli.

11



(11)^{VI} Diagrama de fluxo para fabricação de aguardente de jabuticaba.

(12)^{VII} Produção de geleia de jabuticaba.

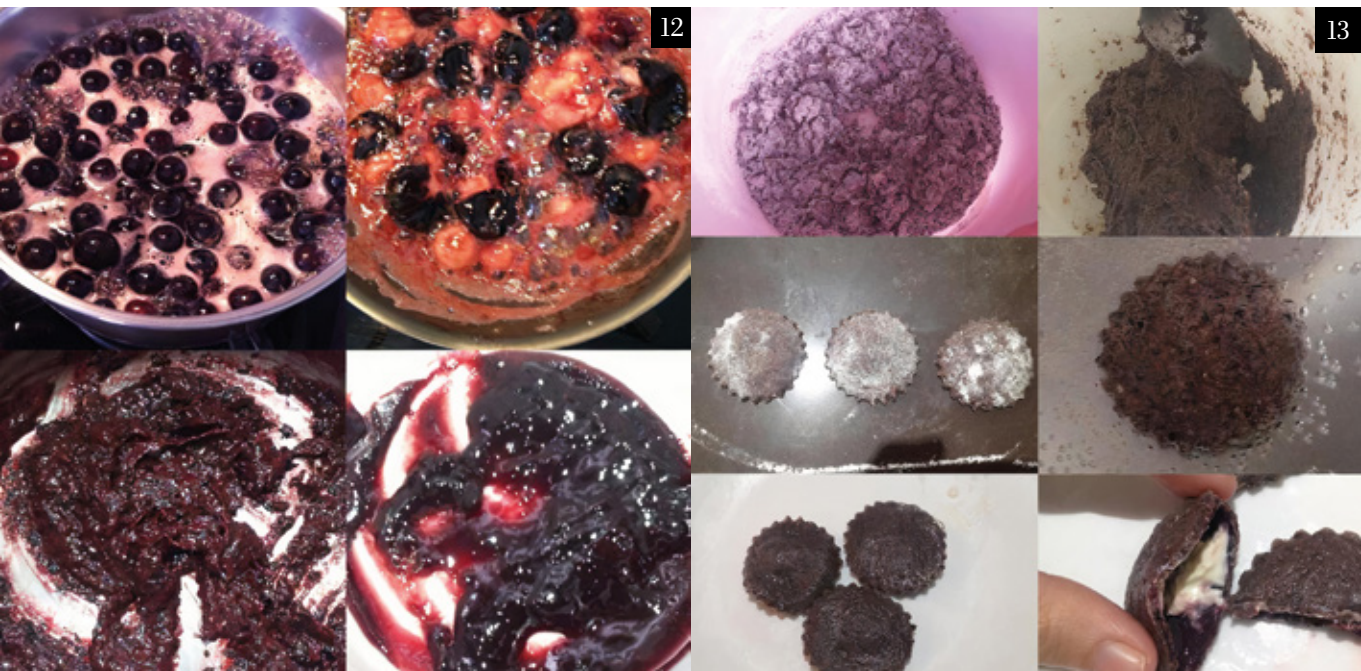
(13)^{VI} Produção de massa alimentícia tipo ravióli.

VI Fonte: Asquieri, Silva e Cândido (2009).

VII Fonte: Lage *et al.* (2017).

A jabuticaba pode ser aproveitada integralmente e, com isso, agrega-se valor nutricional aos pratos. Rezende (2011) elaborou e avaliou uma geleia de jabuticaba produzida por meio de extrato aquoso. Duas formulações foram desenvolvidas, ambas com frutos processados por 15 ou 60 segundos em processador mecânico, sendo adicionado açúcar cristal na mesma proporção de peso (50% açúcar e 50% extrato) e, posteriormente, aquecidos para a obtenção da geleia. As geleias cujos frutos foram submetidos a um minuto de processamento apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos e a melhor avaliação sensorial.

Pereira (2014) produziu *Petit Suisse* probiótico com retenção de soro, estudando a ação antioxidante do extrato de casca de jabuticaba em comparação aos antioxidantes de ácido ascórbico, cisteína e glicose oxidase. O extrato de jabuticaba adicionado ao *Petit Suisse* probiótico foi bastante eficiente na manutenção da contagem das culturas de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium lactis*, ao longo de 28 dias de estocagem em refrigeração. O *Petit Suisse* acrescido do extrato também apresentou menor valor de pH final e maior produção de ácidos orgânicos, o que pode estar relacionado com a maior atividade antioxidante do extrato em relação aos demais antioxidantes estudados, favorecendo o metabolismo das culturas probióticas. Além



disso, o *Petit Suisse* com extrato teve uma boa aceitação por possíveis consumidores do produto, obtendo elevada intenção de compra.

Batista (2015), com intuito de aproveitamento da jabuticaba, elaborou um iogurte acrescido de geleia de jabuticaba e enriquecido com fibras pela adição de chia e biomassa de banana verde. Sensorialmente, todos os atributos avaliados apresentaram-se dentro da escala de aceitação (médias acima de 6,8%) e tiveram avaliação positiva no teste de intenção de compra. Em termos físico-químicos, o iogurte com adição de geleia com chia (1%) apresentou maior conteúdo proteico e de fibras, podendo ser utilizado para a inserção de fibras na alimentação humana.

Ribeiro *et al.* (2016) desenvolveram e caracterizaram um iogurte, adicionando geleia de casca de jabuticaba e de *Lactobacilos acidophilus* LA-3, assim como analisaram suas características microbiológicas e físico-químicas. As amostras de iogurte sem adição de cultura se diferenciaram daquelas adicionadas de cultura probiótica em relação ao pH, acidez, extrato seco e umidade. O iogurte contendo geleia de casca de jabuticaba pode ser utilizado como substrato potencial para *L. acidophilus* LA-3 e para as culturas lácticas, uma vez que essas se mantiveram com elevada viabilidade celular durante a vida de prateleira. Além disso, o produto elaborado pode ser considerado de dupla funcionalidade, por unir as características das culturas e da casca de jabuticaba.

Como forma de aumentar o tempo de vida útil da jabuticaba, que é em torno de três dias, além de agregar valor à fruta fresca, Garcia (2014) realizou desidratação osmótica, seguida de secagem convectiva da casca desta fruta, a fim de aproveitar o coproduto para a elaboração de casca de jabuticaba passa e cristalizada. Por meio da desidratação osmótica com solução de sacarose a 70 °Brix e temperatura a 60 °C, seguida do processo de secagem a 60 °C durante quatro horas, obtiveram-se cascas de jabuticaba passa e cristalizada com teor médio de umidade de 23% e baixa atividade de água. As jabuticabas passas e cristalizadas apresentaram-se dentro dos limites microbiológicos estabelecidos pela legislação sanitária durante o período de armazenamento. Igualmente, a temperatura

de secagem afetou as concentrações de compostos bioativos (antocianinas e compostos fenólicos) e, conseqüentemente, o potencial antioxidante. A desidratação de casca de jaboticaba é uma alternativa viável para diminuir o desperdício causado pelas grandes perdas durante a safra, além de ser um produto de elevado valor nutricional.

Zago (2014) desenvolveu farinha de casca de jaboticaba para incrementar biscoito tipo *cookie* – em substituição a farinha de trigo e a farinha de aveia – na alimentação escolar. O mesmo estudo avaliou o aspecto tecnológico, tanto da farinha quanto dos biscoitos tipo *cookie* elaborados. Demonstrou-se que os *cookies* com maior proporção de farinha de casca de jaboticaba possuíam espessuras menores que formulações com maior proporção de farinha de aveia e farinha de trigo. Também absorveram mais água e apresentaram redução nos parâmetros que avaliam a cor instrumentalmente. Sensorialmente, ambas as formulações (*cookie* padrão e o *cookie* com farinha de casca de jaboticaba) tiveram boa aceitação. O autor conclui que a incorporação da farinha de casca de jaboticaba em *cookie* aumenta os benefícios à saúde, visto que possui atividade antioxidante e fibras alimentares.

Considerações finais

Em relação ao aproveitamento de jaboticaba no processamento e obtenção de alimentos, muitos trabalhos têm se dedicado em buscar alternativas. Como relatado, a maior parte dos experimentos tem-se concentrado na estratégia de conservação *in natura*, como também na utilização como ingrediente ou como base na produção de alimentos. Sua casca possui um potencial nutricional biológico ativo significativo, possibilitando a produção de alimentos com essas propriedades. Nos estudos com a jaboticaba, busca-se avaliar as características qualitativas, assim como os compostos bioativos da casca e de outros derivados da fruta, buscando viabilizar uma posterior aplicação em outros alimentos. A casca demonstra ser uma boa fonte de compostos fenólicos, dentre eles antocianinas, flavonoides e taninos condensados, reforçando que a composição apresentou teores considerá-

JABUTICABEIRAS

veis de atividade antioxidante, tanto no sequestro como na interação com radicais livres. Também apresenta conteúdos consideráveis de fibras e carboidratos. Deste modo, a farinha de casca de jabuticaba apresenta teores consideráveis de carboidratos, compostos fenólicos em geral e atividade antioxidante, além de ser fonte de fibras.◉

Referências

ASQUIERI, E. R.; SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jaboticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jaboticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 896-904, out./nov. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612009000400030&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 17 jan. 2021.

BATISTA, R. V. **Desenvolvimento de iogurte tipo “sundae” sabor jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (vell) berg) com adição de ingredientes funcionais para aporte de fibras**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2015. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/174>. Acesso em: 17 jan. 2021.

BOARI LIMA, A. J. *et al.* Caracterização do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

BOARI LIMA, A. J. *et al.* Sugars, organic acids, minerals and lipids in jaboticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 540-550, 2011.

BOESSO, F. F. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de refresco adoçado de jaboticaba**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90686>. Acesso em: 17 jan. 2021.

BOESSO, F. F. **Protocolo de produção, aceitabilidade e qualidade nutricional de geleia convencional e light de jaboticaba**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

BÖGER, B. R. **Elaboração de sorvete adicionado de extrato de cascas de jaboticaba (*Plinia cauliflora*): avaliação de compostos bioativos**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1194>. Acesso em: 17 jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC n° 263, de 22 de setembro de 2005. Aprovar o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 22 set. 2005. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005. Acesso em: 17 jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n° 31, de 13 de janeiro de 1998. Aprovar o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svsl/1998/prt0027_13_01_1998.html. Acesso em: 17 jan. 2021.

CAVALCANTI, R. N.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Supercritical fluid extraction with a modifier of antioxidant compounds from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) byproducts: economic viability. **Procedia Food Science**, [s. l.], v. 1, p. 1672-1678, 2011.

CHANG, Y. C. *et al.* Hibiscus anthocyanins-rich extract inhibited LDL oxidation and oxLDL-mediated macrophages apoptosis. **Food and Chemical Toxicology**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 1015-1023, 2006.

CONHEÇA todos os benefícios das fibra. **Minha Vida**, [s. l.], 13 ago. 2009. Disponível em: <http://www.minhavidacom.br/alimentacao/materias/10036-conheca-todos-os-beneficios-das-fibras>. Acesso em: 17 jan. 2021.

DANNER, M. A. *et al.* Germplasm characterization of three jaboticaba tree species. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 839-847, 2011.

DESSIMONI-PINTO, N. A. V. *et al.* Jaboticaba peel for jelly preparation: an alternative technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 864-869, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000400006. Acesso em: 17 jan. 2021.

GARCIA, L. G. C. **Aplicabilidade tecnológica da jaboticaba**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

GEÖCZE, A. C. **Influência da preparação do licor de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Vell berg) no teor de compostos fenólicos**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/URMR-74SNGD/1/andrea_carrara.pdf. Acesso em: 17 jan. 2021.

HAMINIUK, C. W. I. *et al.* Chemical, antioxidant and antibacterial study of Brazilian fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 46, p. 1529-1537, 2011.

KAIPERS, K. F. C. **Desenvolvimento de Massa alimentícia fresca tipo talharim adicionada de extratos de jaboticaba (*Plinia cauliflora*)**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6919>. Acesso em: 17 jan. 2021.

KUSKOSKI, E. M. *et al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LAGE, C. A. *et al.* A versatilidade do consumo da jaboticaba: descobrindo possibilidades de aproveitamento dessa fruta no dia a dia. **CES REVISTA**, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <https://seer.cesjf.br/index.php/cesRevista/article/view/1142/786>. Acesso em: 17 jan. 2021.

LEITE-LEGATTI, A. V. *et al.* Jaboticaba peel: antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Research International**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 596-603, 2012.

MARQUETTI, C. **Obtenção e caracterização de farinha de casca de jaboticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo cookie**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/830>. Acesso em: 17 jan. 2021.

NEVES, N. A. **Compostos fitoquímicos e bioativos em diferentes espécies, em licor e fermentado de jabuticaba (*Plinia jaboticaba* (DC) Berg)**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/9886>. Acesso em: 17 jan. 2021.

OLIVEIRA, A. L. *et al.* Caracterização tecnológica de jabuticabas ‘Sabará’ provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 397-400, 2003.

PEREIRA, E. P. R. **Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de Petit-suisse probiótico contendo extrato de casca de jabuticaba**. 2014. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

REZENDE, L. C. G. **Influência do processamento no teor de compostos fenólicos e na avaliação sensorial de geleia de jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* Vell. Berg)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

REYNERTSON, K. A. *et al.* Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 109, n. 4, p. 883-890, 2008.

RIBEIRO, L. R. *et al.* Desenvolvimento e caracterização de iogurte adicionado de gelejada da casca de jabuticaba e de cultura probiótica. **Higiene** [s. l.], v. 30, n. 262-263, 2016.

SANTOS, D. T.; MEIRELES, M. A. A. Jabuticaba as a source of functional pigments. **Pharmacognosy Reviews**, [s. l.], v. 3, n. 5, p. 127-132, 2009.

SANTOS, D. T.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of antioxidant compounds from Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 101, n. 1, p. 23-31, 2010.

SANTOS, D. T.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Optimization and economic evaluation of pressurized liquid extraction of phenolic compounds from jabuticaba skins. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 108, n. 3, p. 444-452, 2012.

SILVA, G. J. F. *et al.* Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jaboticaba (*Myrciaria ssp.*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 429-436, 2010.

SILVA, P. H. A. *et al.* Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*). **Química Nova**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 595-600, 2008.

SILVA, P. I. *et al.* Parameter optimization for spray-drying microencapsulation of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel extracts using simultaneous analysis of responses. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 117, p. 538-554, 2013.

VALENTE, J. A. S. **Bebida a base de permeado adicionado de extrato antocianico da casca da jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Vell. Berg):** elaboração e caracterização. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

VEGGI, P. C.; SANTOS, D. T.; MEIRELES, M. A. A. Anthocyanin extraction from Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) skins by different techniques: economic evaluation. **Procedia Food Science**, [s. l.], v. 1, p. 1725-1731, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211601X11002550>. Acesso em: 17 jan. 2021.

WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Aspects of the sensorial quality and nutraceuticals of *Plinia cauliflora* fruits. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 39, n. 4, p. 475-485, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212017000400475. Acesso em: 17 jan. 2021.

YI, L. *et al.* Structural requirements of anthocyanins in relation to inhibition of endothelial injury induced by oxidized low-density lipoprotein and correlation with radical scavenging activity. **FEBS Letters**, [s. l.], v. 584, n. 3, p. 583-590, 2010.

ZAGO, M. F. C. **Aproveitamento de resíduo agroindustrial de jaboticaba no desenvolvimento de formulação de cookie para a alimentação escolar.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

RECURSOS GENÉTICOS E MELHORAMENTO DE JABUTICABEIRAS

Moeses Andrigo Danner

Américo Wagner Júnior

Vanessa Padilha Salla

Idemir Citadin

Introdução

O cenário de subutilização e o aumento dos pomares de jabuticabeira podem ser alcançados por meio da disponibilização de mudas de cultivares melhoradas. Para obter esses cultivares, inicialmente, o foco poderia ser em testes de progênies, seleção e propagação e hibridações dirigidas entre acessos das coleções de germoplasma nas instituições de pesquisa brasileiras.

Estes trabalhos devem se aproveitar da alta diversidade genética das jabuticabeiras existentes, com descrição das diferenças fenotípicas entre as várias espécies e até mesmo entre os indivíduos de mesma espécie de jabuticabeira. Essa variabilidade deve garantir também a possibilidade de seleção de genótipos adaptados às mais variadas condições edafoclimáticas das regiões brasileiras. Esta é a vantagem de utilização e melhoramento de uma espécie dentro de seu centro de origem e domesticação.

Dentro deste conceito, convém salientar também a importância da conservação genética das jabuticabeiras, destacando-se três formas:

- A. manutenção da variabilidade genética *in situ*, evitando-se o desmatamento de áreas naturais que contêm jabuticabeiras com a criação de unidades de conservação públicas ou Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) nas áreas particulares;
- B. incentivo à manutenção de jabuticabeiras *on farm*, para aumentar a variabilidade dos plantios pela valorização econômica da jabuticaba e pelo fomento à troca de mudas entre os agricultores. Valorizando, nesse sentido, o programa de melhoramento genético participativo com a jabuticabeira, no qual os pesquisadores podem efetuar a seleção de plantas baseada nas experiências dos agricultores, de modo a efetivar e direcionar os trabalhos de melhoramento;
- C. manutenção e ampliação da base genética das coleções de germoplasma *ex situ*, existentes nas instituições de pesquisa. Além disso, a caracterização de diferentes genótipos nestas coleções será de fundamental importância para potencializar o uso em plantios comerciais e em programas de melhoramento.

As informações ora existentes, quanto aos bancos de germoplasma brasileiros com jabuticabeiras, restringem-se a pequenas coleções de plantas em alguns órgãos de pesquisa. Inclusive, das nove espécies de jabuticabeiras existentes, seis podem ser encontradas apenas nessas coleções. Segundo Donadio (2000), as coleções existentes com essa fruteira no Brasil encontram-se na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais (1); no Instituto de Botânica de São Paulo; na Estação Experimental de Osório, em Maquiné, Rio Grande do Sul; no Instituto Agronômico de Campinas, em São Paulo; e na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) de Piracicaba, São Paulo. Acrescenta-se a estas a coleção de 160 jabuticabeiras da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Jaboticabal, em São Paulo (JESUS *et al.*, 2004) e de 120 jabuticabeiras da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – campus Dois Vizinhos (MARTINS, 2013), sendo essa última implantada em 2009.



(1) ^{CS} Coleção de jabuticabeiras na UFV, em Minas Gerais.

Biologia reprodutiva das jabuticabeiras

Para conhecer um pouco da biologia reprodutiva das jabuticabeiras, é importante conhecer as características das flores dessa fruteira. As flores das jabuticabeiras são brancas, com quatro pétalas, dispostas em racemos multifloros de pedúnculo com comprimento variável, dependendo da espécie. As flores aparecem nos ramos grossos, desprovidos de folhas, o que caracteriza a cauliflora (MATTOS, 1983), como é mostrado em (2, 3). As flores das jabuticabeiras são hermafroditas, o que confere potencial para autopolinização, embora possa haver algum tipo de incompatibilidade gametofítica (BARROSO *et al.*, 1991).

A porcentagem de frutificação não foi diferente nos tratamentos com e sem proteção dos ramos para evitar a entrada de insetos, mostrando que a presença das abelhas não afetou a produção de frutos das jabuticabeiras *P. cauliflora* em Jaboticabal, São Paulo (MALERBO-SOUZA;

CS Fotografia: Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.

2



3



(2) ^{AJ} Aspecto geral da cauliflora em jaboticabeira híbrida.

(3) ^{AJ} Aspecto individual da cauliflora em jaboticabeira híbrida.

AJ Fotografia: Américo Wagner Júnior.

NOGUEIRA-COUTO; TOLEDO, 2004). Além disso, os autores verificaram que o tempo de vida da flor foi, em média, de 48 horas, bem como, a quantidade de açúcar solúvel foi baixa e que as abelhas foram os únicos insetos visitantes florais, coletando exclusivamente pólen, com predomínio da espécie *Apis mellifera* (98%).

Por outro lado, em um pomar com três espécies de jaboticabeira, observou-se em *P. peruviana* e *P. jaboticaba* a frutificação em ramos ensacados, mas os polinizadores aumentaram significativamente a frutificação nos ramos não ensacados. Os indivíduos da espécie *P. cauliflora* não frutificaram em ramos ensacados, demonstrando a necessidade de agentes polinizadores para a frutificação. Essa diferença pode-se dever à morfologia floral e não à falta de autocompatibilidade da espécie, pois verificou-se maior distância estigma-antenas em flores de *P. cauliflora* em relação às outras duas espécies, o que deve ter impedido a auto-fecundação passiva (DANNER *et al.*, 2011C).

Avaliando-se o sistema reprodutivo de quatro espécies de jaboticabeiras (*P. cauliflora*, *P. jaboticaba*, *P. coronata* e *P. trunciflora*), verificou-se que, em autopolinização espontânea (flores ensacadas), todas produziram frutos normais, indicando que são autocompatíveis. Além disso, não houve a produção de frutos por apomixia obrigatória (frutos e sementes formadas sem fecundação e apenas com embriões apomíticos) ou partenocarpia (frutos sem sementes). Para *P. cauliflora* e *P. trunciflora*, em relação às flores ensacadas, a frutificação efetiva foi quatro vezes maior nas flores de polinização livre, enquanto para *P. jaboticaba* não houve diferenças na frutificação (VILELA *et al.*, 2012).

Os resultados dessas três pesquisas supramencionadas permitem supor que as progênies de sementes de jaboticabeiras podem ter a composição preponderante de irmãos de autofecundação e irmãos de cruzamentos por geitonogamia (entre flores da mesma planta, que geneticamente têm o mesmo efeito da autofecundação). Isso devido ao comportamento de forrageamento das abelhas (4), concentrando-se em flores da mesma planta, o que explica a abundante produção de frutos que ocorre mesmo em jaboticabeiras isoladas. A floração do tipo *big bang* (em



5

(4) ^{AJ} *Apis mellifera* em flores de jaboticabeira híbrida.

(5) ^{AJ} Jaboticabeira apresentando de uma até quatro plântulas emergidas por semente.

massa) também é uma estratégia para atrair polinizadores em espécies autocompatíveis (SILVA; PINHEIRO, 2007).

Quando há a presença de várias jabuticabeiras próximas entre si, pode ocorrer a polinização cruzada por xenogamia (se as abelhas efetuarem a troca de pólen entre flores de plantas diferentes), permitindo gerar irmãos de cruzamentos nas progênes. Além disso, a poliembrionia gerada em sementes de jabuticabeiras (5) permite inferir que é possível a apomixia não obrigatória (mistura de embriões de autofecundação, fecundação cruzada e apomixia) nas sementes e, portanto, a geração de progênes contendo clones da planta matriz.

Essas características levam a crer que a espécie é de sistema misto de reprodução e que há variação das taxas de cada tipo de reprodução entre matrizes. Essas variações podem acontecer devido às condições ambientais entre os anos e os locais, que afetam os polinizadores e a fenologia das jabuticabeiras, bem como as cargas genéticas, que afetam as taxas de apomixia.

Para melhor elucidação do sistema de reprodução de jabuticabeira, torna-se necessário efetuar a caracterização genética por marcadores moleculares de progênes e da planta materna, realizando hibridações *in vivo*, trabalhos que ainda não foram feitos em jabuticabeiras.

Melhoramento de jabuticabeira

O melhoramento de jabuticabeira é ainda incipiente no Brasil e deve ser fomentado para aproveitar todo o potencial de cultivo desta espécie. Dentre os inúmeros objetivos que poderiam ser focados dentro do programa de melhoramento da jabuticabeira, os mais importantes visam selecionar plantas produtivas, com frutos com superioridade nas características sensoriais, físicas e nutracêuticas, sendo este último focado principalmente na casca; bem como plantas com baixo vigor (porte), para permitir maior adensamento de plantio, facilitando o manejo e a colheita; plantas com maior tolerância a geadas, para quando a seleção for feita nas regiões do Sul do Brasil; e, principalmente, selecionar plantas com baixo período de juvenildade

(menos que cinco anos após semeadura), para acelerar a entrada em produção e, conseqüentemente, o retorno econômico ao fruticultor. Além disso, poder-se-ia citar também a tolerância ou resistência a ferrugem (*Puccinia psidii*).

A obtenção de novas fontes de variabilidade genética constitui um objetivo constante dos programas de melhoramento e, no caso das jabuticabeiras, por serem nativas do Brasil, essa variabilidade está disponível em áreas naturais de ocorrência, em plantios *on farm* e nos poucos bancos de germoplasma existentes. Assim, visando ampliar a base genética destas coleções, é necessário efetuar a introdução de acessos e a caracterização destes genótipos para posterior utilização em programas de melhoramento genético, com hibridações dirigidas ou até seleção direta.

A introdução de germoplasma promissor, proveniente de outros locais, pode atingir os mesmos resultados na obtenção do genótipo superior de um programa de melhoramento por hibridações dirigidas. O processo de melhoramento por meio deste método consiste na introdução de acessos, na sua caracterização nas condições locais, em experimentos com delineamentos adequados para estudos de interação genótipo \times ambiente e seleção dos melhores indivíduos para uso imediato como nova variedade. A etapa de caracterização das plantas é essencial para que o melhorista conheça os acessos, principalmente quanto aos aspectos de produção e qualidade de frutos. Sem conhecer a estrutura genética presente no germoplasma, é impossível elaborar programas de cruzamentos com a finalidade de atingir os objetivos e entender os resultados da seleção em uma população.

O banco de germoplasma de jabuticabeiras implantado em 2009 na UTFPR – campus Dois Vizinhos (6), tem área de aproximadamente 2 hectares e contém 120 acessos, composto por progênies oriundas de sementes coletadas em cinco fragmentos florestais da região sudoeste do Paraná, mapeados por Danner *et al.* (2010), com poucas introduções oriundas do banco de germoplasma da UFV. É necessário expandir a introdução de acessos de outros locais e continuar com as avaliações das características nos acessos já instalados na coleção.

As hibridações dirigidas em jabuticabeiras devem ser realizadas entre matrizes que estejam em produção, seja nas plantas *in situ*, nas coleções de germoplasma *ex situ* ou nos plantios *on farm*, nos quais já é possível identificar as características desejáveis para seleção dos genitores e para obtenção de progênie superiores. Nesse contexto, coleta-se o pólen do genitor masculino, realiza-se testes para analisar a capacidade germinativa do pólen, procede-se à emasculação e polinização manual nas flores do genitor feminino.



(6) ^{AJ} Coleção de jabuticabeiras em 2019 na UTFPR – campus Dois Vizinhos.

Na sequência, deve-se identificar as flores polinizadas, para coletar as sementes formadas da hibridação dirigida.

Na escolha dos genitores, a jabuticabeira denominada popularmente de híbrida (*Plinia cauliflora*) possui características adequadas para ser utilizada como principal genitor feminino em hibridações dirigidas em programas de melhoramento com essa fruteira. Esta jabuticabeira é amplamente difundida nos viveiros de mudas e é muito cultivada em quintais urbanos do Sul do Brasil. A indicação para seu uso como genitora deve-se às principais características apresentadas por ela, que a diferencia das demais, por sua precocidade (entrada em produção de 3 a 5 anos após semeadura), por permitir mais do que duas frutificações anuais e pelo baixo porte da planta, o que facilita a colheita e os tratamentos culturais. Esta jabuticabeira é encontrada comumente em locais que comercializam insumos agrícolas, tendo em vista sua procura pelas referidas características.

Testes para comprovar a viabilidade polínica são utilizados para avaliar a fertilidade do genitor masculino, monitorar seu estado em condições de armazenamento, bem como para obter estudos sobre a incompatibilidade (DAFNI, 1992). Isso é importante por garantir a fecundação e tornar possível o cruzamento entre genótipos de potencial econômico, que apresentam floração em épocas distintas. Tal determinação da viabilidade do pólen pode ser feita por meio de métodos diretos, tais como a indução da germinação *in vitro* (PIO *et al.*, 2007).

Neste caso, o pólen dos genitores masculinos, selecionados por características complementares àquelas do genitor feminino, deve ser coletado de flores em estágio de balão bem desenvolvido, mas ainda não abertas (7).

Depois, procede-se à retirada das anteras manualmente, o que pode ser feito esfregando-a em peneira de malha fina ou com o auxílio de um bisturi, retirando-se as pétalas e efetuando-se corte próximo à união do filete com a antera. Em seguida, as anteras deverão ser colocadas para secar em bandejas de papel (8), por cerca de 48 h, na temperatura próxima de 25 °C. Assim, ocorre a deiscência das anteras e a liberação dos grãos de pólen. Deve-se proceder

à identificação do genótipo e a data da retirada da antera nas bandejas. Antes de se trabalhar com pólen de outra jabuticabeira, as mãos, assim como os utensílios utilizados, devem ser esterilizadas com álcool 70%.



(7) ^{LD} Detalhe de flores de jabuticabeira em estágio de balão bem desenvolvido.

(8) ^{MD} Caixa de papel (10 x 7 x 2 cm) contendo as anteras e pólen de jabuticabeira.



LD Fotografia: Luiz Carlos Donadio.
MD Fotografia: Moeses Andrigo Danner.

Depois de secas, as anteras e o pólen devem ser recolhidos em frascos de vidro (ex.: 1,5 cm de diâmetro e 5 cm de altura), estes são etiquetados, tampados com algodão e colocados em local com baixa temperatura para maior conservação. Se o pólen for utilizado para a hibridação dirigida, imediatamente após sua obtenção (ideal), pode-se mantê-lo em geladeira a 5 °C, mas se a finalidade for utilizar o pólen depois de alguns meses, deve-se conservá-lo em dessecador com a presença de sílica gel, colocando-o no congelador (-18 °C). O uso de nitrogênio líquido permite que pólenes de determinadas espécies sejam mantidos por período indefinido, porém não se tem informações da viabilidade dessa técnica na conservação de pólenes de jabuticabeiras, sendo necessário testá-la previamente.

O teste de germinação *in vitro* é importante para identificar a viabilidade do pólen, pois aqueles com menor germinação devem ter maior número de hibridações realizadas, a fim de proporcionar a obtenção de um número adequado de plantas nas progênies.

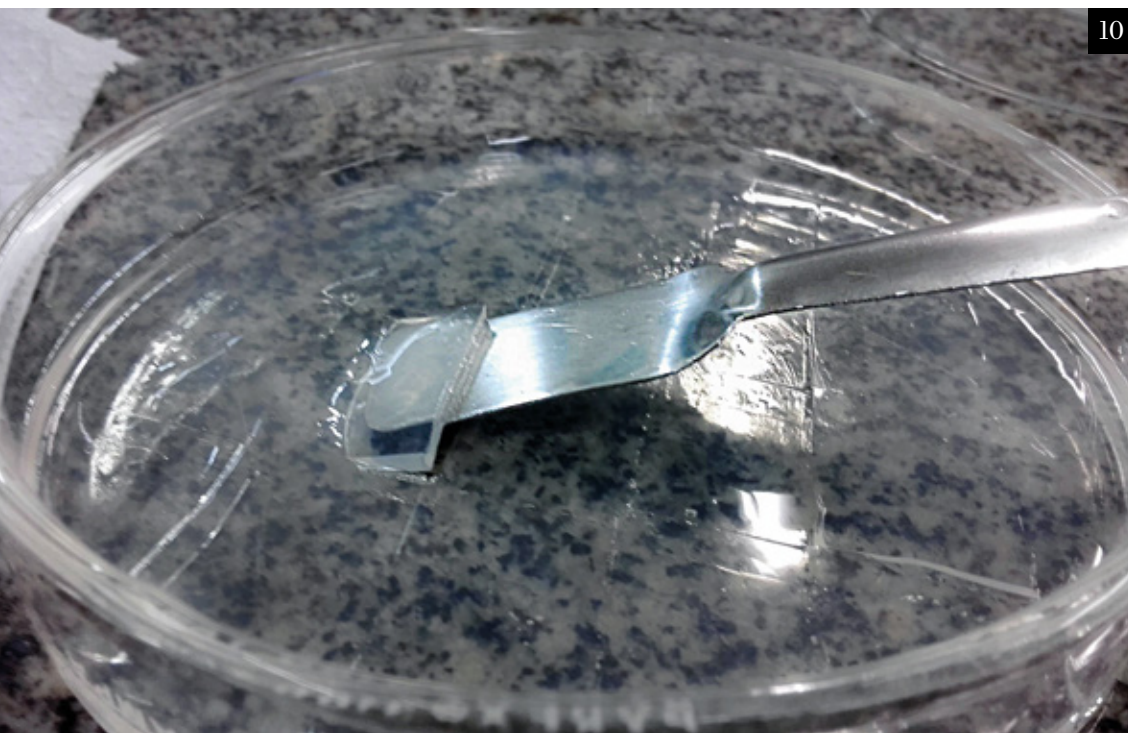
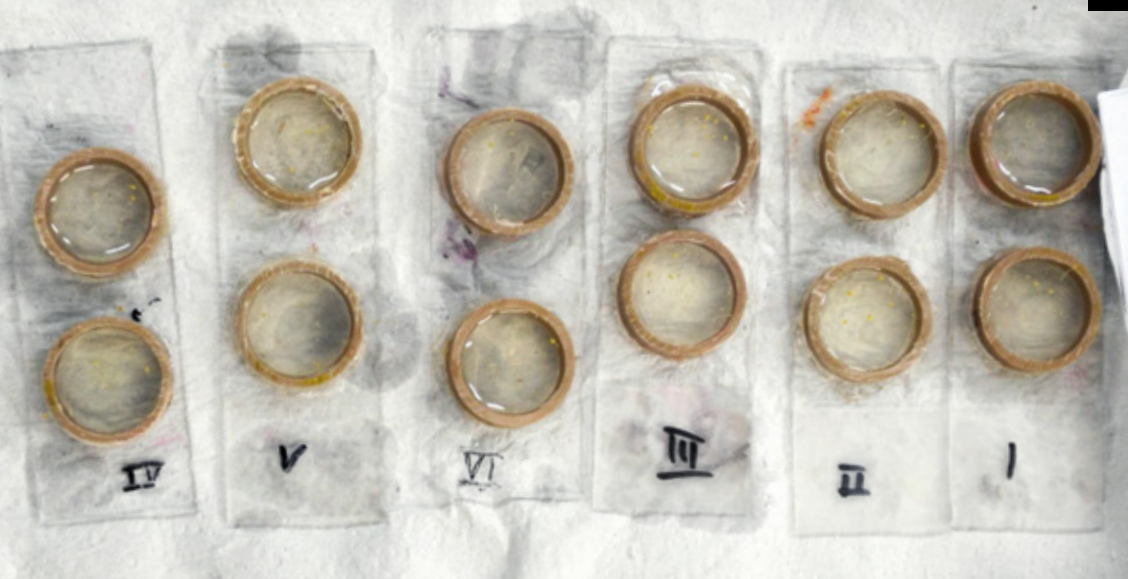
Para considerar que os grãos de pólen apresentam boa germinação, eles devem atingir valores superiores a 50%, com tubos polínicos bem desenvolvidos, porém, com o envelhecimento do material, espera-se a diminuição de germinação e do comprimento dos tubos polínicos, mas, ainda que pareça fraco, a presença de alguns tubos polínicos vigorosos indica que estes possuem capacidade de assegurar, pelo menos, moderada frutificação efetiva (SCORZA; SHERMAN, 1995).

Aqueles com germinação de pólen muito baixa (abaixo de 20%) podem ser descartados, principalmente se houver a possibilidade de coletar novamente flores do genitor masculino. Em pólenes de jabuticabeiras, pode ser utilizado um meio de cultura contendo 10% de sacarose + 1% de ágar + 2,0 mM de ácido bórico (DANNER *et al.*, 2011C). Os elementos que fazem parte como componentes do meio de cultura devem ser misturados e dissolvidos em água destilada, sendo aquecidos em forno micro-ondas até a completa dissolução do ágar. Em seguida, com o meio ainda quente, deve ser colocado em lâminas de vidro (duas a

três gotas, com conta-gotas), contendo dois anéis de PVC de 21 mm de diâmetro externo, 3 mm de altura e 14 mm de diâmetro interno (9).

Além do uso da lâmina com anéis de policloreto de vinila (PVC), pode-se fazer o uso do meio de cultura vertido em placas de Petri (10), cortando-a com o auxílio de espátula após o resfriamento, formando pequenos blocos de meio de cultura, os quais deverão ser dispostos sobre as lâminas (11). Em ambos os materiais, o pólen será aspergido com auxílio de pincel n.º 2 ou n.º 4 sobre o meio de cultura, de maneira homogênea.

As lâminas com os grãos de pólen devem ser colocadas em placas de Petri com tampa, contendo papel umedecido para criar uma câmara úmida necessária para germinação do grão de pólen, ou em caixas tipo Gerbox com tampa. As placas ou caixas deverão, então, ser mantidas durante sete horas na temperatura de 25 °C - em estufa tipo BOD (*biochemical oxygen demand*) -, na ausência de luz (DANNER *et al.*, 2011C). Decorrido esse tempo, faz-se a contagem dos grãos de pólen germinados, ou seja, que emitiram o tubo polínico cujo comprimento seja igual ou superior ao próprio grão de pólen (12), por meio do uso de microscópio óptico, observando-se a ocorrência ou não da germinação em 100 grãos de pólen.



(9) ^{AJ} Lâminas de vidro contendo dois anéis de PVC para conter o meio de cultura, as quais são utilizadas para teste de germinação *in vitro* de pólen de jabuticabeira.

(10) ^{CN} Uso do meio de cultura vertido em placas de Petri.

CN Fotografia: Carlos Kosera Neto.

11



12



(11) ^{CN} Pequenos blocos de meio de cultura dispostos sobre lâminas para avaliação da viabilidade de pólen de jabuticabeira *in vitro*.

(12) ^{CN} Grão de pólen de jabuticabeira germinado (com emissão do tubo polínico) ao lado de grão de pólen não germinado. Vista em microscópio óptico, aumento de 100 x.

Para hibridação a campo, no genitor feminino, deve-se proceder à emasculação da flor, processo que consiste na retirada dos órgãos masculinos da mesma (estames = filete + antera), para que não ocorra autopolinização. Tal procedimento deve ser feito com as flores em balão, bem desenvolvidas, mas antes da abertura (antese), com auxílio de tesoura para procedimentos hospitalares. Deve-se, então, cobrir com papel alumínio as flores emasculadas no ramo, para proteger os estigmas da flor emasculada do surgimento de algum pólen externo. Aproximadamente 24 horas após esse processo, faz-se a polinização manual, procedimento que consiste em colocar em contato grãos de pólen (daquelas retirados do genitor masculino e testados *in vitro*) com o estigma da flor emasculada do genitor feminino. A polinização pode ser feita com dedo indicador ou com o auxílio de cotonete descartável ou pincel. Caso o pólen esteja conservado em condições de baixa temperatura, aconselha-se colocá-lo em caixas de isopor com gelo para evitar choque térmico brusco, o que poderia comprometer a germinação do pólen. É preciso ser feito, então, a cobertura das flores com papel alumínio por mais 48 horas, para evitar contaminação com pólen externo por meio da visitação de abelhas e/ou outros insetos, ou até pela possível queda de pólen das partes superiores da planta. É preciso ser feita, também, a marcação do ramo ou da parte do ramo em que se fez as polinizações, bem como a retirada de todas as flores não polinizadas do ramo e em antese, evitando-se que seja realizada a colheita de frutos oriundos da fecundação natural e não das hibridações dirigidas. Após a realização de cada hibridação controlada, ou seja, antes do uso de pólenes de outro genitor masculino, as mãos e/ou os utensílios devem ser lavados com álcool 70%, para evitar a contaminação ou a mistura de pólenes. Por meio destes procedimentos são obtidas as sementes, que vão gerar plantas híbridas do cruzamento de três espécies (*P. cauliflora*, *P. jaboticaba* e *P. peruviana*), originando jabuticabeiras híbridas, as quais estão em cultivo na UTFPR – campus Pato Branco.

A jabuticabeira apresenta floração do tipo *big bang*, altamente homogênea, o que facilita a realização de várias

polinizações controladas ao mesmo tempo. A abertura das flores ocorre durante a madrugada, logo antes do amanhecer (DANNER *et al.*, 2011C).

Também já foram realizadas hibridações interespecíficas bidirecionais entre *P. trunciflora* x *P. cauliflora* e entre *P. jaboticaba* x *P. coronata*, com efetividade de frutificação de 22 a 27%, cujas sementes produziram plântulas normais. Isso evidencia a falta de barreiras genéticas entre as espécies testadas e a possibilidade de exploração de hibridações interespecíficas no melhoramento genético das jaboticabeiras (VILELA *et al.*, 2012).

Em torno de 35 a 50 dias após as hibridações controladas, os frutos estarão prontos para colheita, de preferência, quando apresentarem coloração preta da epiderme (ALEXANDRE *et al.*, 2006; DANNER *et al.*, 2011B). Uma vez colhidos os frutos, deve-se fazer a extração das sementes dos frutos por amassamento, retirando-se, em seguida, a mucilagem que envolve as sementes. Para isso, o processo mais efetivo e barato é acrescentar cal virgem e água, formando uma pasta, durante 30 minutos e, depois, fazer fricção das sementes em peneira de malha fina, com o uso de água corrente (13, 14). A limpeza da mucilagem pode ser feita também por meio do uso de 2% de solução de pectinase, durante 24 horas. Após a retirada da mucilagem, deve-se fazer a semeadura logo que possível, pois as sementes perdem totalmente o potencial de germinação após cinco dias da extração (DANNER *et al.*, 2011A; PIROLA *et al.*, 2017).

JABUTICABEIRAS

Na UTFPR – campus Pato Branco, tem-se adotado a semeadura em substrato comercial ou a mistura latossolo + areia + cama de ave (1: 1: 0,5 v/v) em tubetes com tamanho superior a 110 cm³, para germinação e obtenção de plântulas de jabuticabeiras. Recomenda-se, caso seja possível, manter a temperatura próxima de 24 °C, para favorecer e acelerar a germinação e o desenvolvimento das mudas de jabuticabeira (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2007). Também se deve manter o sistema de irrigação em funcionamento, de forma a permitir que o substrato sempre esteja umedecido. As embalagens utilizadas devem ser individualmente identificadas conforme o cruzamento e a data de semeadura. Em um período de 8 a 12 meses após a semeadura, deve-se fazer o transplântio das mudas dos tubetes para sacos de mudas de volume maior – de aproximadamente 3 L –, para proporcionar um maior crescimento das mudas no período de 18 a 24 meses de semeadura, quando essas estarão prontas para plantio no local definitivo, com aproximadamente 25-35 cm de altura e diâmetro do colo maior que 1 cm.



13

14



(13) ^{AJ} Sementes de jabuticabeiras envolvidas por mucilagem.

(14) ^{AJ} Processo de limpeza da mucilagem das sementes de jabuticabeira por fricção em peneira de malha fina.

Uso de marcadores moleculares no melhoramento de jabuticabeiras

Dentre as ferramentas biotecnológicas que podem ser utilizadas em estudos genéticos, visando a conservação e o melhoramento genético de jabuticabeiras, destaca-se o uso de marcadores moleculares. Até o momento, apenas três estudos foram realizados com uso de marcadores moleculares com jabuticabeira. Pereira *et al.* (2005) compararam 31 indivíduos de jabuticabeira da coleção de germoplasma em São Paulo, usando marcadores *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). Os 11 marcadores RAPD selecionados não permitiram a diferenciação dos indivíduos em nível de espécie, uma vez que indivíduos de espécies diferentes foram agrupados conjuntamente. Para a correta classificação botânica das quatro espécies, *P. cauliflora*, *P. coronata*, *P. jaboticaba* e *P. phytrantha*, foi necessário aliar marcadores morfológicos comparados àqueles descritos na literatura (MATTOS, 1983), além de informações de herbários.

O segundo trabalho foi realizado por Vilela *et al.* (2012) em 66 plantas da coleção de germoplasma em Minas Gerais, originadas de diferentes locais do Brasil e pertencentes a pelo menos cinco espécies identificadas. Os autores utilizaram 12 primers RAPD. Também encontraram pouca diferenciação genética entre os diferentes genótipos, mesmo sendo de diferentes espécies, sugerindo que essa similaridade genética não é compatível com as diferenças morfológicas entre as plantas e as espécies.

O terceiro trabalho com marcadores moleculares em jabuticabeira foi realizado na coleção de germoplasma com 120 genótipos da UTFPR – campus Dois Vizinhos (MARTINS, 2013), utilizando nove marcadores microssatélites. Foi verificada baixa diversidade entre indivíduos de progênies de cinco fragmentos florestais da região sudoeste do Paraná, sendo menos dissimilares entre si do que em relação aos genótipos oriundos de Minas Gerais, os quais tiveram maior riqueza alélica, pois 11 indivíduos apresentavam 59,2% de todos os alelos da coleção.

Na UTFPR, estão sendo iniciados trabalhos que visam avaliar a dinâmica da diversidade genética, o fluxo gênico e o sistema de reprodução de jabuticabeiras em fragmentos florestais da região sudoeste do Paraná, com a utilização de marcadores microssatélites. O conhecimento destes parâmetros genéticos será de fundamental importância, pois permitirá traçar estratégias de conservação genética *in situ* e *ex situ* da espécie (SEBBENN, 2006), auxiliando na escolha mais adequada de acessos para ampliar a coleção de germoplasma e para direcionar futuras hibridações no programa de melhoramento genético de jabuticabeiras da UTFPR.

Uma vez que a jabuticabeira tem a capacidade de germinar mais de uma plântula de cada semente (poliembrionia), será necessário determinar qual é a plântula de origem da hibridação dirigida e qual(is) plântula(s) tem outra origem (seja por autofecundação ou por apomixia – clones da planta matriz). Para essa verificação, o ideal é realizar o teste de filiação com uso de marcadores moleculares microssatélites. Deve-se, também, verificar se há algum indicador morfológico que demonstre diferenças entre os dois tipos de plântulas (híbridas e não híbridas), para identificar precocemente e de forma rápida.

Considerações finais

Os trabalhos envolvendo recursos genéticos – prospecção, coleta, caracterização, conservação, documentação e uso – das jabuticabeiras no país são extremamente limitados, e a conservação *ex situ* desse germoplasma é quase insignificante diante da diversidade e da variabilidade existente.

Embora alguns avanços de pesquisa tenham sido realizados, principalmente, sobre a conservação e análise da viabilidade de pólen e de sementes, ainda é importante que sejam realizados mais estudos básicos com a jabuticabeira, principalmente aqueles envolvendo a biologia floral, a diversidade genética e o modo de reprodução, para que, assim, possa ser fomentado programas de melhoramento genético com esta fruteira, com correta formação de bancos de germoplasma e elucidando estratégias para sua conservação *in situ*.

CRÉDITO 1: ^{CS} Carlos Eduardo Magalhães dos Santos.
FOTOGRAFICO: 2-6; 9; 13; 14: ^{AJ} Américo Wagner Júnior.
 7: ^{LD} Luiz Carlos Donadio.
 8: ^{MD} Moeses Andriago Danner.
 10; 12: ^{CN} Carlos Koserá Neto.

Referências

ALEXANDRE, R. S. *et al.* Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 227-230, 2006. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/faem/agrociencia/v12n2/artigo19.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BARROSO, G. M. *et al.* **Sistemática de angiospermas do Brasil**. Viçosa: UFV, 1991. v. 2.

DAFNI, A. **Pollination ecology**: a practical approach. Haifa: Institute of Evolution Haifa University, 1992.

DANNER, M. A. *et al.* Armazenamento a vácuo prolonga a viabilidade de sementes de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 246-252, 2011.

DANNER, M. A. *et al.* Diagnóstico ecogeográfico da ocorrência de jaboticabeiras nativas no sudoeste do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 746-753, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452010000300013. Acesso em: 19 jan. 2020.

DANNER, M. A. *et al.* Germplasm characterization of three jaboticaba tree species. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 839-847, 2011.

DANNER, M. A. *et al.* Modo de reprodução e viabilidade de pólen de três espécies de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 345-352, 2011.

DONADIO, L. C. **Jaboticaba (Plinia jaboticaba (Vell.) Berg)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

JESUS, N. *et al.* Caracterização de quatro grupos de jaboticabeira, nas condições de Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 482-485, dez. 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/3581/S0100-29452004000300026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 jun. 2018.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; TOLEDO. Abelhas visitantes nas flores da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg) e produção de frutos. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 1-4, 2004. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/1890>. Acesso em: 18 jan. 2021.

MARTINS, D. A. **Caracterização molecular de acessos de jabuticabeiras do banco ativo de germoplasma da UTFPR com marcadores microssatélites**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.

MATTOS, J. R. **Fruteiras nativas do Brasil**. Porto Alegre: Nobel, 1983.

PEREIRA, M. *et al.* Morphologic and molecular characterization of *Myrciaria spp* species. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 507-510, 2005.

PIO, L. A. S. *et al.* Viabilidade do pólen de laranjas doces em diferentes condições de armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 147-153, 2007.

PIROLA, K. *et al.* Conservation methods for native fruit seeds. **Brazilian Journal of Agriculture**, [s. l.], v. 92, n. 2, p. 161-175, 2017. Disponível em: <http://www.revistadeagricultura.org.br/index.php/revistadeagricultura/article/view/3194>. Acesso em: 19 jan, 2021.

SCORZA, R.; SHERMAN, W. B. Peaches. *In*: JANIK, J.; MOORE, J. N. (ed.). **Fruit breeding**. New York: John e Sons, 1995. p. 325-440.

SEBBENN, A. M. Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. *In*: HIGA, A. R.; SILVA, L. D. (coord.). **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 93-138.

SILVA, A. L. G.; PINHEIRO, M. C. B. Biologia floral e da polinização de quatro espécies de *Eugenia L.* (Myrtaceae). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 21, n. 1, p. 235-247, 2007.

VILELA, R. C. F. *et al.* Sistema reprodutivo e diversidade genética de quatro espécies de *Myrciaria* (Myrtaceae, jabuticabeiras). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 4, p. 727-734, 2012.

WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Efeito da temperatura na germinação de sementes de três Espécies de jabuticabeira. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 54, n. 314, p. 345-350, 2007.

COMERCIALIZAÇÃO DE JABUTICABA

Fabiane Mendes da Camara

Gabriel Vicente Bitencourt de Almeida

Priscilla Rocha Silva Fagundes

Introdução

Pertencentes à família Myrtaceae e ao gênero *Plinia*, as jaboticabeiras são nativas do Brasil. O principal ponto de origem é o Centro-Sul brasileiro, mas as árvores também podem ser encontradas em locais que variam desde o Pará até o Rio Grande do Sul, com maior concentração nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (OLIVEIRA, 2003). Essas espécies são encontradas principalmente nas florestas ombrófilas mistas (florestas com araucárias), nas submatas de altitude e nas matas de pinhais, sendo raras em matas fechadas, com abrangência mais comum em matas de vegetação aberta. Possuem algumas classificações, como *Myrciaria sp.*, *Myrthus cauliflora* Mart. e *Eugenia cauliflora* DC., além de diversos outros nomes populares (SUGUINO *et al.*, 2012). De acordo com o Hortiescolha (CEAGESP, 2021), na prática, duas espécies dominam a comercialização, a *Plinia cauliflora* (Mart) Kausel, conhecida como paulista ou açu, e a *Plinia jaboticaba* (Vell.) Kausel, conhecida como sabará; ambas produzem frutos

apropriados tanto para a indústria como para consumo *in natura*. A sabará ocupa a maior área de cultivo no Brasil, apresentando frutos classificados como bacilo globoso, com 20 a 30 mm de diâmetro, polpa macia, branca, suculenta e de sabor levemente ácido (CEAGESP, 2021; OLIVEIRA, 2003). A paulista possui frutos maiores, de maturação tardia e com a mesma classificação de frutos (JESUS *et al.*, 2004). Wilbank *et al.* (1983 *apud* JESUS *et al.*, 2004) descrevem o fruto como baga, subglobosa, escura, que contém de duas a quatro sementes, casca delicada e polpa branca, levemente ácida e de sabor muito agradável.

Aspectos de produção

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018) não faz o levantamento das áreas cultivadas e da produção de jabuticaba, o que dificulta a análise da importância da cultura de jabuticabeiras no país. O estado de São Paulo conta com o levantamento do Instituto de Economia Agrícola (IEA) e da Secretaria da Agricultura e Abastecimento, que possuem uma base de dados com estatísticas da produção paulista. Segundo os dados do IEA (2018), quase 80% da produção paulista de jabuticaba concentra-se no Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de São João da Boa Vista, na regional agrícola de Campinas, no município de Casa Branca. São Paulo é um dos principais produtores brasileiros da fruta. Nota-se que a produção do estado se mantém estável desde 2009 (1), porém com aumento no volume comercializado nos últimos anos (2). Segundo técnicos e produtores, a demanda pela fruta vem crescendo, principalmente, pela tendência da valorização de produtos tipicamente brasileiros. A gourmetização da jabuticaba é realidade, com a fruta sendo utilizada cada vez mais por chefs em suas receitas. Pode-se afirmar que, como o mirtilo, a amora e a framboesa, a jabuticaba vem se tornando uma fruta de nicho de mercado.

EDR/ANO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	PARTICIPAÇÃO 2017 (%)
S. J. DA BOA VISTA	1.759	2.109	2.126	2.101	2.109	2.114	2.114	2.116	2.113	2.113	79,38
S. J. DO RIO PRETO	86	84	84	80	80	100	100	100	100	210	7,89
MOGI DAS CRUZES	0	95	104	104	109	129	109	109	100	109	4,10
LIMEIRA	20	30	30	30	102	102	96	96	92	83	3,12
SOROCABA	24	24	20	63	63	63	63	48	48	48	1,80
DRACENA	18	18	25	25	25	25	33	33	28	33	1,23
BRAGAÇA PAULISTA	30	54	23	34	36	33	26	28	166	24	0,89
PINDAMONHANGABA	23	23	2	2	2	11	52	15	15	15	0,56
BARRETOS	0	0	0	0	8	8	6	8	0	8	0,28
CAMPINAS	0	126	29	0	0	0	0	0	0	8	0,28
OUTROS	177	114	126	123	131	138	230	129	18	12	0,45
TOTAL	2.137	2.677	2.568	2.561	2.665	2.723	2.831	2.681	2.680	2.662	100,00

(D) ¹ Estimativa da produção (t) de jabuticaba no estado de São Paulo.

I Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados básicos de São Paulo.
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.
Instituto de Economia Agrícola.

EDR/ANO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	PARTICIPAÇÃO 2017 (%)
S. J. BOA VISTA	1.139	1.213	1.029	859	1.168	1.210	838	1.123	1.294	956	980	40,62
MOGI DAS CRUZES	182	190	150	194	262	576	473	716	533	800	703	29,11
P. PRUDENTE	17	46	49	83	104	103	98	159	125	149	157	6,52
ITAPETINGA	159	88	84	3	6	0	0	100	75	104	39	1,60
ARAÇATUBA	109	55	80	48	56	99	44	62	63	29	4	0,18
SOROCABA	0	2	0	35	92	68	64	71	32	69	103	4,26
MOGI MIRIM	33	14	21	39	45	54	63	73	54	104	56	2,32
JABOTICABAL	0	33	18	0	70	53	68	66	67	71	59	2,43
S. J. RIO PRETO	0	0	0	0	0	0	73	71	140	107	112	4,66
DRACENA	38	55	38	21	29	35	40	30	42	37	61	2,52
OUTROS	116	55	25	35	21	8	19	11	2	58	139	5,78
TOTAL	1.793	1.752	1.493	1.316	1.853	2.205	1.780	2.481	2.428	2.481	2.414	100,00

(2) II Volume (t) de jabuticaba oriunda do estado de São Paulo comercializada na CEAGESP.

II Fonte: Elaborada pelos autores, tendo como base os dados disponibilizados em CEAGESP (2021).

O consumo da fruta, como geleia, molhos e compotas, também vem se mostrando um bom negócio, assim como a tradição de se alugar as jabuticabeiras nas fazendas para que os visitantes se sirvam no local, sendo um importante produto do turismo rural em muitos municípios brasileiros (FEIRA VIVA, [20--]).

Uma das características do cultivo da fruta é a sua exigência de mão de obra, tanto em quantidade de empregos gerados quanto na qualificação dos trabalhadores. Por ter colheita manual delicada, a cultura da jabuticaba pode ser geradora de empregos e renda nas regiões produtoras. O sistema de colheita tem influência direta no tempo de vida pós-colheita da fruta.

Quando se trata de jabuticaba *in natura*, o Entrepoto Terminal de São Paulo (ETSP) da Companhia de Entrepotos e Abastecimento de São Paulo (CEAGESP), mais conhecido como Centrais de Abastecimento (CEASA) de São Paulo é a maior praça de comercialização de jabuticaba do Brasil. Os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018) apontam que a CEAGESP transaciona por volta de 85% da jabuticaba *in natura* comercializada nas Ceasas brasileiras (3). Cabe ressaltar que importantes centrais, como a Ceasa de Salvador e o Mercado do Produtor de Juazeiro, ainda não possuem seus dados agregados pela Conab, além disso, cerca de 99% das jabuticabas recebidas no entreposto paulistano tem origem no próprio estado de São Paulo.

O maior entrave à comercialização de jabuticabas frescas é o pequeno tempo de durabilidade na pós-colheita. Os frutos são altamente perecíveis e o tempo viável de comercialização é curto, por volta de dois ou três dias, devido à rápida alteração da aparência decorrente da intensa perda de umidade e da deterioração e fermentação da polpa (VIEITES *et al.*, 2011). Isso é uma explicação para o rápido crescimento do EDR de Mogi das Cruzes na comercialização de jabuticaba na CEAGESP de São Paulo (3).

CEASA/ANO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	PARTICIPAÇÃO 2017 (%)
SÃO PAULO	1.833	1.614	1.435	1.899	2.231	1.790	2.522	2.429	2.481	2.460	40,62
BELO HORIZONTE	119	99	130	94	77	63	66	31	64	88	29,11
CURITIBA	70	49	52	45	55	61	67	34	42	80	6,52
RECIFE	0	0	0	0	0	0	158	119	133	77	1,60
VITÓRIA	137	38	128	75	126	123	106	157	76	53	0,18
P.DA PERGUNTA (RJ)	0	0	0	0	1	2	17	15	27	46	4,26
RIO DE JANEIRO	46	31	115	59	257	45	533	115	49	33	2,32
BRASÍLIA	0	0	0	0	0	0	0	25	24	22	2,43
CAMPINAS	17	13	24	34	31	23	23	27	19	20	4,66
PORTO ALEGRE	0	0	0	0	5	0	0	0	5	10	2,52
OUTRAS	19	11	13	11	53	29	13	12	28	12	5,78
TOTAL	2.241	1.856	1.897	2.217	2.834	2.136	3.505	2.963	2.948	2.900	100,00

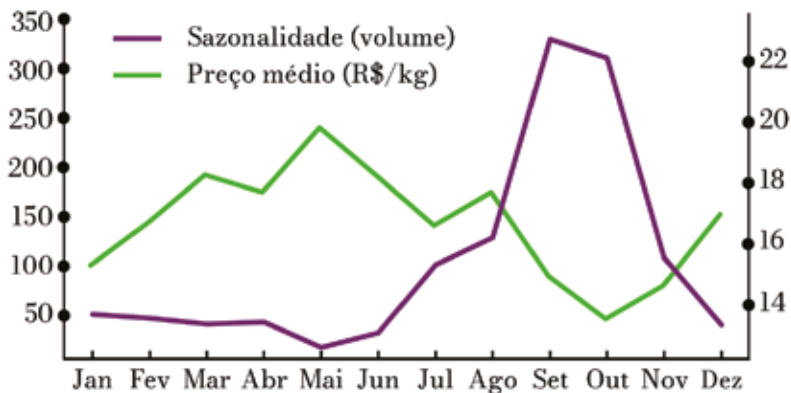
(3) III Volume (t) de jabuticaba comercializada nas Ceasas das principais regiões metropolitanas brasileiras.

III Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados disponíveis em Conab (2018).

Casa Branca, no EDR de São João da Boa Vista, que ainda é o principal fornecedor do ETSP, está a 230 km de São Paulo, distância que demanda quatro horas para ser percorrida, enquanto Mogi das Cruzes está a apenas 76 km, trajeto que dura uma hora e meia. Ainda há uma série de dificuldades tecnológicas na conservação pós-colheita da jabuticaba (VIEITES *et al.*, 2011), cujos menores tempos de transporte constituem grande vantagem competitiva.

Dessa forma, para o produtor que está mais distante do local do consumo, a melhor alternativa é partir para o turismo rural e para o processamento da fruta. Para os mais próximos, como os que estão em Mogi das Cruzes e em Casa Branca, a comercialização de fruta fresca se torna mais viável.

Quase a totalidade da oferta ocorre no quadrimestre de agosto-novembro; a fruta é ofertada também em outras épocas do ano, só que em quantidades muito restritas. O gráfico (4) mostra claramente que os preços são formados por oferta e demanda, sendo setembro o mês que apresentou as maiores variações de volume, enquanto o mês de outubro apresentou o menor preço médio.



(4)^{IV} Sazonalidade média *versus* preço médio (R\$/kg) da jabuticaba, entre 2007 e 2017, na CEAGESP de São Paulo.

IV Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados disponíveis em CEAGESP (2021).

A prática atual consiste em embalar as jabuticabas menores que 25 mm em caixas de papelão que contenham tampa e fundo com capacidade de três quilogramas de frutas. As frutas maiores que 25 mm são acondicionadas em caixas com capacidade de um quilograma. Normalmente, é mais comum conseguir frutos maiores que 25 mm com a jabuticaba paulista. Por outro lado, a jabuticaba sabará é reconhecida pelo mercado como a mais doce. Em média, as frutas na caixa de três quilogramas apresentam valor aproximado, por quilograma, de 60% do preço das frutas acondicionadas em embalagens de um quilograma (CEAGESP, 2021). As imagens (5) e (6) mostram as frutas nas caixas de um quilograma e três quilogramas, respectivamente. Devido à perecibilidade, a data de colheita também influencia na precificação. Jabuticabas comercializadas na data da colheita podem ter variação de 30 a 70% de ágio frente as que chegaram no dia anterior.

Contudo, vê-se pelo Brasil diversas outras formas de embalagem na comercialização da jabuticaba, principalmente, pelo mercado varejista (7-13).

(5) ^{LM} Jabuticabas maiores que 25 milímetros na caixa de um quilograma.

(6) ^{LM} Jabuticabas menores que 25 milímetros na caixa de três quilogramas.

(7) ^{AJ} Embalagens usadas na comercialização da jabuticaba pelo mercado varejista: rede de *nylon*.

(8) ^{CN} Caixa de papelão com filme plástico.

(9) ^{AJ} Bandeja com filme plástico.

LM Fotografia: Lilian Uyema Mateus.
AJ Fotografia: Américo Wagner Júnior.
CN Fotografia: Carlos Kosera Neto.



JABUTICABEIRAS



12



13



(10) ^{AJ} Embalagens usadas na comercialização da jabuticaba pelo mercado varejista: caixa plástica.

(11) ^{AJ} Cesta de vime.

(12, 13) ^{AJ} Embalagens usadas na comercialização da jabuticaba pelo mercado varejista: caixa de papelão.

Considerações finais

As informações existentes sobre a produção e comercialização de jabuticaba mostram que a comercialização desta fruta está concentrada no CEAGESP, no entreposto da capital paulista, quando comparada à comercialização em outras Ceasas, o estado de São Paulo é o grande fornecedor, responsável pela oferta de jabuticaba no ETSP da CEAGESP. A oferta está muito concentrada nos meses de setembro e outubro, bem como os preços caem com a maior oferta.

CRÉDITO 5-6: ^{LM} Lilian Uyema Mateus.
FOTOGRAFICO: 7; 9-13: ^{AJ} Américo Wagner Júnior.
 8: ^{CN} Carlos Koserá Neto.

Referências

CEAGESP. **Hortiescolha**. Hortipedia: jabuticaba. São Paulo, 2021. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/entrepastos/servicos/hortiescolha/jabuticaba>. Acesso em: 8 fev. 2021.

CONAB. **Programa de modernização do Mercado Hortigranjeiro – PROHORT**. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeirosprohort>. Acesso em: 3 jun. 2018.

FEIRA VIVA. **Maria Preta Jabuticaba**, [20--]. Disponível em: <https://www.feiraviva.com.br/parceria/maria-preta-jabuticaba/>. Acesso em: 11 fev. 2021.

IBGE. **Produção agrícola municipal**: produto das lavouras permanentes. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 10 jun. 2018.

JESUS, N. *et al.* Caracterização de quatro grupos de jabuticabeira, nas condições de Jaboticabal SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 482-485, dez. 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/3581/S0100-29452004000300026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 jun. 2018.

OLIVEIRA, A. L. *et al.* Caracterização tecnológica de jabuticabas 'Sabará' provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 397-400, dez. 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452003000300009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 8 fev. 2021.

SUGUINO, E. *et al.* A cultura da jabuticabeira. **Pesquisa & Tecnologia**, [Campinas], v. 9, n. 1, jan./jun. 2012. Disponível em: http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/janeiro-junho-2/1046-a-cultura-da-jabuticabeira/file.html?force_download=1. Acesso em: 9 jun. 2018.

VIEITES, R. L. *et al.* Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jabuticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 362-375, jun. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n2/a06v33n2>. Acesso em: 10 jun. 2018.

REGENERAÇÃO DE JABUTICABEIRA

Amanda Pacheco Cardoso Moura

Moeses Andrigo Danner

Introdução

A regeneração natural de espécies é o fator responsável pela manutenção dos indivíduos nas florestas (PALUDO; MANTOVANI; REIS, 2011). O processo de regeneração no sub-bosque inicia com a chegada de sementes, por meio de mecanismos de dispersão e posteriormente de germinação no solo. O último estágio é a formação de plântulas, que irão garantir o recrutamento entre diferentes classes etárias (BECKMAN; ROGERS, 2013). Os fatores que irão interferir no processo de recrutamento podem ser bióticos (competição e ataque por inimigos naturais) ou abióticos (condições ambientais do local). Esse período é considerado crítico e o sucesso no estabelecimento de plântulas ocorrerá devido ao aumento da área de dispersão e distanciamento em relação à planta matriz, conforme a tese desenvolvida por Janzen-Conell (KITAJIMA; FENNER, 2000).

A capacidade da semente em resistir à perda de umidade irá determinar o modo de regeneração da espécie. Sementes classificadas como recalcitrantes irão germinar de forma rápida, a fim de evitar a diminuição da viabilidade, de modo que formarão um banco de plântulas, podendo, de maneira alternativa, persistir na superfície do solo por períodos de tempo que variam entre as espécies. Sementes classificadas como ortodoxas (que se mantêm viáveis mesmo sofrendo dessecação) podem sobreviver por longos períodos de tempo no banco de sementes do solo (MURDOCH; ELLIS, 2000).

Estudos sobre a regeneração da jabuticabeira

Observa-se que a jabuticabeira se regenera por meio do banco de plântulas, pois suas sementes são recalcitrantes, perdendo a viabilidade com umidade abaixo de 30% (VALIO; FERREIRA, 1992). Em atmosfera natural, a viabilidade das sementes é de no máximo cinco dias (DANNER *et al.*, 2011). Além disso, existe aumento na taxa de germinação da espécie com a retirada da polpa (ROSSA *et al.*, 2010), o que mostra a importância do consumo e posteriormente da dispersão de sementes para a regeneração da espécie.

A jabuticabeira da espécie *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel, presente em fragmentos florestais da região sudoeste do Paraná, apresentou cinco estádios ontogenéticos (determinados com base no trabalho de Gatsuk *et al.*, 1980):

- A. plântulas – indivíduos com até 0,10 m, com poucas ramificações (0 a 4) e ausência de escamação do caule;
- B. juvenis – altura > 0,10 até 1,70 m, com elevado número de ramos (2 a 86) e escamação do caule;

- c. imaturos – possibilidade de medição da circunferência à altura do peito (CAP), altura > 1,70 até 5,0 m, com todos os indivíduos com caule escamando;
- D. virgens – indivíduos com altura > 5,0 m, sem estruturas reprodutivas;
- E. reprodutivos – altura > 5,0 m, contendo estruturas reprodutivas (I).



(I)¹ Estágios ontogenéticos de jabuticabeiras (*Plinia Cauliflora*):
(A) plântula; (B) juvenil; (C) imaturo;

I Fonte: Moura (2017).



(D) virgem; (E) reprodutivo; (F) início de gemas floríferas.

Na região sudoeste do Paraná, a densidade máxima encontrada para *P. cauliflora* foi de 2.552 indivíduos por hectare, considerando todos os estágios ontogenéticos, em um remanescente florestal no município de Clevelândia/PR (PALADINI, 2016). Entretanto, este padrão de alta densidade não foi encontrado em outros remanescentes estudados. Pode-se observar que há diferença no número de indivíduos regenerantes entre populações, bem como existe uma lacuna entre as diferentes classes ontogenéticas nos remanescentes de Chopinzinho I e II e Coronel Vivida. Além disso, as áreas com maior densidade de indivíduos reprodutivos (Chopinzinho I e Coronel Vivida) apresentaram o menor número de indivíduos nas classes regenerantes (2).

LOCAIS DE ESTUDO	PLÂNTULA	JUVENIL	IMATURO	VIRGEM	REPRODUTIVO
CHOPINZINHO I	0,0	0,0	4,1	0,0	130,6
CHOPINZINHO II	0,0	55,1	0,0	0,0	87,7
CLEVELÂNDIA	24,5	448,9	163,3	16,3	63,3
CORONEL VIVIDA	2,0	14,3	0,0	0,0	183,7
PATO BRANCO I	6,1	110,2	20,4	20,4	93,8
PATO BRANCO II	0,0	59,2	20,4	16,3	10,2
MÉDIA ± ERRO PADRÃO	5,43 ± 3,9	114,6 ± 68,6	34,7 ± 26,0	8,8 ± 3,9	94,8 ± 24,1

(2) ¹ Densidade absoluta (ind/ha) de jabuticabeiras (*Plinia cauliflora*) em seis remanescentes florestais na região Sudoeste do Paraná, de acordo com os estádios ontogenéticos: plântula, juvenil, imaturo, virgem e reprodutivo.

Considerações finais

Apesar de ainda existirem dúvidas sobre quais fatores influenciam na regeneração de *P. cauliflora*, alguns vêm sendo apontados, como: colheita extrativista dos frutos, roçadas ao redor de indivíduos reprodutivos, pastejo de animais nas populações e falta de animais dispersores efetivos da espécie devido à fragmentação florestal. É importante salientar que, para elucidar de forma concreta quais são os fatores e como atuam efetivamente na regeneração da espécie, é necessário fazer estudos mais aprofundados sobre a dinâmica populacional. Estudos deste âmbito irão auxiliar na construção de ações mais efetivas para a conservação e uso da espécie.

Referências

BECKMAN, N. G.; ROGERS, H. S. Consequences of seed dispersal for plant recruitment in tropical forests: interactions within the seed scape. **Biotropica**, [s. l.], v. 45, n. 6, p. 666-681, 2013.

DANNER, M. A. *et al.* Armazenamento a vácuo prolonga a viabilidade de sementes de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 246-252, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000100030. Acesso em: 25 jan. 2021.

GATSUK, L. E. *et al.* Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, [s. l.], v. 68, p. 675-696, 1980.

KITAJIMA, K.; FENNER, M. Ecology of seedling regeneration. *In*: FENNER, M. (ed.). **The ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. Southampton: CABI Publishing, 2000. p. 331-360.

MOURA, A. P. C. **Estrutura populacional de jaboticabeiras no Sudoeste do Paraná**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

MURDOCH, A. J.; ELLIS, R. H. Dormancy, viability and longevity. *In*: FENNER, M. (ed.). **The ecology of regeneration in plant communities**. 2. ed. Southampton: CABI Publishing, 2000. p. 183-214.

PALADINI, M. V. **Caracterização de frutos, divergência genética e estrutura espacial de jaboticabeiras nativas de fragmento florestal em Clevelândia – PR**. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. Regeneração de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1107-1119, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n5/a17v35n5.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2021.

ROSSA, U. B. *et al.* Germinação de sementes e qualidade de mudas de *Plinia trunciflora* (jabuticabeira) em função de diferentes tratamentos pré-germinativos. **Floresta**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 371-378, 2010.

VALIO, I. F. M.; FERREIRA, Z. L. Germination of seeds of *Myrciaria cauliflora* (Mart) Berg. (Myrthaceae). **Revista Brasileira de Fisiologia vegetal**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 95-98, 1992.

**JABUTICABA:
SUBSTÂNCIAS
BIOTIVAS E
PROPRIEDADES
FUNCIONAIS**

Rafaela Marin

Hellen Knecht

Eduardo Luis Konrath

Introdução

O conhecimento da relação existente entre a composição química dos alimentos, especialmente de frutas e vegetais, e os benefícios destas na promoção da saúde têm sido o incentivo para muitas descobertas e pesquisas direcionadas a esse tema. Como resultado, diversos estudos químicos, biológicos, farmacológicos e evidências epidemiológicas demonstram que o consumo de frutas, sobretudo as de cores escuras, pode reduzir a incidência de doenças cardiovasculares, de diabetes, de cancro, bem como, promove a neuroproteção (AZEVEDO *et al.*, 2015; CAVALCANTI; VEGGI; MEIRELES, 2011).

Esse efeito protetor, desempenhado pelos compostos sintetizados por meio do metabolismo secundário das plantas, é genericamente descrito como quimioprevenção e é frequentemente relacionado à presença de compostos fenólicos. Esses metabólitos secundários são classificados como fenólicos, devido à presença de hidroxila(s) ligada(s) a anéis aromáticos, podendo ser subdivididos em diferentes grupos, quando considerados o número e o encadea-

mento de anéis fenol e seus substituintes (MANACH *et al.*, 2004). Genericamente, dessa forma, têm-se os subgrupos de fenólicos, conhecidos como ácidos fenólicos, estilbenos, ligninas, flavonoides, antocianinas e taninos (TSAO; DENG, 2004), entre outros.

Os polifenóis, flavonoides e antocianinas são amplamente distribuídos em vegetais. Quando em sistemas biológicos, esses metabólitos são responsáveis por diversas ações relacionadas a benefícios à saúde humana, especialmente à ação antioxidante, que é responsável por minimizar os efeitos nocivos de radicais livres, por neutralizá-los e, assim, inibir possíveis danos oxidativos em biomoléculas (CALLONI, 2014).

As frutas que possuem cores escuras normalmente são ricas em flavonoides e antocianos. Dessa forma, possuem grande poder antioxidante, sendo denominadas de "super frutas" (WU; LONG; KENNELLY, 2013), alimentos funcionais, alimentos com propriedades de saúde ou, ainda, alimentos com propriedades funcionais, devido à presença de substâncias bioativas com propriedades benéficas à saúde. Entretanto, é importante salientar que, de acordo com a legislação brasileira, existem importantes diferenças entre esses termos que, usualmente, são utilizados como sinônimos.

Alimento funcional é aquele alimento ou ingrediente que alega propriedades funcionais e/ou de saúde e que pode, além de funções nutricionais básicas, ao se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica. São alimentos registrados na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), com rotulagem normatizada, que contêm a descrição da propriedade funcional e/ou de saúde, orientações das quantidades mínimas que devem ser consumidas para o efeito e observações específicas de cada produto, atendendo aos critérios estabelecidos nas Resoluções n° 17/1999, n° 18/1999 e n° 19/1999.

A propriedade funcional e/ou de saúde dos alimentos mencionados acima é comprovada por meio de: ensaios bioquímicos; ensaios nutricionais e/ou fisiológicos e/ou toxicológicos em animais de experimentação; estudos epidemiológicos; ensaios clínicos; evidências abrangentes da

literatura científica; organismos internacionais de saúde e legislação reconhecidos sobre as propriedades e características do produto; comprovação de uso tradicional, observado na população, sem associação de danos à saúde. Além disso, as substâncias bioativas responsáveis pela ação devem estar presentes em quantidades conhecidas e suficientes para produzir o efeito alegado. Algumas propriedades funcionais são aceitas pela Anvisa, tais como: a alegação de auxiliar na manutenção de níveis saudáveis de triglicerídeos, atribuída aos ácidos graxos ômega 3 de cadeia longa, provenientes de óleos de peixe (ácido eicosapentaenóico-EPA e ácido docosahexaenóico-DHA); a alegação de ação antioxidante protetora das células contra os danos provocados pelos radicais livres em alimentos funcionais que contêm o licopeno, a luteína e/ou zeaxantina; a alegação funcional de auxiliar o funcionamento do intestino em alimentos que possuem fibras alimentares, especialmente a beta-glucana, dextrina resistente, goma guar parcialmente hidrolisada, polidextrose, psillium; a propriedade funcional de auxiliar na redução da absorção de colesterol para alimentos que contenham fitoesteróis e proteína de soja.

As substâncias bioativas, de acordo com a Resolução n° 2/2002, são nutrientes e/ou não nutrientes com ação metabólica ou fisiológica específica, como carotenoides, fitoesteróis, flavonoides, fosfolípidios, organosulfurados, polifenóis e sua ação antioxidante que protege as células contra os radicais livres, por exemplo. Essas substâncias bioativas são encontradas em diversas frutas, porém há diferenças químicas entre os integrantes desses grupos, que resultam em atividades mais ou menos pronunciadas. No grupo de frutas em evidência pela quantidade e ação das substâncias bioativas, incluem-se o mirtilo, a uva e, mais recentemente, a jaboticaba (WU; LONG; KENNELLY, 2013).

Neste capítulo, serão apresentadas as substâncias bioativas e as atividades biológicas que têm sido relatadas para as jaboticabas (*Plinia cauliflora*, *P. peruviana* e *P. jaboticaba*). Os frutos destas espécies são conhecidos pelo grande potencial tecnológico, com diversas possibilidades de transformação industrial. As polpas, além de conterem sabor e aroma agradáveis, possuem substâncias com pro-

priedades funcionais associadas (BORGES; CONCEIÇÃO; SILVEIRA, 2014; CAVALCANTI; VEGGI; MEIRELES, 2011; WU; LONG; KENNELLY, 2013).

Descrição e composição nutricional da jabuticaba (*Plinia spp.*)

Os frutos destas espécies são classificados como bagas globulares, com formato arredondado, e crescem diretamente nos troncos e ramos das árvores. Quando maduras, as jabuticabas apresentam cascas de coloração roxo-escura, quase negra, com polpa branca de sabor agridoce, levemente ácido e textura gelatinosa (MELETTI, 2000; SASSO, 2009).

Os frutos frescos de jabuticaba (*Plinia spp.*) apresentam uma variedade de nutrientes, tais como açúcares, carboidratos, fibras, aminoácidos e vitaminas, todos dotados de benefícios para a saúde humana. Além disso, as jabuticabas são bastante ricas em sais minerais, como cálcio, ferro, potássio e fósforo, bem como vitamina C. Níveis significativos de aminoácidos como triptofano e lisina (1 e 7 mg/100 g nas frutas frescas, respectivamente) também são encontrados (LORENZI *et al.*, 2006). A tabela (1) mostra a composição centesimal dos nutrientes presentes nas frutas frescas da jabuticabeira-açu (*P. cauliflora*).

	QUANTIDADE (g)/ 100 g MASSA SECA
CALORIAS (Kcal)	58,0
UMIDADE (%)	83,6
MACRONUTRIENTES	
PROTEÍNAS (g)	0,6
LIPÍDIOS (g)	0,1
COLESTEROL (g)	NA
CARBOIDRATOS (g)	15,3
FIBRAS ALIMENTARES (g)	2,3
MICRONUTRIENTES	
CÁLCIO (mg)	8
MAGNÉSIO (mg)	18
MANGANÊS (mg)	0,3
FÓSFORO (mg)	15
FERRO (mg)	0,1
SÓDIO (mg)	TR
POTÁSSIO (mg)	130
COBRE (mg)	0,07
ZINCO (mg)	0,3
RETINOL (µg)	NA
TIAMINA (mg)	0,06
RIBOFLAVINA (mg)	TR
PIRIDOXINA (mg)	TR
MIACINA (mg)	TR
ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C) (mg)	16,2

(1)^I Composição centesimal para a jabuticaba fresca (*Plinia cauliflora*) por 100 g de parte comestível.

Legenda: tr = traços; na = não aplicável.

I Fonte: adaptado de Tabela... (2011).

Em outro estudo conduzido por Lima *et al.* (2008), foram comparadas duas espécies de jaboticabas, a paulista e sabará (*P. cauliflora* e *P. jaboticaba*, respectivamente), quanto à composição centesimal e alguns compostos bioativos presentes. As jaboticabas foram separadas em fruto inteiro, casca, polpa e semente, sendo congeladas e liofilizadas para os experimentos. Conforme pode ser visualizado em (2), as cascas apresentaram os maiores teores de fibras alimentares: 33,8 g/100 g na jaboticaba paulista e 33,23 g/100 g na jaboticaba sabará, sendo maior o percentual de fibras insolúveis. As cascas e sementes apresentaram maior teor de proteínas, não diferindo entre as variedades.

ESPÉCIE		PROTEÍNAS (g)	FIBRA ALIMENTAR (g)	
			SOLÚVEL	INSOLÚVEL
<i>P. cauliflora</i>	CASCA	1,10	6,77	27,03
	SEMENTE	1,12	0,57	27,16
	POLPA	0,44	1,77	2,57
	FRUTO INTEIRO	0,88	3,57	14,27
<i>P. jaboticaba</i>	CASCA	1,16	6,80	26,43
	SEMENTE	1,17	1,40	26,93
	POLPA	0,47	1,93	3,30
	FRUTO INTEIRO	0,92	2,23	16,63

(2) ^{II} Composição centesimal para os frutos inteiros e frações de jaboticaba paulista (*Plinia cauliflora*) e jaboticaba sabará (*Plinia jaboticaba*) por 100 g de matéria seca.

II Fonte: adaptado de Lima *et al.* (2008).

Além disso, esse mesmo estudo visou a determinação da presença de elementos antinutricionais nos frutos, que podem ser caracterizados como substâncias que interferem na absorção de nutrientes essenciais ou, até mesmo, que alteram o metabolismo durante o processo digestório, tendo como exemplos os inibidores de tripsina, lectinas, ácido oxálico etc. (SARWAR; WU; COCKELL, 2012).

Os resultados demonstraram que a jaboticaba-sabará possui maiores teores de inibição de tripsina, estando esses mais acumulados nas cascas (6,42 unidades de tripsina inibida/mg matéria seca), seguido das sementes (6,20) e do fruto inteiro (4,15). Os menores teores foram encontrados na polpa (1,58 unidades na jaboticaba paulista e 1,68 unidades na jaboticaba sabará). Além disso, não foi evidenciada, pelo estudo, atividade hemaglutinante, o que demonstraria a presença de lectinas na polpa e sementes das duas espécies de jaboticaba (LIMA *et al.*, 2008).

Outro estudo comparativo, realizado com as mesmas espécies, verificou as diferenças não apenas para os macronutrientes, mas também para os micronutrientes presentes nas frutas frescas (ALEZANDRO *et al.*, 2013), conforme pode ser visualizado em (3).

Como resultados, a composição centesimal, quanto aos macros e micronutrientes para a jaboticaba paulista e sabará, foi bastante similar, não havendo diferenças significativas entre as espécies. Além disso, as frutas demonstraram ser importantes fontes de manganês e cobre, presentes em quantidades elevadas. Estima-se que 100 g de jaboticabas (em torno de 15 unidades de frutas) poderiam fornecer entre 10 e 15% da quantidade diária recomendada de cobre, manganês e potássio, segundo as recomendações do Food and Drug Administration (FDA).

Um estudo conduzido por Calloni *et al.* (2015) com os frutos frescos de *P. trunciflora* avaliou a composição nutricional diferenciada quanto aos macronutrientes para as cascas e polpas desta espécie de jaboticaba, conforme pode ser observado em (4).

Os dados apresentados para ambas as espécies de *Plinia* demonstram que os principais macronutrientes encontrados são os carboidratos (especialmente glicose e frutose) e as fibras alimentares totais. Nesse sentido,

JABUTICABEIRAS

COMPOSIÇÃO (mg/100 g MASSA SECA)	<i>P. cauliflora</i>	<i>P. jaboticaba</i>
MACRONUTRIENTES		
PROTEÍNAS	1,02	0,94
LIPÍDIOS	0,55	0,40
FIBRAS TOTAIS	17,90	19,30
FIBRAS SOLÚVEIS	1,80	2,30
FIBRAS INSOLÚVEIS	16,10	17,00
CARBOIDRATOS	78,20	76,50
MICRONUTRIENTES		
POTÁSSIO	110	100
MAGNÉSIO	120	100
FÓSFORO	110	100
CÁLCIO	20	20
FERRO	2,9	2,7
MANGANÊS	1,8	2,7
ZINCO	2,0	2,9
COBRE	1,0	1,0

(3)^{III} Composição centesimal para os frutos inteiros de jabuticabeira-paulista (*Plinia cauliflora*) e jabuticabeira sabará (*Plinia jaboticaba*) por 100 g de matéria seca.

COMPONENTES	CASCAS	POLPA
UMIDADE (%)	75,20	86,60
PROTEÍNAS (g)	1,00	0,20
LIPÍDIOS (g)	0,25	0,17
CARBOIDRATOS (g)	11,50	13,10
FIBRAS TOTAIS (g)	8,40	0,15

(4)^{IV} Composição centesimal de jabuticaba fresca (*Plinia trunciflora*) por 100 g de parte comestível.

III Fonte: adaptado de Alezandro *et al.* (2013).

IV Fonte: adaptado de Calloni *et al.* (2015).

enquanto os carboidratos constituem-se em importantes substratos convertidos enzimaticamente para a geração de energia celular na forma de trifosfato de adenosina (ATP) (ANDERSON *et al.*, 2009), as fibras dietéticas ou alimentares são polímeros de carboidratos resistentes à ação das enzimas digestivas, estando associadas a numerosos efeitos benéficos sobre o sistema fisiológico humano. As fibras são constituídas pela fração insolúvel, constituída especialmente por celulose, lignina e algumas hemiceluloses, e pela fração solúvel, contendo pectinas, gomas e mucilagens (LATTIMER; HAUB, 2010).

Devido ao fato de não serem digeríveis, as fibras proporcionam um processo de fermentação no cólon, estimulando seletivamente o crescimento e/ou a atividade de bactérias potencialmente benéficas para a saúde do hospedeiro (DEVRIES, 2003). Sendo assim, as fibras alimentares são consideradas prebióticos, alterando beneficemente a microbiota intestinal e evitando a contaminação do trato gastrointestinal por bactérias patogênicas (SLAVIN, 2013). Entre os benefícios associados à ingestão destes macronutrientes, estão a redução dos níveis séricos de colesterol e lipoproteína de baixa densidade (LDL) e o controle da absorção de glicose, reduzindo a resposta glicêmica pós-prandial, além da prevenção e tratamento da constipação, redução dos níveis de pressão arterial, de doenças cardiovasculares e controle da obesidade (CONLON; BIRD, 2014).

Quanto aos micronutrientes, observa-se um predomínio de potássio, magnésio e ácido ascórbico na jabuticaba. A vitamina C possui diversos efeitos benéficos, uma vez que ela promove um aumento na biodisponibilidade de ferro após sua ingestão, estimulando sua absorção, além de participar da biossíntese de hormônios, aminoácidos e elastina (LINDBLAD; TVEDEN-NYBORG; LYKKESFELDT, 2013). Além disso, o ácido ascórbico é classificado como um antioxidante hidrossolúvel, atuando como sequestrador de radicais livres nos sistemas biológicos e evitando a oxidação de componentes celulares devido ao seu poder redutor (KLIMCZAK *et al.*, 2007). Estudos têm demonstrado a relação entre a deficiência de vitamina C e o declínio cognitivo relacionado à idade, além de seu efeito neuromodulador,

reduzindo a excitotoxicidade induzida pelo glutamato nas terminações nervosas e o angiogênico (HANSEN; TVEDEN-NYBORG; LYKKESFELDT, 2014; REBEC; PIERCE, 1994).

Composição química da jabuticaba (*Plinia spp.*)

A relação entre o consumo de alimentos ricos em compostos antioxidantes, especialmente aqueles provenientes de fontes naturais, como as frutas, tem sido intensamente investigada na literatura. Assim sendo, o estudo da jabuticaba (*Plinia spp.*) tem despertado grande interesse nos últimos anos, considerando-se o grande aumento no número de novas publicações científicas no que diz respeito a sua composição química, nutricional e suas propriedades biológicas (WU; LONG; KENNELLY, 2013). Entretanto, a grande maioria dos estudos se refere às espécies *P. cauliflora* e *P. jaboticaba*, uma vez que estas possuem maior produção e comercialização no Brasil, em detrimento da *P. peruviana* (*P. trunciflora*) (CALLONI, 2014).

A jabuticaba muitas vezes tem sido denominada de 'Brazilian berry', devido ao seu elevado teor em compostos fenólicos, de maneira semelhante a outros frutos de cor escura, como o mirtilo, a uva e a amora, sendo que a maior quantidade destes produtos se encontra presente nas cascas (SANTACRUZ *et al.*, 2012; SANTOS; VEGGI; MEIRELES, 2010; WU *et al.*, 2012). Tem sido citado para a jabuticaba a presença de diversos produtos provenientes do metabolismo secundário, especialmente nas cascas, dentre os quais terpenos, flavonoides, antocianinas, taninos e depsídeos; todos estes pertencentes à classe dos compostos fenólicos (PLAGE-MANN *et al.*, 2012; REYNERTSON *et al.*, 2006; WU *et al.*, 2012). A grande maioria dos estudos tem como foco os pigmentos antocianínicos, considerados os componentes principais presentes nas jabuticabas (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012; SANTOS; MEIRELES, 2011), tanto devido a suas propriedades nutricionais e biológicas, como também por serem uma alternativa natural aos corantes sintéticos na indústria de alimentos (HENTZ, 2015).

Flavonoides e antocianinas

Os flavonoides são compostos fenólicos sintetizados pelas plantas, em parte como resposta a um estresse ambiental e fisiológico (NIJVELDT *et al.*, 2001), e são amplamente distribuídos pelo reino vegetal, possuindo o núcleo 2-fenil-cromano como característica estrutural. São considerados produtos de metabolismo misto, derivados da via do ácido chiquímico (de onde são formados os fenilpropanoides) e do malonil-CoA, este produzido via citrato (DAVIES; SCHWINN, 2006; DI CARLO *et al.*, 1999).

As antocianinas compreendem um importante grupo de pigmentos hidrossolúveis, responsáveis pela grande diversidade de cores em flores, frutos e folhas, variando desde tons de vermelho e laranja até roxo (IWASHINA, 2015). Estruturalmente, estas moléculas se diferem dos flavonoides por estarem sempre ionizadas em pH ácido, constituindo-se no cátion flavílio; além disso, as antocianinas compreendem uma aglicona, denominada antocianidina, ligada a uma ou mais unidades de açúcar e, frequentemente, a um grupo de ácidos orgânicos (CIPRIANO, 2011; FERNANDES *et al.*, 2014). Nas frutas, as antocianinas são normalmente encontradas nas partes externas da hipoderme, na casca (CALLONI, 2014), e a cianidina é a antocianina mais comumente encontrada (JAAKOLA, 2013).

Os teores encontrados na literatura para as antocianinas totais das diferentes espécies de jabuticabas variam bastante em função do método extrativo empregado, bem como da parte do fruto analisada, sendo reportados valores dentro da faixa de 58,1 a 315 mg/ 100 g de frutos frescos (RUFINO *et al.*, 2011; TERCI, 2004).

O conteúdo fenólico total das jabuticabas (*P. cauliflora*) foi determinado em um estudo comparativo entre frutas tropicais brasileiras, e o resultado foi de que esta espécie contém uma proporção elevada de polifenóis (440 mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de frutas frescas e 3584 mg EAG/100 g de frutas liofilizadas), porém, esse resultado é menor quando comparado ao do camu-camu (*Myrciaria dubia*) e da acerola (*Malpighia emarginata*) (RUFINO *et al.*, 2010). Além disso, o teor de antocianinas totais

para os frutos frescos de *P. cauliflora* foi de 58,1 mg/100 g frutos e de flavonoides foi de 147 mg/100 g, indicando que a jaboticaba é uma importante fonte nutricional destes compostos. Em termos comparativos, quanto ao teor de antocianinas, os morangos contêm 21 mg/100 g, uvas pretas 27 mg/100 g, framboesas 245 mg/100 g e os mirtilos cultivados, 387 mg/100 g (WU *et al.*, 2006).

Extratos das cascas liofilizadas de *P. jaboticaba* apresentam um elevado teor de fenólicos totais (556,3 mg EAG/100 g), enquanto as cascas e as frutas frescas contêm 114 e 32,1 mg EAG/100 g, respectivamente (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012). Esse expressivo conteúdo de compostos fenólicos já foi reportado na literatura (ABE; LAJOLO; GENOVESE, 2012; LIMA *et al.*, 2008). A quantidade de antocianinas totais foi de 732,7 mg/100 g, mensurada por meio de um método empregando-se diferenças de pH em sua técnica. Outra técnica mais eficaz, com o emprego de fluido supercrítico com CO₂, permite uma extração muito maior, tanto de antocianinas quanto de flavonoides (SANTOS; MEIRELES, 2009).

A análise cromatográfica de extratos das cascas das frutas de *P. jaboticaba* revelou a presença de dois componentes principais, a cianidina O-glicosídeo e a delphinidina 3-O-glicosídeo (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012), compostos previamente descritos tanto nas cascas quanto nos frutos de *P. jaboticaba* e *P. cauliflora* (ABE; LAJOLO; GENOVESE, 2012; SANTOS; VEGGI; MEIRELES, 2010).

Um estudo realizado com as cascas de *P. jaboticaba* revelou que extratos metanólicos, quando comparados aos extratos aquosos, permitiram a obtenção de um maior teor de polifenóis totais (48,6 e 36,1 mg EAG/g material), de flavonoides totais (7,6 e 7,2 mg equivalentes de catequina/g material) e de antocianinas (630,4 e 404,5 µg cianidina/g material), respectivamente (LENQUISTE *et al.*, 2015). Além disso, os teores de ácido gálico e cianidina 3-O-glicosídeo foram também quantificados com técnicas de cromatografia líquida, sendo verificado que a extração destes compostos a partir das cascas de *P. jaboticaba* foi maior empregando-se água. Igualmente, o aumento da temperatura pode promover um incremento da solubilidade das antocianinas, uma vez que há rompimento das ligações de hidrogênio em solução aquosa (AZMIR *et al.*, 2013).

Poucos estudos foram conduzidos até o momento com a espécie *P. peruviana* (*P. trunciflora*), mas os resultados obtidos evidenciam a grande presença dos compostos fenólicos nas cascas (313,7 mg EAG/ 100 g) quando em comparação com a polpa das frutas frescas (162,2 mg EAG/ 100 g) (CALLONI *et al.*, 2015). O conteúdo fenólico da jaboticaba é maior do que o de outras frutas escuras, também consideradas importantes fontes de polifenóis, como mirtilos (308,4 mg EAG/100 g), morangos (269,5 mg EAG/100 g) e *cranberries* (92,4 mg EAG/100 g) (FLOEGEL *et al.*, 2010). Quanto às antocianinas, nas cascas o teor encontrado foi de 242,7 e na polpa, de 1,1 mg cianidina/ 100 g, sendo bastante similar ao reportado na literatura para a polpa congelada de açai e superior ao de outras frutas (MOYER *et al.*, 2002). Uma análise realizada com espectrometria de massas de alta resolução demonstrou a presença do flavonoide canferol e da antocianina cianidina 3-O-glicosídeo no extrato dos frutos (CALLONI, 2014). Posteriormente, outras antocianinas foram identificadas em um extrato aquoso de *P. trunciflora*, sendo quantificadas (em mg/g): cianidina (16.2 ± 0.01), malvidina (3.5 ± 0.02), delphinidina 3-O-glicosídeo (24.1 ± 0.03), cianidina 3-O-glicosídeo (27.6 ± 0.03), e malvidina 3-O-glicosídeo (17.1 ± 0.02) (SACCHET *et al.*, 2015).

No extrato metanólico da jaboticaba liofilizada (*P. cauliflora*), foram identificados em torno de 22 compostos fenólicos, incluindo os flavonoides rutina, quercetina, isoquercetrina, o depsídeo jaboticabina, além das antocianinas delphinidina-3-O-glicosídeo e cianidina-3-O-glicosídeo (REYNERTSON *et al.*, 2006; WU *et al.*, 2012). A presença das antocianinas delphinidina-3-O-glicosídeo e cianidina-3-O-glicosídeo também foi descrita no extrato metanólico da casca da mesma espécie de jaboticaba por Santacruz *et al.* (2012).

Os diversos estudos realizados até o momento com as diferentes espécies de jaboticaba indicam que estas são bastante ricas em compostos fenólicos, de maneira semelhante a outras frutas de cor escura, sendo que grande concentração destes compostos está nas cascas (ABE; LAJOLO; GENOVESE, 2012; SANTACRUZ *et al.*, 2012; SANTOS; VEGGI; MEIRELES, 2010). Até o momento, seis antocianinas foram identificadas na jaboticaba, especialmente em extratos metanólicos, sendo elas a peonidina, peonidina 3-O-glicosídeo, cianidina, ciani-

dina 3-O-glicosídeo, delphinidina 3-O-glicosídeo, malvidina 3-O-glicosídeo e a piranocianina B (RUFINO *et al.*, 2011; SACHET *et al.*, 2015; TREVISAN; BOBBIO, F.; BOBBIO, P., 1972; WU; LONG; KENNELLY, 2013). Nesse sentido, diversos estudos têm sido realizados no sentido de se otimizar e de se incrementar a extração destes compostos por meio das cascas dos frutos, devido a sua importância biológica e industrial.

A comparação do perfil fenólico das cascas dos frutos de *P. jaboticaba* e de *P. cauliflora* demonstra uma diferença na composição fenólica entre ambas as espécies, de forma que esta última espécie evidenciou um maior conteúdo de antocianinas e derivados de quercetina quando comparado ao extrato metanólico de *P. jaboticaba*, que apresentou maior quantidade de proantocianidinas. Além disso, nos frutos desta espécie, foi possível observar que, conforme aumenta o grau de maturação, o teor de antocianinas aumenta nas cascas, diminuindo o conteúdo de proantocianidinas e de ácido elágico, sem alterações significativas nos teores de flavonoides (ABE; LAJOLO; GENOVESE, 2012; ALEZANDRO; GRANATO; GENOVESE, 2013).

Terpenos

Biossinteticamente, as estruturas químicas dos terpenos são derivadas do isopreno, molécula com cinco átomos de carbono, fazendo com que os esqueletos destes produtos sejam múltiplos de um número variável de unidades pentacarbonadas (HUMPHREY; BEALE, 2006). Os óleos voláteis são substâncias odoríferas presentes nas plantas, cujos constituintes majoritários são os terpenos, seguidos dos fenilpropanoides.

A investigação destes compostos é extremamente importante para os frutos de maneira geral, uma vez que os óleos voláteis desempenham um importante papel quanto ao sabor e do odor dos mesmos. Dessa maneira, de conhecimento da composição química dos produtos voláteis, torna-se viável garantir que o processamento possa resultar na manutenção do aroma para os produtos finais (WU; LONG; KENNELLY, 2013).

A composição do óleo volátil obtido dos frutos congelados de *P. jaboticaba* foi analisada e 45 compostos foram identificados, sendo que 23 deles possuem percepção olfativa detectada por intermédio um cromatógrafo gasoso com olfatometria (PLAGEMANN *et al.*, 2012). Os terpenos contribuem significativamente para o odor dos frutos da jaboticaba, sendo que β -pineno, δ -cadineno e linalol foram aqueles mais potentes, seguido do fenilpropanoide 2-feniletanol (PLAGEMANN *et al.*, 2012).

Um estudo realizado sobre a variação quali e quantitativa da composição do óleo volátil dos frutos frescos de *P. cauliflora* var. pingo-de-mel, coletados em diferentes estágios durante a maturação dos frutos, indicou pequenas e significativas mudanças na composição dos terpenos durante a maturação das jaboticabas (FORTES *et al.*, 2011). O óleo volátil dos frutos imaturos, levemente maduros e totalmente maduros é composto majoritariamente de sesquiterpenos cíclicos (88,1%), sendo o γ -eudesmol e α -eudesmol os principais. No entanto, alguns monoterpenos minoritários tiveram alterações significativas durante o processo de maturação dos frutos, sem alterações nos majoritários. Assim, houve um incremento nas concentrações dos monoterpenos α - e β - pineno, linalol, α -terpineol e (E)- β -ocimeno, enquanto que houve uma diminuição na concentração dos sesquiterpenos amorfa-4,7(11)-dieno, δ -cadineno, δ -amorfeno e α -cadineno durante o estágio de maturação das frutas, indicando um possível papel no aroma e palatabilidade das jaboticabas maduras.

Taninos

Os taninos são moléculas fenólicas de peso molecular relativamente alto, subdivididas em taninos hidrolisáveis (complexos ésteres de ácido gálico e elágico com açúcares) e condensados (ou proantocianidinas) (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006; FERREIRA *et al.*, 2008). Por conseguinte, a jaboticaba é considerada uma importante fonte de taninos gálicos e elágicos, de forma que a concentração de ácido elágico livre é de $0,06 \pm 0,003$ g e de ácido elágico total de

3,11 ± 0,19 g/kg de frutos frescos (ABE; LAJOLO; GENOVESE, 2012). Assim, o consumo de jabuticaba é bastante promissor por fornecer níveis significativamente elevados de derivados de ácido elágico na dieta, quando em comparação com outros frutos da família Myrtaceae, como camu-camu e grumixama.

Outro estudo com um extrato metanólico com os frutos de *P. cauliflora* revelou a presença de sete taninos gálicos e dois taninos elágicos detectados pela primeira vez (WU *et al.*, 2012). Posteriormente, dois taninos elágicos, iso-onoteína e onoteína foram também isolados da mesma espécie (WU; LONG; KENELLY, 2013).

É importante destacar que o conteúdo de ácido elágico e de outros compostos fenólicos diminui nas frutas com o decorrer do amadurecimento (ABE *et al.*, 2012), bem como o teor de taninos totais, e tal fenômeno está associado à perda da adstringência do fruto durante este processo, tornando a jabuticaba mais palatável.

Depsídeos e ácidos fenólicos

Depsídeos são compostos fenólicos constituídos por duas ou mais unidades aromáticas monocíclicas conectadas por uma ligação éster (HILLENBRAND; ZAPP; BECKER, 2004). A presença desses produtos foi originalmente descrita em líquens, e a sua ocorrência em plantas da família Myrtaceae foi somente relatada a partir de 2006, quando Reynertson *et al.* (2006) identificaram e isolaram dois depsídeos dos frutos de *P. cauliflora*, sendo um deles inédito, a jaboticabina, e outro previamente descrito, o ácido 2-O-(3,4-dihidroxibenzoil)-2,4,6-trihidroxifenilacético. Esses mesmos produtos foram também identificados em outra espécie, *Myrciaria vexator* McVaugh, chamada de falsa-jabuticaba ou jabuticaba-azul, uma fruta de característica menos palatável que *P. cauliflora* (DASTMALCHI *et al.*, 2012). Entretanto, a concentração desses depsídeos nos extratos dos frutos é bastante pequena para ser detectada em produtos comerciais, como sucos e geleias, uma vez que são produtos minoritários (WU *et al.*, 2012; WU; LONG; KENELLY, 2013).

Além disso, alguns ácidos fenólicos foram também identificados e isolados de jabuticabas, como ácidos cinâmico, protocatéquico, metil protocatéquico e O-cumárico (REYNERTSON *et al.*, 2006).

Propriedades biológicas

O uso da jabuticaba na medicina tradicional tem sido bastante relatado, principalmente de suas cascas dessecadas em decocções, para o tratamento de diarreias e problemas respiratórios, como asma e inflamações da garganta (MORTON, 1987). O uso das cascas da árvore em casos de diarreias e outras desordens gastrointestinais decorre de sua adstringência, devido à presença de taninos (SOUZA-MOREIRA *et al.*, 2011). Além disso, as infusões da casca de *P. cauliflora* são empregadas para o tratamento da asma, disenterias, angina e infecções cutâneas (MELETTI, 2000).

Atividade antioxidante

Diversas atividades biológicas têm sido atribuídas à jabuticaba, sendo que a principal relatada é a antioxidante, que já foi demonstrada *in vitro* por meio de diversas metodologias, como DPPH· (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), ABTS⁺· (2,2-azinobis-[3-etil-benzotiazolin-6-ácido sulfônico]), FRAP (*ferric reducing antioxidant power* ou método de redução do ferro), ORAC (*oxygen radical absorbance capacity* ou capacidade de absorção do radical oxigênio) e branqueamento do β-caroteno (ABE; LAJOLO; GENOVESE, 2012; LEITE *et al.*, 2011; LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012; RUFINO *et al.*, 2010; SANTOS; VEGGI; MEIRELES, 2010; WU *et al.*, 2012).

Moléculas dotadas de atividade antioxidante, como os compostos fenólicos, são aquelas que retardam ou inibem de maneira significativa a oxidação de um determinado substrato, também podendo eliminar os danos oxidativos de determinadas moléculas expostas a sua ação (HALLIWELL, 2007).

O estresse oxidativo é o desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio pelo organismo e o seu sistema de defesa antioxidante (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 1999), é responsável por diversos danos celulares *in vivo*, atacando biomoléculas, como DNA (ácido desoxirribonucleico), lipídios, proteínas e carboidratos. Além disso, o estresse oxidativo também é considerado um fator de risco na incidência e na evolução de uma série de patologias do sistema nervoso central, como as doenças de Alzheimer e Parkinson, acidente vascular cerebral, choque e edema cerebral, dentre outras (CALABRESE; BATES; STELLA, 2000; GILGUN-SHERKI; MELAMED; OFFEN, 2001; RESNICK; PARKER, 1993). Dessa maneira, a jabuticaba tem sido considerada como um alimento funcional emergente, podendo inclusive ter um papel de grande importância no cenário futuro na indústria de alimentos e de suplementos nutricionais (WU; LONG; KENNELLY, 2013).

A atividade antioxidante *in vivo* de extratos de jabuticaba, empregando-se diferentes modelos animais, também foi relatada. Em um estudo com ratos, foi avaliado o efeito da ingestão da casca de jabuticaba liofilizada (*P. jaboticaba*), rica em antocianinas (cianidina e delphinidina-O-glicosídeos), adicionada à dieta dos animais, a fim de se verificar o potencial antioxidante do plasma (LEITE *et al.*, 2011). Observou-se que a adição de até 2% da jabuticaba liofilizada na dieta normal de ratos saudáveis melhorou a sua capacidade antioxidante sérica, mas tal parâmetro decaiu quando se aumentou a oferta de casca liofilizada oferecida aos animais. Tal efeito pode ser explicado devido a uma sobrecarga de antioxidantes, sugerindo-se que existe um limite para a dose a ser ofertada na dieta para se manter um estado oxidativo celular mínimo.

Em outro estudo realizado em um modelo de obesidade em ratos, um extrato aquoso das cascas de *P. jaboticaba* rico em antocianinas (cianidina 3-O-glicosídeo) e em polifenóis foi adicionado em garrafas e consumido pelos animais, divididos em grupos controle e grupos contendo elevada quantidade de lipídeos e frutose (LENQUISTE *et al.*, 2015). Amostras de plasma e fígado foram coletadas dos animais para avaliação da lipoperoxidação, medida de FRAP e de enzimas como glutatona peroxidase (GPx), glutatona re-

glutathione peroxidase (GPx), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT). Os resultados demonstraram que a suplementação com o extrato de jaboticabas proporcionou efeitos antioxidantes potenciais por meio dos parâmetros de lipoperoxidação, GSH (glutathione reduzida) e CAT, mas sem efeitos significativos sobre FRAP, SOD, GR e GPx, demonstrando uma possível reversão dos danos causados pela dieta, porém estudos complementares devem ser conduzidos.

Um extrato de cascas de *P. trunciflora*, rico em compostos fenólicos (cianidina 3-O-glicosídeo e canferol), foi testado quanto a sua capacidade de modular o estresse oxidativo e a função mitocondrial *in vitro* em uma linhagem de células MRC-5 (CALLONI *et al.*, 2015). O extrato de jaboticabas pôde reduzir danos celulares induzidos pelo peróxido de hidrogênio, podendo também atuar como agente protetor mitocondrial contra possíveis disfunções nesta organela.

Atividade anti-inflamatória

Os depsídeos jaboticabina e ácido 2-O-(3,4-dihydroxi-benzoil)-2,4,6-trihydroxifenilacético encontrados na jaboticaba têm sido investigados devido à sua atividade anti-inflamatória e ao seu possível papel terapêutico para o tratamento da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Ambos apresentaram a capacidade de inibir a produção da citocina IL-8 em 47,3 e 70,3%, respectivamente, em uma linhagem de células epiteliais de vias aéreas expostas à fumaça de cigarro (REYNERTSON *et al.*, 2006). Da mesma maneira, as antocianinas cianidina 3-O-glicosídeo edelfinidina 3-O-glicosídeo também inibiram a produção de IL-8, em 96 e 36,4%, respectivamente. Essa interleucina está relacionada com alguns tipos de câncer e em uma variedade de condições inflamatórias, como artrite reumatoide e doenças cardíacas e pulmonares.

Considerando o grande potencial dos depsídeos e antocianinas da jaboticaba para a redução da inflamação pulmonar causada pela exposição à fumaça de cigarro, existe uma patente baseada nestes constituintes para o tratamento da DPOC (D'ARMIENTO *et al.*, 2007).

Outra espécie, *Myrciaria vexator* (falsa-jaboticaba), tem sido considerada uma alternativa para o tratamento da DOPC, devido à presença de jaboticabina e de ácido elágico (DASTMALCHI *et al.*, 2012). Esta molécula teve a capacidade de inibir *in vitro* a expressão da metaloproteinase MMP-1 e, como também é encontrada em outras espécies de jaboticaba, estas frutas são potenciais alimentos funcionais para fumantes que queiram diminuir o impacto dos danos pulmonares causados devido à exposição à fumaça do cigarro (WU; LONG; KENNELLY, 2013). Neste caso, o problema seria que *M. vexator* é uma fruta menos palatável que a jaboticaba.

Atividade citotóxica

Alguns compostos isolados da jaboticaba, como a jaboticabina, o ácido 2-O-(3,4-dihidroxibenzoil)-2,4,6-trihidroxifenilacético e a delfinidina 3-O-glicosídeo apresentaram citotoxicidade em três linhagens humanas de câncer de cólon (HT29, HCT116 e SW480), com IC₅₀ de 65, 30 e 20 µM, respectivamente (REYNERTSON *et al.*, 2006). A cianidina 3-O-glicosídeo apresentou citotoxicidade apenas moderada (IC₅₀ >100 µM). Outro estudo com a espécie *P. jaboticaba* avaliou os extratos polar (etanólico) e apolar (diclorometano) da casca liofilizada da fruta em relação a sua atividade antiproliferativa em dez diferentes linhagens de células tumorais humanas. Como resultado, observou-se que o extrato polar foi eficiente em inibir o crescimento apenas da linhagem eritroleucêmica (K-562), com uma concentração de 1,9 µg/mL, enquanto o extrato apolar foi eficiente em inibir o crescimento tanto das células de leucemia quanto de células tumorais de próstata (PC-3), com concentrações de 15,8 e 13,8 µg/mL, respectivamente. Esses mesmos extratos não demonstraram citotoxicidade em uma linhagem não tumoral (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012). De igual modo, estudos sobre uma possível mutagenicidade com o extrato polar de *P. jaboticaba* foram conduzidos, sendo determinada a frequência de micronúcleos em células da medula óssea de camundongos que receberam doses de 30, 100 e 300 mg/kg de extrato por peso corporal v.o. durante

15 dias. O extrato não promoveu indução de danos ao DNA, ou seja, não possui efeitos mutagênicos, porém não foi capaz de reduzir os danos causados ao DNA pela ciclofosfamida, não possuindo, portanto, efeito antimutagênico.

Wang *et al.* (2014) investigaram o efeito citotóxico e antioxidante de extratos etanólicos e aquosos de sementes, ramos e cascas de *P. cauliflora* em células de carcinoma oral HSC-3. Os autores chegaram à conclusão de que o extrato aquoso das sementes promoveu efeito antiproliferativo importante dose-dependente, inclusive com mecanismo de apoptose, por indução da caspase-3; entretanto, não há descrição dos constituintes químicos de tal extrato.

Efeitos relacionados ao controle da obesidade, resistência à insulina e diabetes

A diabetes do tipo 2, a forma mais comum desta doença, é caracterizada por disfunções na produção e secreção da insulina pelas células β -pancreáticas, levando à resistência insulínica (BLONDE, 2010). De acordo com alguns estudos, as antocianinas poderiam ter um papel benéfico na prevenção da diabetes tipo 2 (SANCHO; PASTORE, 2012), de forma que frutas como a jaboticaba, ricas nestes compostos, têm demonstrado um grande potencial para o tratamento da diabetes e da resistência à insulina em modelos experimentais (ALEZANDRO; GRANATO; GENOVESE, 2013; LENQUISTE *et al.*, 2012). Além da composição em polifenóis, as fibras também têm sido associadas ao efeito hipolipidêmico da jaboticaba em animais (ARAÚJO *et al.*, 2014).

Em um estudo, foram avaliados parâmetros de estresse oxidativo e o perfil lipídico de ratos diabéticos (modelo com estreptozotocina) que receberam, durante 40 dias, frutos de jaboticaba liofilizados (*P. jaboticaba*) na dose de 1 ou 2 g/kg de peso. Após essa suplementação na dieta normal, foi observada uma diminuição na peroxidação lipídica no plasma (22%) e no cérebro (10-17%) destes ratos. Adicionalmente, a capacidade antioxidante plasmática

destes ratos, avaliada através do ensaio FRAP, aumentou cerca de duas vezes, e os níveis de colesterol e de triglicérides plasmáticos dos ratos diabéticos diminuíram em 32 e 50%, respectivamente, após os 40 dias de suplementação (ALEZANDRO; GRANATO; GENOVESE, 2013).

O consumo de cascas de jabuticabas liofilizadas da mesma espécie foi avaliado em um modelo de obesidade em ratos. Relatou-se que os animais que receberam 1,2 e 4% deste pó na sua dieta tiveram uma redução nos níveis de insulina sérica (47, 57 e 52%, respectivamente) em ratos obesos (LENQUISTE *et al.*, 2012). Também, o consumo do extrato a 2% permitiu um aumento nas concentrações séricas de HDL (*high density lipoprotein* ou lipoproteína de alta densidade) e de resistência à insulina.

Em outro modelo de obesidade, os animais receberam uma dieta com elevada quantidade de lipídios adicionada de doses de 1,2 e 4% de cascas liofilizadas de *P. jaboticaba*, caracterizada pela presença dos ácidos gálico, elágico, cianidina 3-O-glicosídeo e quercetina (BATISTA *et al.*, 2014). Houve redução nos níveis plasmáticos de ácidos graxos saturados nos animais tratados nas doses de 1 e 4%, e todas as doses preveniram a lipoperoxidação no fígado e no cérebro, aumentando também as defesas antioxidantes (enzimas SOD e CAT).

Além disso, alguns produtos isolados da jabuticaba possuem atividades importantes relacionadas, como a inibição da α -glicosidase, caso da proteína C (OMAR; YUAN; SEERAM, 2012) e alguns taninos elágicos (WU *et al.*, 2013).

Outras atividades biológicas

Além das atividades antioxidante, antiproliferativa e anti-inflamatória, outros estudos demonstram ainda a atividade vasorrelaxante, cardioprotetora, antidepressiva, antimicrobiana e antifúngica para a jabuticaba.

Nesse sentido, bebidas fermentadas feitas com jabuticaba (de cor vermelha, rosa e branca) foram avaliadas quanto ao seu potencial vasorrelaxante, e os resultados

demonstraram que todas induziram significativamente tal efeito em modelo experimental com anéis de aorta de ratos (SÁ *et al.*, 2014). Entretanto, o efeito foi mais pronunciado com a amostra de bebida vermelha, indicando que a vaso-relaxação pode estar associada com a produção de óxido nítrico endotelial, induzida na presença de compostos fenólicos como os flavonoides.

A atividade antioxidante e antidepressiva para o extrato aquoso dos frutos de *P. trunciflora* foi avaliado em um estudo (SACCHET *et al.*, 2015). O extrato demonstrou significativo efeito antioxidante *in vitro* nos métodos de FRAP, DPPH, além de reduzir a lipoperoxidação *in vitro* e *ex vivo* em tecido cerebral de animais. Além disso, nas doses de 400 e 800 mg/kg i.p., o extrato apresentou atividade antidepressiva por redução do tempo de imobilidade através do teste de suspensão da cauda em camundongos, sendo que a dose mais alta teve efeito comparável à fluoxetina (32 mg/kg), um antidepressivo clássico. Neste caso, o mecanismo de ação parece estar associado à importante atividade antioxidante observada, uma vez que, no extrato aquoso de *P. trunciflora* empregado no estudo, foram identificadas cinco antocianinas, com destaque para a cianidina 3-O-glicosídeo.

Em um modelo de cardiotoxicidade induzida pela administração de doxorrubicina em coelhos durante 6 semanas, o extrato hidroetanólico de *P. cauliflora* (75-150 mg/kg) pôde reverter significativamente uma série de parâmetros, incluindo danos cardíacos, por meio da modulação do sistema antioxidante pela presença de componentes fenólicos (ROMÃO *et al.*, 2019).

O extrato hidroalcoólico das folhas de *P. cauliflora* apresentou efeito inibitório sobre o crescimento de *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus sanguis*, microrganismos formadores do biofilme dental (CARVALHO *et al.*, 2009; MACEDO-COSTA *et al.*, 2009). O óleo essencial de folhas de *P. trunciflora* foi ativo contra as bactérias Gram-positivas *Streptococcus equi* e *Staphylococcus epidermidis* e contra as leveduras *Candida sp.* e *Cryptococcus spp.* (LAGO *et al.*, 2011). Em outro estudo, a atividade antimicrobiana do extrato etanólico de *P. cauliflora* demonstrou atividade

moderada frente à *Klebsiella pneumoniae*, mas sem efeitos sobre *Escherichia coli* ou *Staphylococcus aureus* (HAMINIUK *et al.*, 2011).

Considerações finais

Não obstante os vários estudos recentemente publicados na literatura a respeito do uso da jabuticaba, muito ainda permanece a ser investigado no que diz respeito à composição química das distintas espécies de *Plinia*, bem como uma melhor caracterização do mecanismo de ação das diversas atividades biológicas preconizadas, incluindo ensaios clínicos. Entretanto, é inegável que a jabuticaba tem um grande potencial como alimento funcional ou mesmo como um aditivo alimentar em produtos processados, devido ao seu importante valor nutricional. Por possuir um elevado teor em compostos fenólicos (antocianinas, flavonoides e ácidos fenólicos), bem como uma série de atividades biológicas descritas, em especial antioxidante e anti-inflamatória, uma alternativa que tem sido proposta para o uso da fruta seria a infusão das cascas da jabuticaba, uma vez que tais compostos estão predominantemente presentes nelas e, além disso, possuem certa solubilidade para serem extraídos por meio desta metodologia. Recomenda-se também a ingestão, quando possível, das cascas *in natura*. ◉

Referências

ABE, L. T.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Potential dietary sources of ellagic acid and other antioxidants among fruits consumed in Brazil: jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 92, n. 8, p. 1679-1687, 2012.

ALEZANDRO, M. R. *et al.* Comparative study of chemical and phenolic composition of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. **Food Research International**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 468-477, 2013.

ALEZANDRO, M. R.; GRANATO, D.; GENOVESE, M. I. Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg), a Brazilian grape-like fruit, improves plasma lipid profile in streptozotocin-mediated oxidative stress in diabetic rats. **Food Research international**, [s. l.], v. 54, n. 1, p. 650-659, 2013.

ANDERSON, J. W. *et al.* Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, [s. l.], v. 67, n. 4, p. 188-205, 2009.

ARAÚJO, C. R. R., *et al.* *Myrciaria cauliflora* peel flour had a hypolipidemic effect in rats fed a moderately high-fat diet. **Journal of Medicinal Food**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 262-267, 2014.

AZMIR, J. *et al.* Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 117, n. 4, p. 426-436, 2013.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 99, n. 1, p. 91-203, 2006.

BATISTA, A. G. *et al.* Intake of jaboticaba peel attenuates oxidative stress in tissues and reduces circulating saturated lipids of rats with high-fat diet-induced obesity. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 6, p. 450-461, 2014.

BLONDE, L. Current antihyperglycemic treatment guidelines and algorithms for patients with type 2 diabetes mellitus. **The American Journal of Medicine**, [s. l.], v. 123, p. S12-18, 2010.

BORGES, L. L.; CONCEIÇÃO, E. C.; SILVEIRA, D. Active compounds and medicinal properties of *Myrciaria* genus. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 153, p. 224-233, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 17, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 dez. 1999. Disponível em: <http://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-no-17-de-30-de-abril-de-1999.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 nov. 1999. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-no-18-de-30-de-abril-de-1999.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 dez. 1999. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-no-19-de-30-de-abril-de-1999.pdf/view>. Acesso em: 30 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 jan. 2002. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0002_07_01_2002.html. Acesso em: 30 set. 2015.

CALABRESE, V.; BATES, T. E.; STELLA, A. M. NO synthase and NO-dependent signal pathways in brain aging and neurodegenerative disorders: the role of oxidant/ antioxidant balance. **Neurochemical Research**, [s. l.], v. 25, n. 9-10, p. 1315-1341, 2000.

CALLONI, C. *et al.* Jaboticaba (*Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel) fruit reduces oxidative stress in human fibroblasts cells (MRC-5). **Food Research International**, [s. l.], v. 70, p. 5-22, 2015.

CALLONI, C. **Jaboticaba (*Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel):** composição química, atividade antioxidante *in vitro* e redução do estresse oxidativo/nitrosativo via modulação da função mitocondrial em cultura de fibroblastos humanos (MRC-5). 2014. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2014.

CARVALHO, C. M. *et al.* Efeito antimicrobiano *in vitro* do extrato de jaboticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg.] sobre *Streptococcus* da cavidade oral. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 79-83, 2009.

CAVALCANTI, R. N.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Supercritical fluid extraction with a modifier of antioxidant compounds from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) by products: economic viability. **Procedia Food Science**, [s. l.], v. 1, p. 1672-1678, 2011.

CIPRIANO, P. A. **Antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) na formulação de bebidas isotônicas.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

CONLON, M. A.; BIRD, A. R. The impact of diet and lifestyle on gut microbiota and human health. **Nutrients**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 17-44, 2014.

D'ARMIENTO, J. *et al.* **Bioactive depside and anthocyanin compounds, compositions, and methods of use.** Titular: Trustees of Columbia University in the City of New York. WO PCT/US07/17087. Depósito: 31 jul. 2007. Concessão 7 fev. 2008.

DASTMALCHI, K. *et al.* Edible *Myrciaria vexator* fruits: bioactive phenolics for potential COPD therapy. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, [s. l.], v. 20, n. 14, p. 4549-4555, 2012.

DAVIES, K. M.; SCHWINN, K. E. Molecular biology and biotechnology of flavonoid biosynthesis. *In*: ANDERSEN, Ø. M.; MARKHAM, K. R. (ed.). **Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications**. New York: CRC Press, 2006. p. 143-218.

DEVRIES, J. W. On defining dietary fibre. **Proceedings of the Nutrition Society**, [s. l.], v. 62, p. 37-43, 2003.

DI CARLO, G. *et al.* Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. **Life Sciences**, [s. l.], v. 65, n. 4, p. 337-353, 1999.

FERNANDES, I. *et al.* Bioavailability of anthocyanins and derivatives. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 7, p. 54-66, 2014.

FERREIRA, D. *et al.* Tannins and related polyphenols: perspectives on their chemistry, biology, ecological effects, and human health protection. **Phytochemistry**, [s. l.], v. 69, n. 8, p. 3006-3008, 2008.

FLOEGEL, A. *et al.* Development and validation of an algorithm to establish a total antioxidant capacity database of the US diet. **International Journal of Food**, [s. l.], v. 61, n. 6, p. 600-623, 2010.

FORTES, G. A. C. Assessment of a maturity index in jabuticaba fruit by the evaluation of phenolic compounds, essential oil components, sugar content and total acidity. **American Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 6, n. 11, p. 974-984, 2011.

GILGUN-SHERKI, Y.; MELAMED, E.; OFFEN, D. Oxidative stress induced neurodegenerative diseases: the need for antioxidants that penetrate the blood brain barrier. **Neuropharmacology**, [s. l.], v. 40, n. 8, p. 959-975, 2001.

HALLIWELL, B. Biochemistry of oxidative stress. **Biochemical Society Transactions**, [s. l.], v. 35, p. 1147-1150, 2007.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Oxidative stress: adaptation, damage, repair and death. *In*: HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M.

C. (ed.). **Free radicals in biology and medicine**. 3. ed. Oxford: Oxford University, 1999. p. 246-350.

HAMINIUK, C. W. I. *et al.* Chemical, antioxidant and antibacterial study of Brazilian fruits. **International Journal of Food Science & Technology**, [s. l.], v. 46, n. 7, p. 1529-1537, 2011.

HANSEN, S. N.; TVEDEN-NYBORG, P.; LYKKESFELDT, J. Does vitamin C deficiency affect cognitive development and function? **Nutrients**, [s. l.], v. 6, n. 9, p. 3818-3846, 2014.

HENTZ, R. **Otimização da extração de antocianinas da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) e avaliação da capacidade antioxidante**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2015.

HILLENBRAND, M.; ZAPP, J.; BECKER, H. Depsides from the petals of *Papaver rhoeas*. **Planta Medica**, [s. l.], v. 70, n. 4, p. 380-382, 2004.

HUMPHREY, A. J.; BEALE, M. H. Terpenes. *In*: CROZIER, A.; CLIFFORD, M. N.; ASHIHARA, H. (ed.). **Plant secondary metabolites: occurrence, structure and role in the human diet**. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. p. 47-101.

IWASHINA, T. Contribution to flower colors of flavonoids including anthocyanins: a review. **Natural Product Communications**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 529-544, 2015.

JAAKOLA, L. New insights into the regulation of anthocyanin biosynthesis in fruits. **Trends in Plant Science**, [s. l.], v. 18, n. 9, p. 477-483, 2013.

KLIMCZAK, I. *et al.* Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 20, n. 3-4, p. 313-322, 2007.

LAGO, J. H. G. *et al.* Chemical and biological evaluation of essential oils from two species of Myrtaceae – *Eugenia uniflora* L. and *Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel. **Molecules**, [s. l.], v. 16, n. 12, p. 9827-9837, 2011.

LATTIMER, J. M.; HAUB, M. D. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. **Nutrients**, [s. l.], v. 2, n. 12, p. 1266-1289, 2010.

LEITE, A. V. *et al.* Antioxidant potential of rat plasma by administration of freeze-dried jaboticaba peel (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 59, n. 6, p. 2277-2283, 2011.

LEITE-LEGATTI, A. V. *et al.* Jaboticaba peel: antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Research International**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 596-603, 2012.

LENQUISTE, S. A. *et al.* Freeze-dried jaboticaba peel added to high-fat diet increases HDL-cholesterol and improves insulin resistance in obese rats. **Food Research International**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 153-160, 2012.

LENQUISTE, S. A. *et al.* Jaboticaba peel and jaboticaba peel aqueous extract shows in vitro and in vivo antioxidant properties in obesity model. **Food Research International**, [s. l.], v. 77, n. 2, p. 162-170, 2015.

LIMA, A. J. B. *et al.* Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 58, p. 416-421, 2008.

LINDBLAD, M.; TVEDEN-NYBORG, P.; LYKKESFELDT, J. Regulation of vitamin C homeostasis during deficiency. **Nutrients**, [s. l.], v. 5, n. 8, p. 2860-2879, 2013.

LORENZI, H. *et al.* **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2006.

MACEDO-COSTA, M. R. *et al.* Eficácia do extrato de *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. (Jaboticabeira) sobre bactérias orais. **Revista Brasileira de Farmacologia**, [s. l.], v. 19, n. 2B, p. 565-571, 2009.

MANACH, C. *et al.* Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Medicine**, [s. l.], v. 79, n. 5, p. 727-747, 2004.

MELETTI, L. M. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

MORTON, J. **Fruits of warm climates**. Winterville: Creative Resource Systems Inc, 1987.

MOYER, R. *et al.* Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *vaccinium*, *rubus*, and *ribes*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 50, n. 3, p. 519-525, 2002.

NIJVELDT, R. J. *et al.* Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. **The American Journal of Medicine**, [s. l.], v. 74, n. 4, p. 418-425, 2001.

OMAR, R.; LI, L.; YUAN, T.; SEERAM, N. P. α -glucosidase inhibitory hydrolysable tannins from *Eugenia jambolana* seeds. **Journal of Natural Products**, [s. l.], v. 75, n. 8, p. 1505-1509, 2012.

PLAGEMANN, I. *et al.* Volatile constituents of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg) fruits. **Journal of Essential Oil Research**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 45-51, 2012.

REBEC, G. V.; PIERCE, R. C. A vitamin as neuromodulator: ascorbate release into the extracellular fluid of the brain regulates dopaminergic and glutamatergic transmission. **Progress in Neurobiology**, [s. l.], v. 43, n. 6, p. 537-565, 1994.

RESNICK, A. Z.; PARKER, L. Free radicals and antioxidants in muscular neurological diseases and disorders. In: POLI, G.; ALBANO, E.; DIANZANI, M. U. (ed.). **Free radicals: From basic science to medicine**. Basel: Birkhäuser, 1993. p. 425-437.

REYNERTSON, A. K. *et al.* Bioactive depsides and anthocyanins from Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Journal of Natural Products**, [s. l.], v. 69, n. 8, p. 1228-1230, 2006.

ROMÃO, P. V. M. *et al.* Cardioprotective effects of *Plinia cauliflora* (Mart.) Kausel in a rabbit model of doxorubicin-induced heart failure. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 242, p. 112042, 2019.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Free radical scavenging behavior of ten exotic tropical fruits extracts. **Food Research International**, [s. l.], v. 44, p. 2072-2075, 2011.

SÁ, L. Z. C. *et al.* Antioxidant potential and vasodilatory activity of fermented beverages of jabuticaba berry (*Myrciaria jaboticaba*). **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 8, p. 169-179, 2014.

SACCHET, C. *et al.* Antidepressant-like and antioxidant effects of *Plinia trunciflora* in mice. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, [s. l.], v. 2015, n. 601503, 2015.

SANCHO, R. A. S.; PASTORE, G. M. Evaluation of the effects of anthocyanins in type 2 diabetes. **Food Research International**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 378-386, 2012.

SANTACRUZ, L. *et al.* Anthocyanin composition of wild colombian fruits and antioxidant capacity measurement by electron paramagnetic resonance spectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 60, n. 6, p. 1397-1404, 2012.

SANTOS, D. T.; MEIRELES, M. A. A. Jabuticaba as a source of functional pigments. **Pharmacognosy Reviews**, [s. l.], v. 3, n. 5, p. 127-132, 2009.

SANTOS, D. T.; MEIRELES, M. A. A. Optimization of bioactive compounds extraction from jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) skins assisted by high pressure CO₂. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 398-406, 2011.

SANTOS, D. T.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of antioxidant compounds from jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) skins: Yield, composition and economical evaluation. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 101, n. 1, p. 23-31, 2010.

SARWAR, G. G.; WU, X. C.; COCKELL, K. A. Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. **British Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 108, p. S315-332, 2012.

SASSO, S. A. Z. **Propagação vegetativa de jabuticabeira**. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2004.

SLAVIN, J. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. **Nutrients**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 1417-1435, 2013.

SOUZA-MOREIRA, T. M. *et al.* Chemical and antidiarrheal studies of *Plinia cauliflora*. **Journal of Medicinal Food**, [s. l.], v. 14, n. 12, p. 1590-1596, 2011.

TABELA brasileira de composição de alimentos – TACO. 4. ed. rev. e aum. Campinas: NEPA: UNICAMP, 2011.

TERCI, D. B. L. **Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas**. 2004. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

TREVISAN, L. M.; BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Carbohydrates, organic acids and anthocyanins of *Myrciaria jaboticaba*, Berg. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 37, n. 6, p. 818-819, 1972.

TSAO, R.; DENG, Z. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. **Journal of Chromatography B**, [s. l.], v. 812, n. 1-2, p. 85-89, 2004.

WANG, W.-H. *et al.* Evaluation of the antioxidant activity and antiproliferative effect of the jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) seed extracts in oral carcinoma cells. **Biomed Research International**, [s. l.], v. 2014, n. 185946, p. 1-8, 2014.

WU, X. *et al.* Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 54, n. 11, p. 4069-4075, 2006.

WU, S.-B. *et al.* Metabolite profiling of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and other dark-colored fruit juices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 60, n. 30, p. 7513-7525, 2012.

WU, S.-B.; LONG, C.; KENNELLY, E. J. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Research International**, [s. l.], v. 54, p. 148-159, 2013.

WU, S.-B. *et al.* Bioactive and marker compounds from two edible dark-colored *Myrciaria* fruits and the synthesis of jaboticabin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 61, n. 17, p. 4035-4043, 2013.

JABUTICABEIRAS E AS CONDIÇÕES DE ESTRESSE

Douglas Alvarez Alamino

Juliana Cristina Radaelli

Américo Wagner Júnior

Introdução

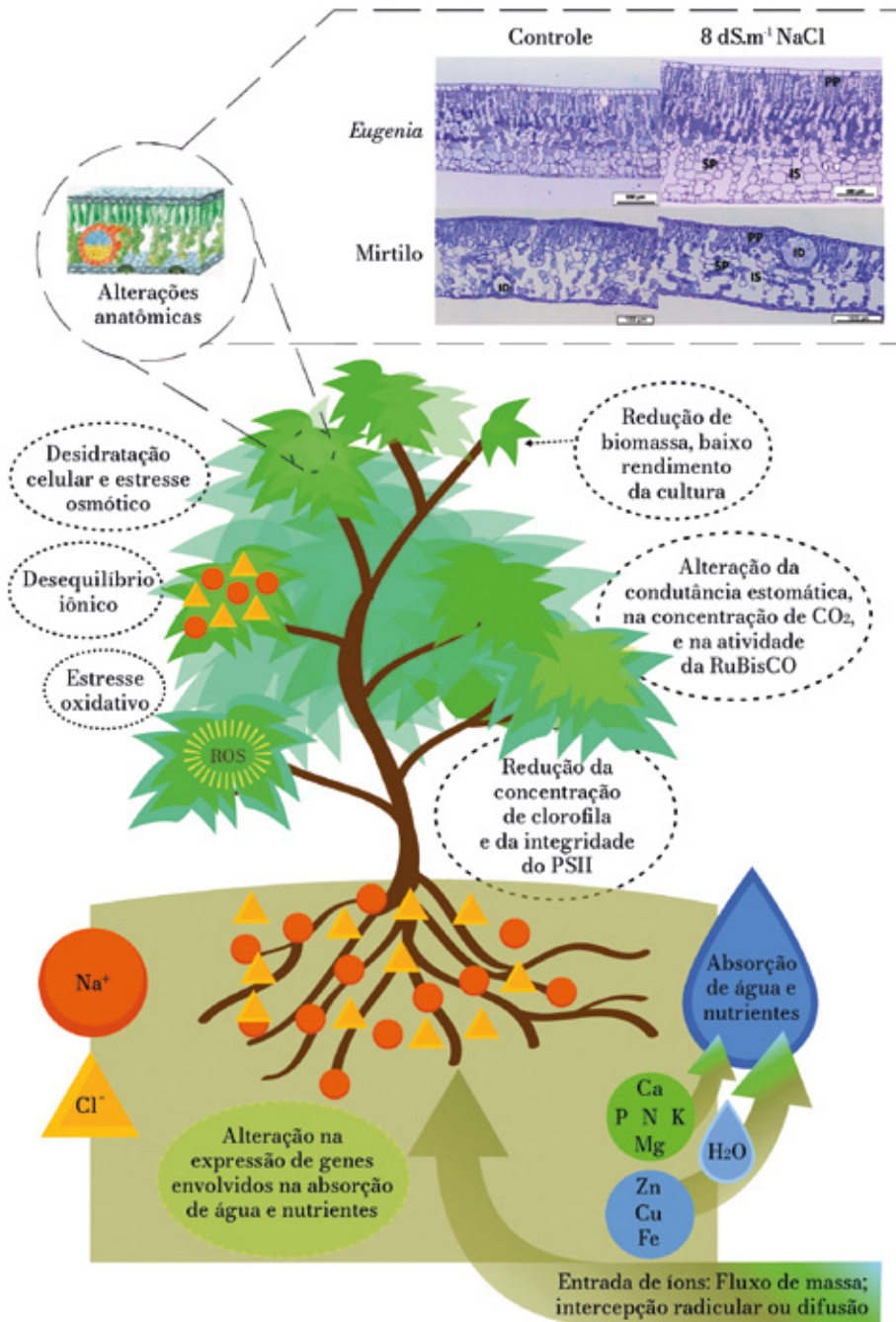
A jaboticabeira é uma fruteira nativa do Brasil (MANICA, 2000), tendo despertado, nas últimas décadas, interesse entre os produtores rurais, em decorrência de sua ampla gama de aplicações, que vão desde o uso de seus frutos no consumo fresco ou em sua forma processada, obtida pelas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica, ao uso de sua planta para o paisagismo (CITADIN; DANNER; SASSO, 2010; SALOMÃO *et al.*, 2018).

Porém, assim como em outras culturas, o desenvolvimento e a produção da jaboticabeira podem estar sujeitos à influência de condições adversas do meio, pelas quais qualquer espécie vegetal pode passar durante seu ciclo, seja na natureza ou em pomar, seja ao longo de um dia, semanas, meses ou até ciclos de produção. Tal estresse caracteriza-se como condição desvantajosa para a planta expressar a maximização de seu potencial genético, mas, por outro lado, permite o entendimento dos limites tolerantes da planta em cultivo.

Dentre as condições adversas, podem ser citados os estresses hídrico e salino, decorrentes muitas vezes do manejo inadequado do solo, da qualidade da água de irrigação – que pode apresentar impurezas como altos teores de sais –, além do ambiente de cultivo influenciado pelas culturas anteriores, que proporcionaram condições do solo, físicas e/ou químicas, desvantajosas para esta fruteira, entre outros (SALES *et al.*, 2014).

A maior parte das espécies vegetais que habitam a Terra evoluíram em condições de baixa salinidade, o que fez com que elas não fossem preparadas ou adaptadas para absorver, transportar e utilizar o NaCl (e outros íons) quando submetidas a ambientes salinos. Isto ocorre porque nestas condições a concentração dos íons de Na⁺ e/ou de Cl⁻ tende a exceder as concentrações consideradas limitrofes para sobrevivência destes indivíduos (GRATTAN; GRIEVE, 1999), os quais, quando em conjunto com outras moléculas, muitas vezes seriam responsáveis pelo fenômeno de "seca fisiológica/secundária" (FAROOQ *et al.*, 2015).

Ao contrário do que é observado nos animais, o sódio é um elemento não essencial nas plantas, exceto em algumas plantas C4 (KRONZUCKER *et al.*, 2013; NIEVES-CORDONES; AL SHIBLAWI; SENTENAC, 2016), e seu excesso é altamente prejudicial, tendo efeitos variáveis (1), como a indução de efluxo de K⁺ citosólico e conseqüentemente o desequilíbrio na homeostase celular, o estresse oxidativo, a interferência nas funções do Ca²⁺, a deficiência nutricional e o retardo do crescimento, culminando muitas vezes na morte das células de plantas (CRAIG PLETT; MØLLER, 2010; CABOT *et al.*, 2014; ACOSTA-MOTOS *et al.*, 2017; EVELIN *et al.*, 2019).



(1)¹ Efeitos adversos da salinidade sobre o desenvolvimento de plantas.

I Fonte: Adaptada e modificada de Acosta-Motos *et al.* (2017) e Evelin *et al.*, (2019).

A salinidade também pode afetar a capacidade de germinação da maioria das espécies vegetais pela inibição da captação de água, a qual interfere na ativação das enzimas envolvidas na hidrólise das reservas nutricionais e na retomada do metabolismo para germinação, levando à latência de sementes pelo efeito tóxico dos íons no embrião, inibindo o crescimento do eixo embrionário e interrompendo a mobilização do amido (MUNNS; JAMES, 2003; OKÇU; KAYA; ATAK, 2005; PEREIRA, 2012; FAROOQ *et al.*, 2015), como observado por Moterle *et al.* (2006), Rego *et al.* (2011), Almeida *et al.* (2012) e Carvalho *et al.* (2012). Portanto, a presença de íons em excesso no solo e o estresse decorrente deste quadro é um fator determinante na redução do rendimento agrícola de muitas culturas, pois a salinidade inibe o crescimento das plantas por meio da ação do déficit hídrico e dos efeitos osmóticos (SOBHANIAN *et al.*, 2010).

Mas esse fator de estresse não é o único, o estresse hídrico afeta as plantas de maneiras distintas e varia com o tipo, seja pelo excesso ou pela falta de água disponível no solo, pela intensidade e duração do estresse, pela espécie ou pelo estágio de desenvolvimento (SHAO *et al.*, 2008), sendo esses fatores de grande importância, principalmente, nas fases iniciais do crescimento e desenvolvimento (PIMENTEL, 2004) e nos processos metabólicos que são alterados (NOGUEIRA *et al.*, 2001).

Na ocorrência de déficits hídricos, a planta inicia sua defesa por meio do fechamento estomático, nas horas mais quentes do dia, pois isto auxilia na redução da transpiração, bem como atua na redução da capacidade fotossintética (NOGUEIRA *et al.*, 1998; NOGUEIRA; SILVA, 2002), diminuindo o rendimento da produção de massa seca e causando redução no crescimento (LARCHER, 2006). Dessa forma, a planta busca manter a turgescência, a qual também pode ser usada como estratégia para o ajuste osmótico (KIEHL, 1979; OUKARROUM *et al.*, 2007; TURNER; BEGG, 1979), o aprofundamento das raízes e a redução no tamanho das folhas (PIMENTEL, 2004).

Em observações empíricas, é comum identificar jabuticabeiras mantidas em condições de solo tanto com maior quanto com menor umidade. Ambas as condições se tornam interessantes para análise, pois, na primeira, pode-se reco-

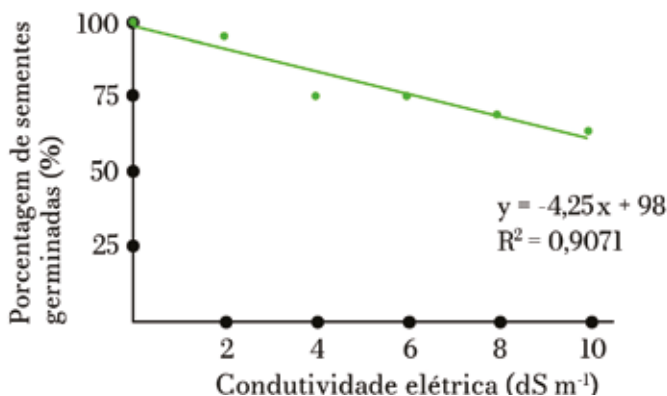
mendá-la para cultivo em áreas próximas a rios, açudes ou solos de banhado, e, na segunda, pode-se ter conhecimento dos limites toleráveis para planta em caso de veranicos.

Assim, este capítulo traz informações úteis para o melhor entendimento do comportamento das jabuticabeiras nas condições de estresse hídrico e salino.

Estresse salino

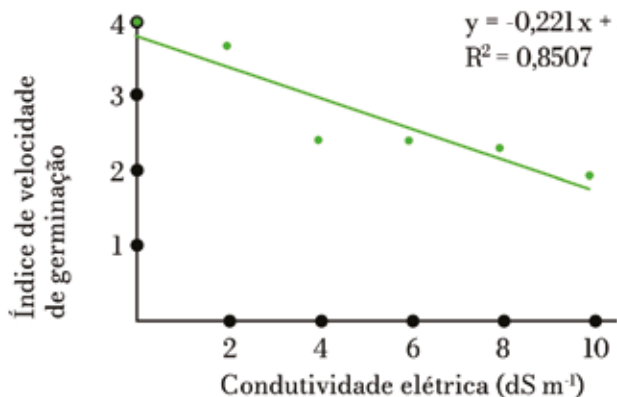
Germinação de sementes de jabuticaba em diferentes níveis de salinidade

Analisando-se os efeitos do estresse salino na germinação de sementes de jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*) com soluções estoque, nas condutividades elétricas de 0; 2; 4; 6; 8; 10 dS m^{-1} e baseadas no uso do cloreto de sódio (NaCl) dissolvido em água destilada, obteve-se para germinação – considerando o índice de velocidade de germinação e a velocidade média de germinação, como em (2, 3, 4), respectivamente – comportamento linear decrescente, com 100% da germinação das sementes na condutividade 0, valores que foram decaindo proporcionalmente em relação ao aumento da condutividade, até chegar em um valor mais extremo (condutividade de 10 dS m^{-1}), com 58,5% de germinação (2).

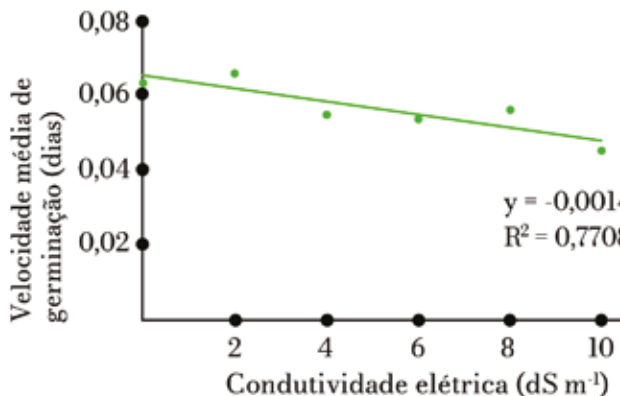


(2) ^{DA} Porcentagem de sementes de *Plinia cauliflora* germinadas submetidas em diferentes níveis de salinidade.

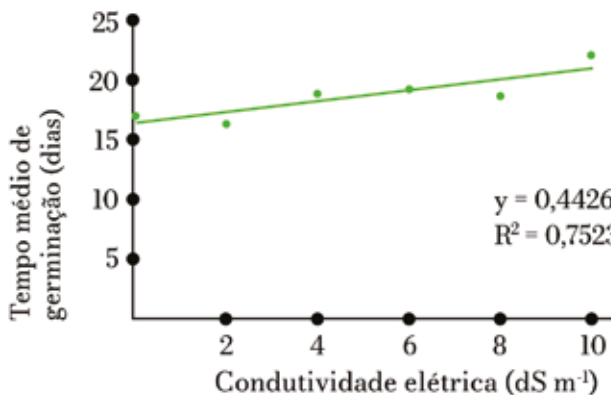
DA Fonte: Douglas Alvarez Alamino.



(3)^{DA} Índice de velocidade de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas a diferentes níveis de salinidade.



(4)^{DA} Velocidade média de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas a diferentes níveis de salinidade.



(5)^{DA} Tempo médio de germinação de sementes de *Plinia cauliflora* submetidas a diferentes níveis de salinidade.

Uma possível explicação para tais comportamentos lineares decrescentes pode estar relacionada ao ajuste osmótico das sementes, visto que as concentrações de solutos no ambiente externo se tornaram maiores do que no ambiente interno da semente, fazendo com que, possivelmente, o potencial hídrico do meio tenha se tornado menor ou muito próximo ao da semente, tendo como consequência a perda de água para o meio, ao invés da embebição pela semente, sendo este o primeiro processo necessário para a retomada do metabolismo visando a germinação, uma vez que as sementes necessitam de contínua adição de energia livre para a manutenção e reparo constante de suas estruturas.

Quando há presença de solutos na água, ocorre a redução de sua energia ou de seu potencial hídrico devido à sua diluição, alterando seu potencial osmótico, de maneira a reduzi-lo (KERBAUY, 2012), o que gera também a diminuição do potencial hídrico. Assim, o potencial hídrico do meio e sua relação com os tecidos de revestimento limitam a embebição das sementes (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; TAIZ *et al.*, 2017).

Porém, vale salientar que isso ocorre não somente pela redução do gradiente de potencial hídrico entre a semente e o solo, como também pela alteração significativa de seu metabolismo, levando à inibição da mobilização das reservas e aos distúrbios no sistema de membranas do eixo embrionário (MARQUES *et al.*, 2011).

Quanto ao tempo médio de germinação (5), foi observado que, com o aumento da condutividade, houve proporcionalmente um incremento no tempo médio de germinação das sementes, as quais exibiram comportamento linear crescente, cujos valores médios foram de 16,39; 15,72; 18,09; 18,50; 17,91 e 21,19 dias, para as condutividades de 0; 2; 4; 6; 8 e 10 dSm⁻¹, respectivamente.

Com base em todos os resultados, fica evidente que os excessos de íons Na⁺ e Cl⁻ podem ter sido responsáveis por todos os comportamentos descritos, uma vez que eles tendem a causar a diminuição da intumescência protoplasmática (FERREIRA; BORGHETTI, 2004), afetando a atividade enzimática e resultando, principalmente, na produção inadequada de energia por distúrbios na cadeia respiratória, além do efeito tóxico decorrente da concentração de íons no

protoplasma (GUEDES *et al.*, 2011), dado que, ao absorverem água do substrato, as sementes possivelmente absorveram o sal, que, por ter elevada solubilidade, culminou em distúrbios fisiológicos.

Vale deixar registrado, ainda, que se observou nas sementes de jabuticabeira o rompimento tegumentar, possivelmente em decorrência do estresse. Freitas *et al.* (2013) descreveram que, de acordo com a intensidade do estresse, o embrião pode ser danificado, levando, inclusive, à sua inviabilidade e morte e acarretando o baixo sucesso de produtividade nas futuras plântulas e mudas.

Assim, pode-se inferir que, pelo menos no que concerne à germinação, as sementes de jabuticabeira-açu mostraram-se reduzidas em sua capacidade germinativa com a presença de sal no meio. Todavia, são necessários estudos mais aprofundados, com outros lotes de sementes e outras espécies de jabuticabeiras, para uma resposta mais conclusiva quanto à tolerância e à resistência em relação a tal condição abiótica.

Segundo Gupta e Huang (2014), para que a semente de determinada espécie seja considerada resistente à salinidade, deve-se utilizar alguns mecanismos, como homeostase iônica e compartimentalização, mudanças no transporte e absorção, biossíntese efetiva de osmoprotetores e solutos compatíveis, modulação de hormônios e ativação de enzimas antioxidantes que promovem desintoxicação celular, entre outros fatores que ainda não foram avaliados com as jabuticabeiras.

Crescimento e características nutricionais de mudas de jabuticabeira submetidas aos níveis de estresse salino

Para verificar o efeito da salinidade sobre as características nutricionais da jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*), mudas dessa planta – oriundas de sementes com 12 meses de idade – foram transplantadas e cultivadas em lisímetros de drenagem (6, 7), com aproximadamente cinco litros de capacidade em casa de vegetação, conforme descrito por Colombo (2017).

As plantas receberam como tratamento soluções estoque, nas condutividades elétricas de 0; 2; 4; 6; 8; 10 dS m⁻¹, com base no uso do cloreto de sódio (NaCl) dissolvido em água destilada (ANDRÉO-SOUZA *et al.*, 2010). Aos 30, 60 e 90 dias efetivaram-se análises da altura do caule, da altura da copa, da altura total da parte aérea, do número de brotações apicais novas, do número de folhas, do diâmetro do caule, dos teores de clorofila “a”, “b” e “total”, além da realização da diagnose visual quanto às alterações no estado nutricional das plantas e aferição da condutividade da água de lixiviação do solo, visando quantificar o acúmulo e o aumento dos níveis de salinidade nessa matriz.

Aos 60 dias, houve um considerável início de queda de folhas nas plantas com maior condutividade, procedendo-se a coleta das amostras foliares (vinte folhas por planta), as quais foram registradas de forma fotográfica e, posteriormente, encaminhadas a um laboratório especializado para a análise de macro e micronutrientes no tecido vegetal. Ao término do período experimental, realizaram-se avaliações da massa de matéria fresca e seca de raiz, caule e folhas; do comprimento da maior raiz; da densidade radicular; a análise e descrição visual do sistema radicular, de acordo com o diagrama e escala de notas da arquitetura radicular proposta por Reis *et al.* (1996); a análise físico-química do solo de cada lisímetro e a condutividade elétrica do solo.

Por meio da observação visual e dos dados coletados, constatou-se que a salinidade interferiu diretamente no crescimento das mudas da jabuticabeira-açu (8) e nos teores de macro e micronutrientes (conforme será descrito adiante neste capítulo).



6



7

(6)^{DA} Montagem dos lisímetros de drenagem.

(7)^{DA} Lisímetros em funcionamento dentro da casa de vegetação.

(8)^{DA} Mudas de *P. cauliflora* submetidas a estresse salino empregando água de irrigação nas condutividades elétricas de 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹. 90 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

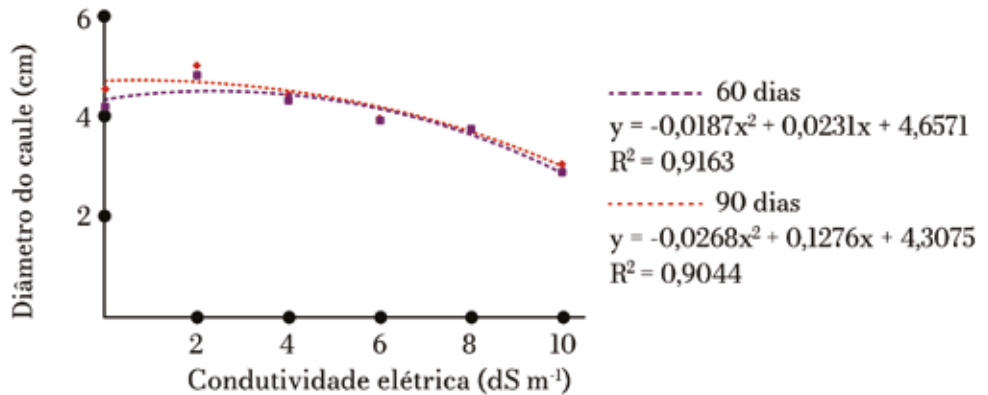


As variáveis que sofreram efeito significativo com o aumento da condutividade elétrica no meio foram o diâmetro do caule, aos 60 e 90 dias, o diâmetro do colo, aos 90 dias, a massa da matéria fresca e seca de folhas, a massa da matéria fresca total, a porcentagem de biomassa acumulada, a densidade radicular e o número de folhas novas, aos 90 dias, a condutividade elétrica da água de lixiviação, aos 30, 60 e 90 dias, assim como a condutividade elétrica do solo, aos 90 dias. Com base nos dados apresentados, pode-se verificar comportamento quadrático para o diâmetro do caule das mudas (9), os quais mostraram ponto de máxima condutividade com 0,62 e 2,38 dS m⁻¹ aos 60 e 90 dias, respectivamente. Por meio dessas condutividades, as médias foram decaindo, o que mostra certa tolerância da jabuticabeira.

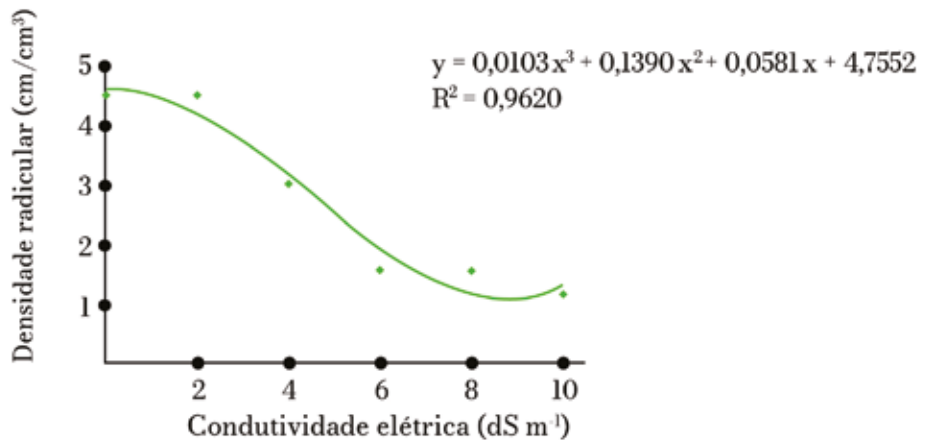
A densidade radicular (10) também foi influenciada pelo aumento da salinidade, exibindo comportamento cúbico para a distribuição dos seus dados médios, com pontos de máxima e mínima nas condutividades de 0,22 e 6,91 dS m⁻¹, respectivamente. Tal condição demonstra que o sistema radicular das jabuticabeiras foi afetado quando se utilizou soluções com aumento na condutividade elétrica, tendo certa faixa considerada como de tolerância, sem prejuízos – aproximadamente até 1 dS m⁻¹ (9).

Em condição de estresse, tendo as concentrações de sais acima das ocasionalmente suportadas pelas plantas, o potencial osmótico é reduzido, e ocorre a ação destes íons sobre o protoplasma, que poderia ser um fator limitante à sobrevivência (ANDRÉO-SOUZA *et al.*, 2010). Nestas condições, a planta passaria a investir na formação massiva de brotos e na redução do sistema radicular (SILVA; GRZYBOWSKI; PANOBIANCO, 2016), além de aumentar o conteúdo interno de solutos compatíveis ou de osmoprotetores (ESTEVEES; SUZUKI, 2008).

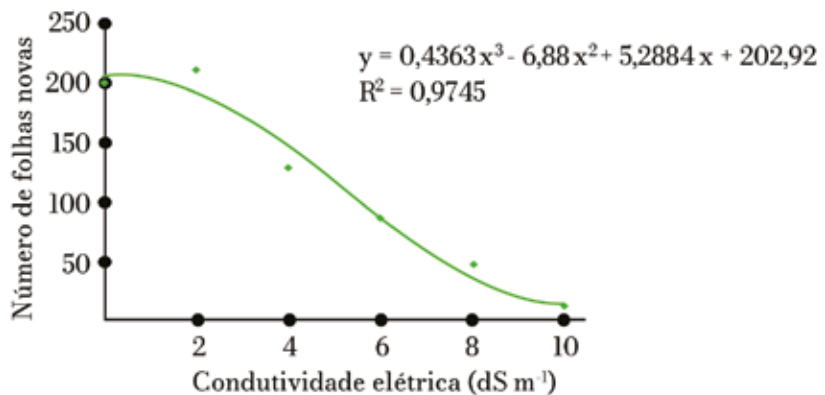
O número de folhas novas (11) foi fortemente modificado pelo excesso de sais e pelo efeito crescente e cumulativo do mesmo aos 90 dias e ocorreu a redução de 197 e 209 folhas novas nas condutividades de 0 e 2 dS m⁻¹ para 0 folhas novas na condutividade de 10 dS m⁻¹, sendo este reflexo da elevada abscisão foliar, a partir dos 60 dias de aplicação dos tratamentos, o que pode ser confirmado em (8), que demonstra visualmente o efeito da salinidade nas mudas.



(9) ^{DA} Diâmetro do caule aos 60 e aos 90 dias de acordo com a condutividade.



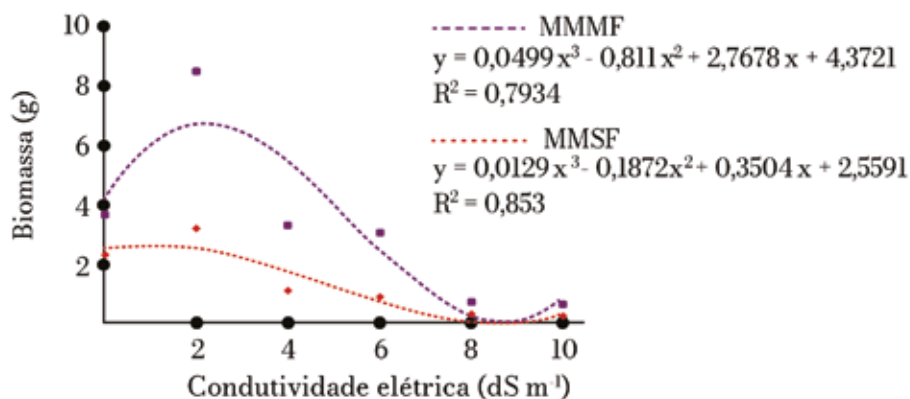
(10) ^{DA} Densidade radicular aos 90 dias de acordo com a condutividade.



(11) ^{DA} Número médio de folhas novas aos 90 dias de acordo com a condutividade.

Esta redução no número de folhas novas decorrente do processo de abscisão acabou gerando efeito direto sobre a biomassa fresca e seca das folhas (12), as únicas estruturas do corpo vegetal que apresentarem efeito significativo da condutividade elétrica, observando-se que, para a matéria fresca, os baixos níveis de salinidade foram inclusive estimulantes ao aporte de biomassa (9 g na condutividade de 2 dS m⁻¹) se comparados a plantas que não receberam nenhum tratamento (3,82 g na condutividade de 0 dS m⁻¹) ou que receberam quantidades intermediárias de sal (3,43 e 3,14 g nas condutividades de 4 e 6 dS m⁻¹, respectivamente), o que pode ser explicado por um possível fenômeno de eu-estresse. Inversamente proporcional a este estímulo, com baixas concentrações de cloreto de sódio, houve a redução expressiva da biomassa fresca das folhas nas condutividades mais elevadas – 0,68 e 0,56 g nas condutividades elétricas de 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente.

Linchtenthaler (1996) conceitua estresse como um agente desfavorável ou favorável, dependendo da situação, diferenciando-o em eu-estresse e dis-estresse. O eu-estresse é um fator de ativação, um estresse estimulante e um elemento positivo para o desenvolvimento. Já o dis-estresse é uma forma severa de estresse que afeta negativamente a planta, causando danos permanentes.



(12) ^{DA} Massa da matéria fresca (MMFF) e seca (MMSF) das folhas de acordo com a condutividade.

Este quadro é bastante comum em plantas pouco adaptadas a viverem em ambientes com altas taxas de salinidade, visto que a presença de sais ocasiona o fechamento estomático, provocando redução no uso da água, na assimilação de CO_2 e, conseqüentemente, no acúmulo de biomassa (SOUSA *et al.*, 2014; PRAZERES *et al.*, 2015; LEITE *et al.*, 2017), além de ser um mecanismo eficaz para reduzir a absorção de íons sódio, já que esses são translocados com a água para dentro do corpo da planta.

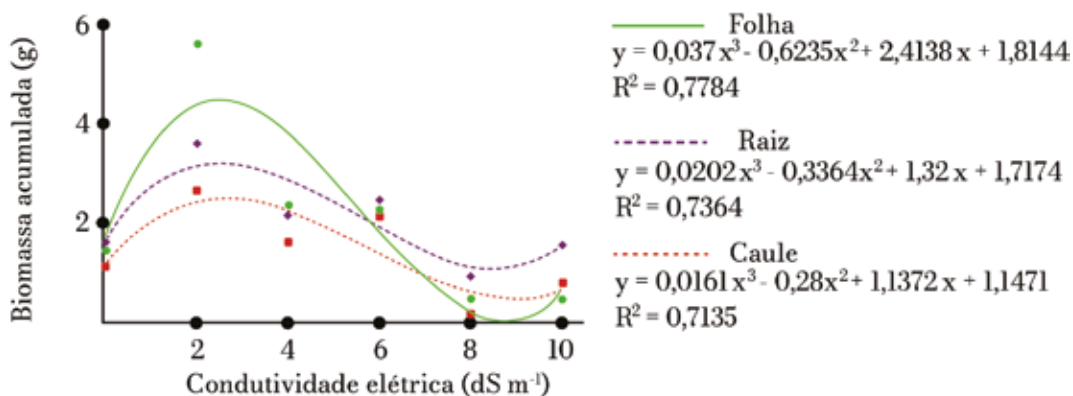
Isso pode ter sido consequência da redução na absorção de alguns dos principais nutrientes, como cálcio, potássio, fósforo (FERNANDES *et al.*, 2002), nitrogênio, magnésio e enxofre (FARIAS *et al.*, 2009), já que elevados níveis de salinidade exercem forte pressão sobre os teores destes minerais.

As reduções da biomassa fresca também foram refletidas na biomassa seca das folhas (12), demonstrando que plantas em menores condutividades elétricas conseguiram acumular maior teor em gramas de tecido vegetal, o que pode ser explicado pelo fato de que plantas em menor condição de estresse possivelmente consigam realizar com maior eficiência suas atividades fisiológicas básicas, além de estarem mais aptas a absorverem água e nutrientes e, conseqüentemente, converterem estes em fonte de energia para o crescimento.

Os acúmulos de biomassa em raízes, caules e folhas (13) seguiram comportamento similar entre eles, expondo de maneira cúbica as médias com aumento nos valores de condutividades elétricas, mantendo-se maiores entre 2-3 dS m^{-1} e, depois, decaindo-se. Isso demonstra que, nos primeiros níveis de condutividade, as mudas de jabuticabeira devem ter alterado seu metabolismo, procedendo-se com ajuste osmótico interno e visando manter absorção de água e nutrientes, o que proporcionou maiores acúmulos de biomassa. Todavia, tal ajuste teve um limite de tolerância, visto que a partir de determinado nível de condutividade elétrica passou a ser prejudicial.

Todavia, nem todo efeito prejudicial foi obtido nas mudas, uma vez que a presença de sais no solo não influenciou significativamente a altura média do caule aos 30, 60 e 90 dias, a altura média da copa aos 30, 60 e 90 dias, a altura média total aos 30, 60 e 90 dias (14), o diâmetro médio do caule aos 30 dias, o número de folhas novas aos 30 e 60 dias, o número de brotações novas aos 30, 60 e 90 dias, o comprimento médio da maior raiz (15) e os teores de clorofila “a”, “b” e “total” aos 30 e 60 dias (16).

Além destes, a massa da matéria fresca (MMFR) e seca (MMSR) da raiz, a massa da matéria fresca (MMFC) e seca (MMSC) do caule, o índice médio de tolerância à salinidade (ITS) e o índice de qualidade de mudas de Dickson (IDQ) (17) também não apresentaram efeito significativo sobre a presença de sais no solo.



(13) ^{DA} Biomassa acumulada em raízes, caules e folhas; porcentagem de acúmulo de biomassa total em mudas de *Plinia cauliflora* cultivadas em casa de vegetação e submetidas por 90 dias a diferentes condutividades elétricas (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m⁻¹) da água de irrigação.

CE	ALTURA DO CAULE (cm)			ALTURA DA COPA (cm)			ALTURA TOTAL (cm)		
	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS
0,0	4,33 ^{ns}	4,50 ^{ns}	4,66 ^{ns}	10,10 ^{ns}	10,66 ^{ns}	12,00 ^{ns}	14,50 ^{ns}	15,16 ^{ns}	16,66 ^{ns}
2,0	8,00	8,00	8,00	9,50	10,33	12,66	17,50	18,33	20,66
4,0	7,80	8,00	8,16	8,83	9,66	9,66	16,66	17,66	17,83
6,0	6,00	6,00	6,16	12,00	12,33	12,50	18,00	18,33	18,66
8,0	5,00	5,16	5,66	9,83	10,16	10,16	14,83	15,33	15,83
10,0	4,33	4,33	4,33	10,16	10,33	10,33	14,50	14,66	14,66
CV%	29,48	29,20	26,62	25,71	23,62	19,70	17,34	15,62	13,18

(14)^{DA} Altura do caule (cm), altura da copa (cm) e altura total (cm) de mudas de jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*) cultivadas em casa de vegetação e submetidas por 90 dias em diferentes condutividades elétricas – CE (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m⁻¹) da água de irrigação.

*Nota: ns = Não significativo pelo teste F.

CE	DIÂM. CAULE (cm)	COMP. RAD. (cm)	ESCALA DE NOTAS SIST. RADICULAR*		Nº DE BROTAÇÕES NOVAS			Nº DE FOLHAS NOVAS	
			A	B	30 DIAS	60 DIAS	90 DIAS	30 DIAS	60 DIAS
0,0	4,30 ^{ns}	41,10 ^{ns}	10 ^{ns}	7 ^{ns}	7 ^{ns}	5 ^{ns}	3 ^{ns}	171 ^{ns}	182 ^{ns}
2,0	4,43	38,00	10	8a	11	8	7	142	194
4,0	3,16	36,50	8	6a	5	4	7	134	120
6,0	3,03	34,16	10	6a	5	3	4	125	108
8,0	2,96	28,00	10	7a	5	4	2	105	94
10,0	2,40	26,00	9	7a	3	1	1	104	61
CV%	16,87	21,63	10,10	12,10	15,21	19,35	22,14	51,26	48,11

(15)^{DA} Diâmetro do caule (cm), comprimento radicular (cm), escala de notas do sistema radicular (cm), número de brotações novas e número de folhas novas em mudas de jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*) cultivadas em casa de vegetação e submetidas por 90 dias em diferentes condutividades elétricas – CE (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m⁻¹) da água de irrigação.

*Nota: ns = Não significativo pelo teste F.

TEOR MÉDIO DE CLOROFILAS						
CE	30 DIAS			60 DIAS		
	CLOR. a	CLOR. b	TOTAL	CLOR. a	CLOR. b	TOTAL
0,0	28,48 ^{ns}	4,12 ^{ns}	32,61 ^{ns}	31,29 ^{ns}	3,86 ^{ns}	35,16 ^{ns}
2,0	35,98	5,83	41,81	30,06	4,78	34,84
4,0	26,90	3,25	30,16	29,14	3,38	32,52
6,0	38,12	8,23	46,35	27,87	3,76	31,64
8,0	23,49	2,08	25,58	27,79	3,55	31,34
10,0	30,20	3,30	33,50	23,38	2,86	26,24
CV%	23,18	26,20	25,42	19,38	25,34	21,82

(16)^{DA} Teores médios de clorofila a, b e total em mudas de jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*) cultivadas em casa de vegetação e submetidas por 30 e 60 dias em diferentes condutividades elétricas – CE (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m⁻¹) da água de irrigação.

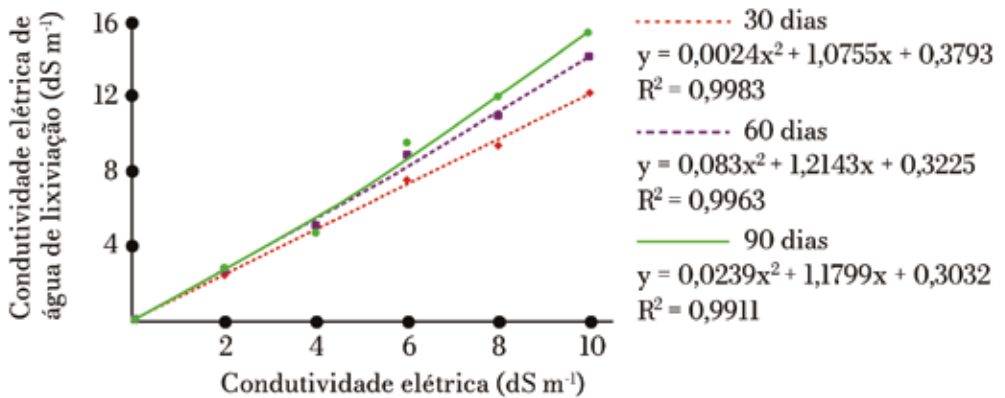
*Nota: ns = Não significativo pelo teste F.

CE	MMFR (g)	MMSR (g)	MMFC (g)	MMSC (g)	ITS %	IQD
0,0	3,55 ^{ns}	1,94 ^{ns}	2,42 ^{ns}	1,31 ^{ns}	--	2,48 ^{ns}
2,0	6,19	2,55	4,31	1,62	133,33 ^{ns}	3,17
4,0	3,63	1,47	2,74	1,12	64,94	1,77
6,0	3,87	1,38	3,08	0,94	56,56	1,68
8,0	2,37	1,47	0,49	0,35	36,90	2,27
10,0	1,92	0,37	1,08	0,32	14,79	0,47
CV%	20,15	19,17	25,22	19,38	26,33	21,82

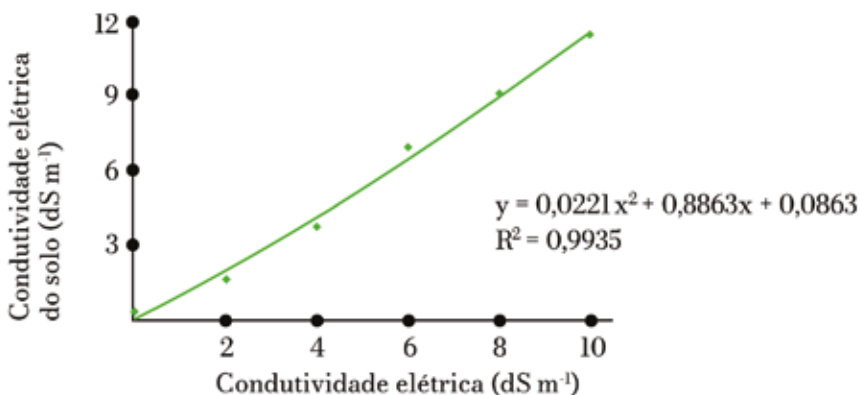
(17)^{DA} Teores médios de massa da matéria fresca (MMFR) e seca (MMSR) da raiz, massa da matéria fresca (MMFC) e seca (MMSC) do caule, índice médio de tolerância a salinidade (ITS) e índice de qualidade de mudas de Dickson (IQD) em mudas de jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*) cultivadas em casa de vegetação e submetidas por 90 dias em diferentes condutividades elétricas – CE (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m⁻¹) da água de irrigação.

*Nota: ns. = Não significativo pelo teste F.

Todos os efeitos observados, sejam eles em maior ou menor magnitude, diferentes ou não estatisticamente, têm relação direta com a condutividade elétrica do solo, visto que foram observados efeitos cumulativos de salinidade, detectados pelo aumento dos valores de condutividade das águas de lixiviação aos 30, 45, 60 e 90 dias. Além disso, na análise final dos teores de condutividade do solo, estes apresentavam-se com níveis superiores aos valores estipulados como tratamentos, tendo na água de lixiviação e na água do solo comportamento quadrático crescente (18, 19), respectivamente.



(18) ^{DA} Condutividade elétrica da água de lixiviação aos 30, 60 e 90 dias.



(19) ^{DA} Condutividade elétrica do solo aos 90 dias (B) em mudas de jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*) cultivadas em casa de vegetação e submetidas por 90 dias a diferentes condutividades elétricas (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m⁻¹) da água de irrigação.

Em decorrência da sobrecarga cumulativa por cloreto de sódio, a análise química do solo revelou aumento nos teores de matéria orgânica (MO), como fósforo, potássio, cálcio, magnésio; bem como evidenciou a capacidade de troca de cátions (CTC), a saturação de bases (SB), a porcentagem por saturação de bases (V) e a acidez potencial ou total (H+Al). Em relação ao pH, foi observado que este sofreu ligeira redução conforme a condutividade elétrica da água de irrigação aumentava (21). Esses dados foram bastante preditivos, levando em consideração as análises de solo realizadas antes da aplicação dos tratamentos (20), cujos teores foram consideravelmente maiores para todas as observações.

MO (g/dm ³)	C	P	P REM. (mg/dm ³)	NCP	P RELAT. %	K (Cmol/dm ³)	K	pH (CaCl ₂)
67,3	39,19	149,7	14,24	9,57	1564,3	2,53	986,7	5,3

CTC pH 7,0 (Cmol/dm ³)	CTF EFETIVA	Al %	H+Al	Ca (Cmolc/dm ³)	Mg	SB	V %	Fe (mg/dm ³)
28,32	23,71	0	4,61	12,82	8,36	23,71	83,72	46,6

Mg	Cu	Zn
96,8	4,9	10,5

(20)^{DA} Caracterização da matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC) pH 7,0, soma de bases (SB), índice de saturação de base (V), pH, fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), hidrogênio + alumínio (H+Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) dos solos antes de serem submetidos aos níveis condutividades elétricas na água de irrigação*.

*Nota: As metodologias utilizadas foram: MO por digestão úmida; P, K, Cu, Fe, Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich¹; pH cm CaCl 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol⁻¹.

CE	MO (g/dm ³)	CTC pH 7,0 (Cmol/dm ³)	SB	V%	pH	P (g/dm ³)	K (Cmol/dm ³)	K (g/dm ³)
0,0	42,89	16,96	14,60	86,08	6,60	124,93	1,10	430,10
2,0	52,27	16,48	14,41	87,44	6,60	124,93	1,51	590,41
4,0	53,61	19,58	17,51	89,43	6,50	147,06	1,71	668,61
6,0	44,23	19,79	17,25	87,17	6,40	147,06	1,65	645,15
8,0	46,91	18,20	15,25	83,79	6,10	147,06	1,35	527,85
10,0	45,57	18,64	15,69	84,17	5,90	124,93	1,29	504,39

CE	Al	H+Al	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	(Cmol/dm ³)				(mg/dm ³)			
0,0	0	2,36	10,30	3,20	0	0	0	0
2,0	0	2,07	11,90	1,00	0	0	0	0
4,0	0	2,07	10,80	5,00	0	0	0	0
6,0	0	2,54	11,80	3,80	0	0	0	0
8,0	0	2,95	10,30	3,60	0	0	0	0
10,0	0	2,95	10,50	3,90	0	0	0	0

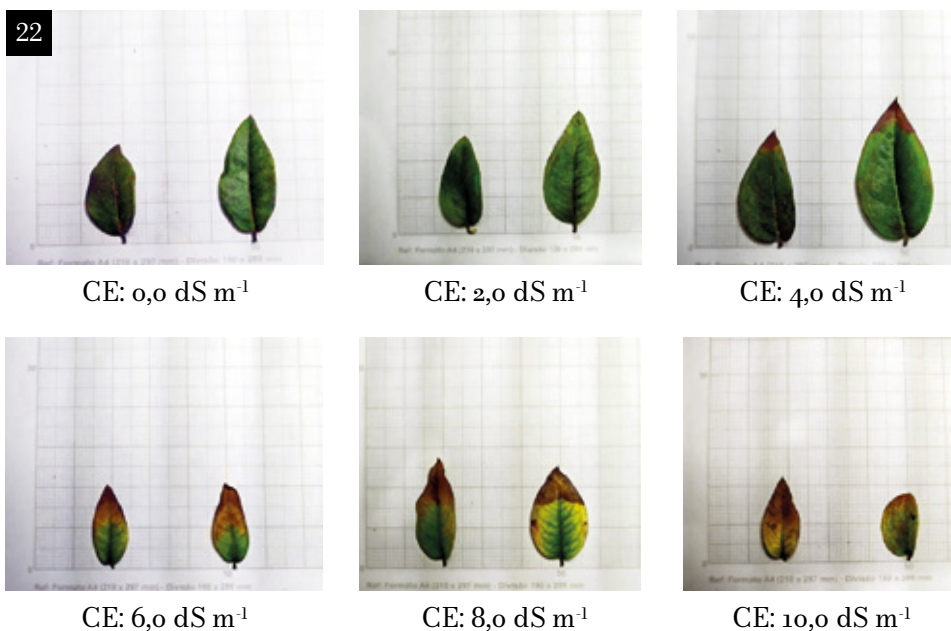
(21) ^{DA} Caracterização da matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC) pH 7,0, soma de bases (SB), índice de saturação de base (V), pH, fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), hidrogênio + alumínio (H+Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e zinco (Zn) dos solos após serem submetidos por 90 dias em diferentes condutividades elétricas (CE) na água de irrigação*.

*Nota: As metodologias utilizadas foram: matéria orgânica (MO) por digestão úmida; P, K, Cu, Fe, Zn e Mn extraídos com solução de Mehlich⁻¹; pH em CaCl 1:2,5; Ca, Mg e Al trocáveis extraídos com KCl 1 mol⁻¹.

Diagnose visual

Por meio da diagnose visual das folhas das mudas de jabuticabeira, a partir do início da aplicação dos tratamentos das condutividades elétricas (0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m^{-1}) obtiveram-se danos consideráveis na estrutura foliar, tendo como reflexo do aumento gradual dos níveis de salinidade da água de irrigação, a redução da área foliar, além de sintomas visuais que foram sendo agravados com o aumento dos níveis das condutividades elétricas.

Observaram-se a clorose, bem como a necrose dos tecidos, caracterizada pelo aparecimento de pontuações ou pela morte do ápice do limbo foliar (22), principalmente a partir da condutividade de 6,0 dS m^{-1} .



(22) ^{DA} Aspecto visual das folhas de jabuticabeira-açu (*Plinia cauliflora*) submetidas ao estresse salino empregado pela água de irrigação com as condutividades elétricas de 0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 dS m^{-1} .

A redução da área foliar nas condições de maior salinidade possivelmente foi resultado do acúmulo de sais no solo ao longo do ciclo de cultivo, o que pode ter contribuído para a redução do potencial osmótico do solo e, conseqüentemente, de seu potencial hídrico, promovendo a diminuição na absorção da água e de nutrientes pelas plantas (SOUSA *et al.*, 2011).

Em geral, a exposição de plantas às condutividades elétricas ocasionou efeitos visuais de deficiência nutricional de macro e micronutrientes, bastante evidentes em diversas plantas (23-33), fato que pode ter ocorrido pelo sinergismo da presença do Na^+ ou Cl^- , prejudicando a absorção de outros nutrientes.

Os sintomas mais expressivos foram detectados principalmente nos casos com maiores níveis de salinidade, nos quais foi diagnosticada a deficiência de nitrogênio em diferentes proporções (23), caracterizada pela baixa taxa de crescimento das plantas, que passaram a exibir folhas de tamanho reduzido, cloróticas, com regiões de necrose, e, em estágio mais avançado da deficiência, houve a morte prematura e a abscisão das folhas mais velhas.

Outro sintoma característico de deficiência ocasionada pela salinidade foi percebido no aparecimento da coloração vermelho-arroxeadada na região das nervuras das folhas mais novas e nas bordas do limbo das folhas velhas, as quais, em estádios mais avançados de desenvolvimento, passaram a apresentar áreas roxo-amarronzadas, que evoluíram para necroses e, posteriormente, para abscisão foliar (24), sendo esses indicativos da deficiência de fósforo (EMBRAPA, 2006; BASTOS *et al.*, 2013). Esta coloração característica ocorre devido ao acúmulo do pigmento antocianina (EMBRAPA, 2006; BASTOS *et al.*, 2013).

Os sintomas de deficiência de potássio também foram diagnosticados em diferentes níveis. Nas plantas submetidas às condutividades mais altas da água de irrigação, houve redução na taxa de crescimento, e, posteriormente, surgiram os sintomas de clorose e necrose das folhas, iniciados nas margens e nas extremidades de folhas velhas, acompanhados da perda de turgescência (25).



24



25

(23-25)^{DA} Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Plinia cauliflora* submetidas a estresse salino empregado pela água de irrigação sob níveis de condutividades elétricas ($CE=dS\ m^{-1}$).

(23) Nitrogênio.

(24) Fósforo.

(25) Potássio.

Segundo Epstein e Bloom (2006), o decréscimo nos níveis de potássio na planta ocasionam a deformação do xilema e floema, o que prejudicaria a redistribuição de água e de fotoassimilados. Além disso, os autores relataram o colapso nos cloroplastos e nas mitocôndrias e o acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, como as aminas putrescinas e agmatina, sendo esta última, provavelmente, responsável pelas manchas necróticas que aparecem nas folhas deficientes em K.

A deficiência de cálcio decorrente do estresse salino também foi diagnosticada nas plantas submetidas às maiores condutividades, as quais reduziram o crescimento meristemático primeiramente na região apical e nas folhas mais novas, que se tornaram deformadas e cloróticas. Além disso, algumas plantas apresentaram estágios mais avançados de necrose nas margens das folhas, fazendo com que esses tecidos se tornassem “moles”, provavelmente devido à dissolução da parede celular (26).

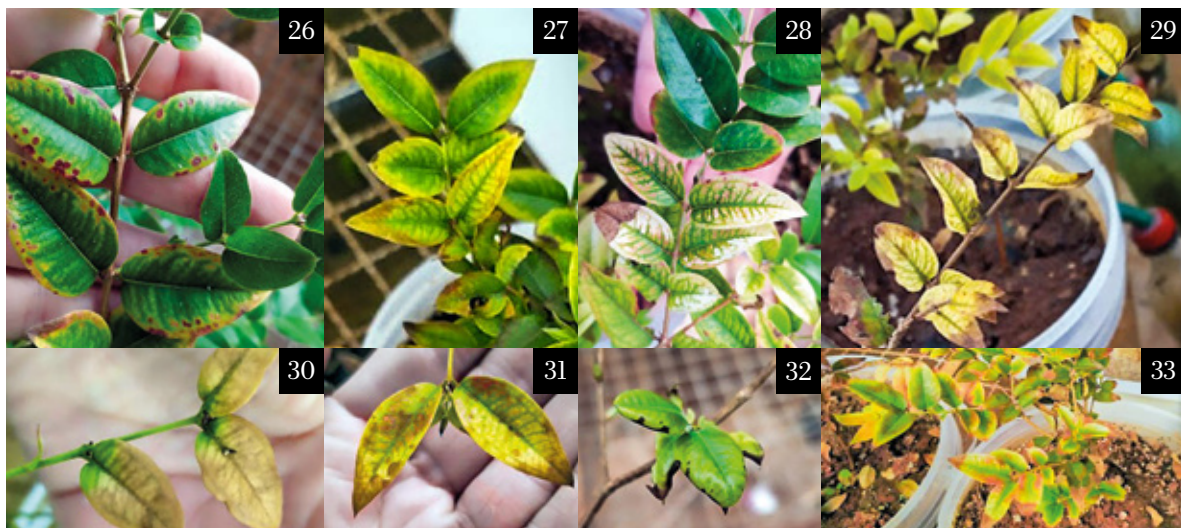
Os sintomas de deficiência de magnésio também foram observados (27), uma vez que houve descoloração das margens dos folíolos mais velhos, que progrediram em direção à área internerval, mantendo verdes as nervuras. Quando a deficiência é mais severa, as áreas amarelas tornam-se escuras e posteriormente necrosadas (EMBRAPA, 2006), o que também foi observado durante os ensaios.

O aparecimento de sintomas relativos à deficiência de ferro foi bastante evidente, principalmente nas plantas cujos tratamentos ocorreram nas condutividades 6,0; 8,0 e 10 dS m⁻¹ (28). Caracteristicamente, a falta de ferro faz com que, primeiramente, as folhas fiquem cloróticas e suas nervuras permaneçam verdes, culminando à clorose total em estágios mais avançados (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Outro sintoma decorrente da exposição à salinidade foi a deficiência de manganês, caracterizada pela presença de folhas com clorose entre nervuras, produzindo um desenho verde em um fundo amarelo ou verde-claro, muito semelhante à deficiência de ferro (29). Esse tipo de déficit pode ocorrer tanto em folhas jovens como em folhas intermediárias, compreendendo uma ampla variedade de formas cloróticas e manchas necróticas, devido à baixa mobilidade desse elemento (FERNANDES, 2006). Epstein e Bloom (2006)

relataram que os sintomas de deficiência de manganês variam de acordo com a espécie, podendo surgir manchas ou riscas necróticas nas folhas.

As plantas com folhas que apresentam escurecimento do tecido do limbo, de coloração palha e marrom, também foram diagnosticadas nas condutividades de 8 e 10 dS m⁻¹ (30). Esta característica possivelmente denota a deficiência de boro, devido ao acúmulo de fenóis e ao aumento da atividade da enzima polifenoloxidase (PFO), a qual oxidaria esses compostos levando à produção de quinonas altamente tóxicas que, por sua vez, seriam responsáveis pela produção de compostos tóxicos à base de O₂, muito mais deletérios que os próprios fenóis. Assim, a coloração marrom seria decorrente da polimerização das quinonas nos tecidos com deficiência de boro (MALAVOLTA, 2006).



(26-33) ^{DA} Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Plinia cauliflora* submetidas a estresse salino empregado pela água de irrigação sob níveis de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹).

(26) Cálcio. (27) Magnésio. (28) Ferro. (29) Manganês. (30) Boro.
 (31) Enxofre. (32) Zinco. (33) Parte aérea que exhibe sintomas generalizados de deficiência nutricional.

Sintomas da deficiência de enxofre também se mostraram presentes em decorrência da salinidade (31). Epstein e Bloom (2006) descreveram que os sintomas de deficiência de enxofre geralmente lembram muito os de nitrogênio, com plantas cloróticas e espigadas, de crescimento reduzido. Py, Lacoeuilhe e Teisson (1987) relataram que estas plantas podem apresentar folhas brilhantes de coloração verde limão, mais largas que o normal. Além disso, tanto as folhas novas como as mais velhas apresentam coloração amarelada, o que foi característico nas jabuticabeiras com maiores condutividades elétricas.

Esta coloração amarelada também poderia estar relacionada aos teores reduzidos de clorofila e proteína, além do aumento de compostos solúveis de nitrogênio presentes nas folhas, decorrentes da redução de síntese de proteínas (MARSCHNER, 1995).

Em alguns casos, foi possível observar sintomas de deficiência em zinco (32), com redução no crescimento internodal, formando roseta de folhas no ápice dos ramos e ocasionando a redução do crescimento das folhas, decorrente da perda de capacidade da planta para produzir auxina suficientemente.

Não foram detectadas visualmente deficiências de cobre, nas quais a caracterização se daria por folhas com tonalidade azul-esverdeado escuro, com margens enroladas para cima (EPSTEIN E BLOOM, 2006).

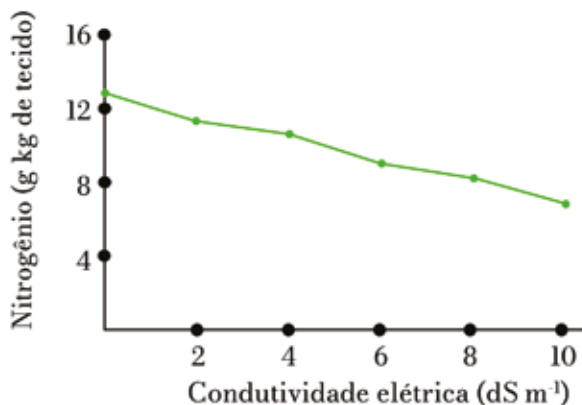
Teores de macro e micronutrientes

Todos os macros e micronutrientes foram influenciados pelo aumento gradativo dos níveis de salinidade, sendo, por esse fato, descritos de forma independente a seguir.

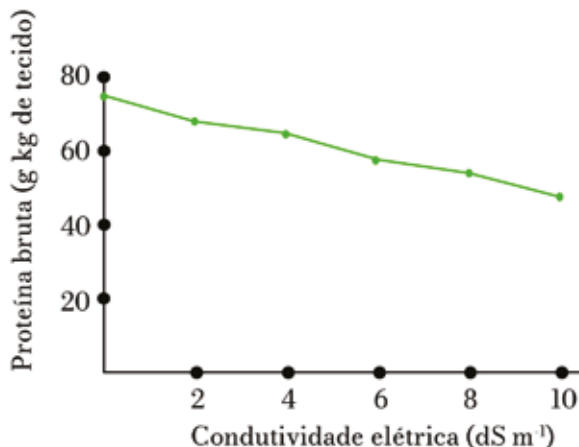
Nitrogênio

Os teores médios de nitrogênio obtidos para o tratamento de controle (água) foram de $12,32 \text{ g kg}^{-1}$. Com o uso da água de irrigação nas diferentes condutividades, observou-se um declínio gradual nestes teores, reduzindo-se para 11,08; 10,47; 9,24; 8,62 e $7,39 \text{ g kg}^{-1}$ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m^{-1} , respectivamente (34).

Esta redução acabou gerando reflexo direto sobre os teores médios de proteína bruta, os quais passaram de 77 g kg de tecido⁻¹ presentes nas plantas controle (sem salinidade) para valores de 69,3; 65,45; 57,75; 53,90 e $46,2 \text{ g kg}$ de tecido⁻¹ em plantas que receberam a aplicação de água de irrigação nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m^{-1} , respectivamente (35).



(34) ^{DA} Teores médios de nitrogênio (g kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas ($\text{CE}=\text{dS m}^{-1}$). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.



(35)^{DA} Teores médios de proteína bruta (g kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

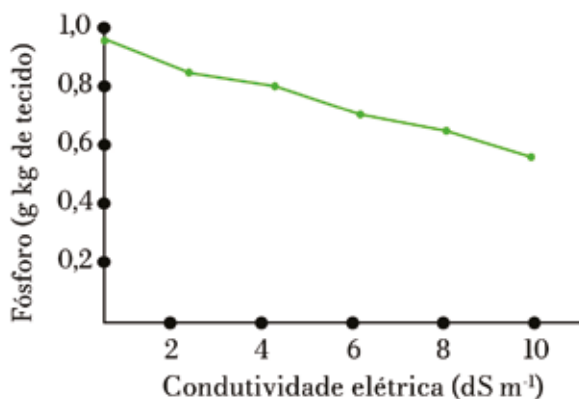
Isto ocorreu porque o N – além de atuar na planta como nitrato, na forma de NO₃, sendo armazenado no vacúolo e equilibrando as cargas e a absorção de cátions e ânions – também pode atuar como elemento estrutural, fazendo parte do esqueleto de proteínas e de outros compostos orgânicos que constituem a estrutura da célula, além de atuar como elemento regulatório, na forma orgânica, de reações de síntese e de manutenção da capacidade fotossintética (FURLANI, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Mediante esse cenário, a necessidade de garantir valores ótimos de nitrogênio seria de extrema importância para a manutenção e o desenvolvimento da planta e de suas funções normais. No entanto, como observado em todas as condutividades, os valores médios desse macronutriente mostraram-se inferiores a 13 g kg⁻¹, o que é considerado como mínimo para o bom desenvolvimento da cultura da goiabeira, outra integrante da família Myrtaceae (NATALE *et al.*, 1996).

Fósforo

Em relação a este macronutriente, assim como o nitrogênio, também foi observado declínio gradual nos teores de fósforo nas folhas das jabuticabeiras, ao longo dos 60 dias após o início do estresse, atingindo valores de 0,84; 0,79; 0,70; 0,65 e 0,56 g kg⁻¹ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente. Tais valores foram inferiores ao teor médio encontrado para as plantas que não receberam nenhum tipo de carga salina - 0,94 g kg⁻¹ (36).

Estes resultados vão de encontro às observações feitas por Kopinga e Van den Burg (1995) para plantas na ausência de estresse. Os autores afirmam que os teores de P são considerados muito baixos quando menores que 1,0 g kg⁻¹, baixos quando entre 1 e 1,4 g kg⁻¹, normais quando entre 1,4 e 1,9 g kg⁻¹ e altos quando acima de 1,9 g kg⁻¹, podendo-se inferir que todos os resultados aqui encontrados, tendo em vista este parâmetro de classificação, podem ser considerados como muito baixos.



(36)^{DA} Teores médios de fósforo (g kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

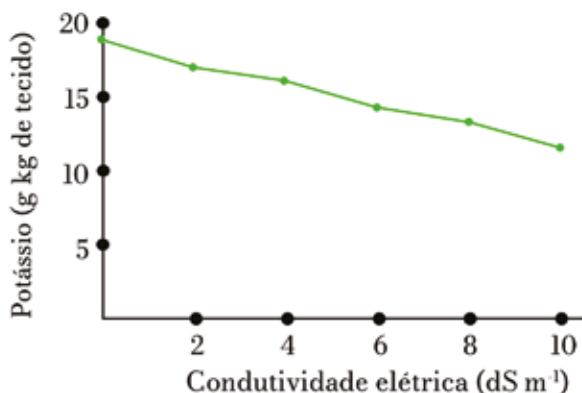
Vale salientar que o fosfato desempenha várias funções na célula vegetal, atuando como elemento estrutural dos ácidos nucleicos (RNA, DNA) e como elemento transferidor de energia nas ligações energéticas do fosfato e pirofosfato, com os açúcares, com o gliceraldeído e com as coenzimas AMP, ADP, ATP, UTP e GTP; além de atuar como elemento regulador quando, ao ser armazenado no vacúolo na forma de Pi iônico, é liberado no citoplasma, atuando em diversas vias sintéticas (FURLANI, 2004).

Potássio

Para as plantas que não receberam nenhum nível de salinidade, o teor médio de potássio encontrado foi de 17,37 g kg⁻¹, mostrando-se superior em relação aos apresentados nas plantas que receberam água de irrigação nas diferentes condutividades, cujos teores foram de 15,63; 14,76; 13,02; 12,15 e 10,42 g kg⁻¹ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (37).

Esses resultados estão de acordo com o que ocorre em condições naturais, quando o estresse salino ocasionado por níveis crescentes de sais no solo reduz a capacidade de absorção da solução do solo e gera comprometimento do status hídrico e nutricional dos vegetais, limitando a absorção de nutrientes como o potássio (K) e promovendo decréscimo na concentração de Ca⁺² trocável, que, em conjunto, resultam no desequilíbrio prejudicial ao metabolismo vegetal, visto que passam a competir com outros nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Destaca-se ainda o fato de que este macronutriente desempenha importante papel na regulação do potencial osmótico das células vegetais, sendo o K o maior agente osmótico catiônico celular (EPSTEIN; BLOOM, 2006) e responsável por controlar a abertura e o fechamento dos estômatos, além da ativação de enzimas envolvidas na fotossíntese e na respiração (TAIZ *et al.*, 2017).



(37)^{DA} Teores médios de potássio (g kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

Por ser um íon livre, envolvido nos ajustamentos osmóticos por intermédio das bombas de sódio e potássio, o aumento de sua concentração na célula também aumenta sua capacidade de absorção de água, bem como reduz os danos do estresse (MALAVOLTA, 2006).

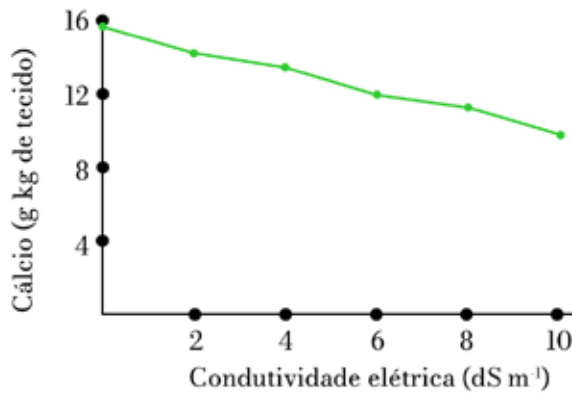
Por isso, a regulação da captação de Na⁺ e seu transporte nas plantas em estresse salino têm sido amplamente interpretados no contexto de manter elevadas as relações K⁺/Na⁺. Portanto, altas concentrações de K⁺ citosólico seriam extremamente úteis na tolerância ao Na⁺, uma vez que este íon muitas vezes inibe competitivamente a absorção de K⁺, gerando déficit e sintomas de carência do mesmo e comprometendo diretamente o desenvolvimento das plantas (SHABALA; POTTOSIN, 2014).

Cálcio

Os teores médios de cálcio nas jabuticabeiras mantidas em água foram de 15,73 g kg de tecido⁻¹. Contudo, ao ser aplicada água de irrigação nas diferentes condutividades,

houve declínio gradual nestes teores, atingindo valores de 14,15; 13,37; 11,79; 11,01 e 9,43 g kg de tecido⁻¹ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (38).

Os teores encontrados nas menores e maiores condutividades foram superiores aos referenciais relatados como ideais por Epstein e Bloom (2006), os quais seriam de 5 g kg⁻¹. Larcher (2006), por sua vez, descreveu que o intervalo nas plantas seria entre 3 e 15 g kg⁻¹ de Ca²⁺



(38) ^{DA} Teores médios de cálcio (g kg de tecido⁻¹) nas folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

Com *Eucalyptus* sp., também da família Myrtaceae, os valores variam entre 3 e 11 g kg⁻¹, sendo considerados dentro da faixa adequada de ocorrência (SILVEIRA *et al.*, 2005).

Os altos teores de cálcio, mesmo nas condutividades mais elevadas, podem estar relacionados à insolubilidade deste composto na planta e a sua localização na célula, justificando, em partes, sua baixa redistribuição e imobilidade no floema, o que levaria à altas concentrações em folhas mais velhas e às manifestações iniciais dos sintomas de deficiência nas partes mais novas da planta (MINAMI; HAAG, 1987).

Outro ponto relevante é que, na fase inicial do estresse, ocorreria o aumento nos níveis de espécies reativas de oxigênio, que, não sendo detoxificadas, atuariam na abertura de canais de Ca^{2+} e por consequência promoveriam a elevação momentânea desse íon no citoplasma (SUZUKI; MITTLER, 2012).

Porém, teores elevados como esses são positivos do ponto de vista do estresse, dado que o Ca é essencial para manter a integridade estrutural e funcional das membranas e da parede celular, isto porque, quando há deficiência, as membranas permitem o vazamento do conteúdo citoplasmático; a compartimentação celular é comprometida, e a ligação do Ca^{2+} com a pectina da parede celular fica afetada, alterando a formação do pectato de Ca da lamela média, que cimenta uma célula à outra, sendo depositado durante a citocinese (MALAVOLTA, 2006).

Além desta função estrutural, o Ca^{2+} está envolvido em outros processos fisiológicos dentro do corpo vegetal, atuando como elemento regulatório no equilíbrio da relação cátions/ânions e na regulação osmótica (FURLANI, 2004), na qual os canais de liberação de Ca^{2+} teriam importante função na sinalização em longa distância, por meio da entrada e saída do íon, o que permitiria a propagação de sinais elétricos na membrana plasmática e respostas hormonais, necessárias nos processos que envolvem o Ca^{2+} como mensageiro secundário (STEINHORST; KUDLA, 2014).

O cálcio também é utilizado no fuso mitótico durante a divisão celular e atua como mensageiro secundário, ligando-se à calmodulina – proteína encontrada no citosol das células vegetais – e formando o complexo calmodulina-cálcio, responsável pela regulação de vários processos celulares, como o controle de transcrição, a sobrevivência celular e a liberação de sinais químicos (TAIZ *et al.*, 2017).

Assim, foi evidenciado que o Ca^{2+} está envolvido na morte celular programada (MCP), sendo este o maior sintoma da deficiência deste elemento, que resulta, provavelmente, na desorganização de funções críticas como a permeabilidade seletiva da membrana, alterando a operação dos mecanismos de sinalização em que o Ca^{2+} atua como mensageiro (O'BRIEN; FERGUSON, 1997; HOCHMAL *et al.*, 2015).

O Ca^{2+} é também constituinte do complexo de evolução de oxigênio (CEO), responsável pela foto-oxidação da água e pela doação de elétrons para o fotossistema II, de modo a manter a cadeia transportadora de elétrons (NAJAFPOUR *et al.*, 2012). Assim, danos neste complexo poderiam estar relacionados à deficiência de cálcio (KALAJI *et al.*, 2014).

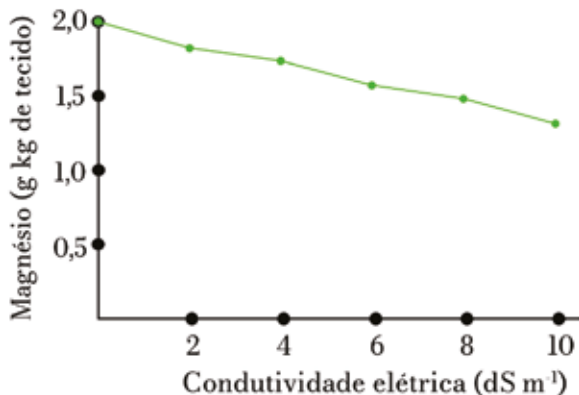
Em ambientes desfavoráveis, o cálcio auxiliaria na superação de estresses abióticos e bióticos e no controle da fotossíntese (XU; LI; ZHANG, 2013; ZHOU; SONG; XUE, 2013; HOCHMAL *et al.*, 2015), tendo papel importante na atividade de enzimas antioxidantes e, como consequência, no auxílio à redução de peroxidação lipídica, permitindo maior tolerância ao estresse (SIDDIQUI; AL-WHAIBI; BASALAH, 2011; SIDDIQUI *et al.*, 2012; XU; LI; ZHANG, 2013).

Magnésio

Assim como os demais macronutrientes quantificados, os teores médios de magnésio mostraram comportamento de declínio gradual conforme a condutividade foi sendo elevada, tendo no tratamento controle valores médios de 2,02 g kg de tecido⁻¹. Porém, ao se aplicar água de irrigação nas diferentes condutividades, os teores reduziram-se para 1,81; 1,71; 1,51; 1,41 e 1,21 g kg⁻¹ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (39).

Segundo a literatura, estes teores médios encontram-se abaixo dos valores de referência apresentados por Epstein e Bloom (2006) e pela SBCS-CQFS (2004) para espécies florestais – que seriam de 2,0 g kg⁻¹ –, também são considerados inferiores tendo em vista os estudos com goiabeadas, que possuem teor médio de 2,4 a 4,0 g kg⁻¹ (NATALE *et al.*, 1996).

A importância de valores ótimos de magnésio em plantas, principalmente nas que se encontram com algum tipo de estresse, consiste no fato de que o elemento atuaria como um dos principais ativadores enzimáticos na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA, além de ser parte importante da estrutura da molécula de clorofila (TAIZ *et al.*, 2017).



(39) ^{DA} Teores médios de magnésio (g kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

No caso do Mg como ativador enzimático, vale a pena recordar que quase todas as enzimas fosforilativas (caracterizadas pela incorporação ou transferência de Pi) dependem da presença do Mg, uma vez que esse elemento forma a ponte entre o ATP ou o ADP e a molécula da enzima. A transferência de energia desses dois compostos é fundamental nos processos de fotossíntese, respiração (glicólise e ciclo de Krebs), reações de síntese de compostos orgânicos (carboidratos, lipídios, proteínas), absorção iônica e trabalho mecânico (MALAVOLTA, 2006).

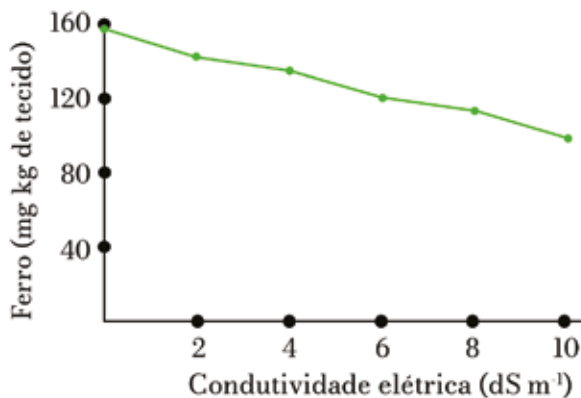
Ao tratar especificamente da clorofila, destaca-se que esta possui em torno de 2,7% de Mg, o que representaria cerca de 10% do teor total de Mg nas folhas, isto porque, no processo de biossíntese da clorofila, a quelatase de protoporfirina magnésiana IX (quelatase de magnésio) introduz o Mg no núcleo tetrapirrólico (PAPENBROCK *et al.*, 2000), o centro da molécula de clorofila, que se faz importante na composição dos cloroplastos e na conversão de energia por esses. No entanto, os plastídios têm teores mais elevados de Mg, além daqueles contidos na clorofila (TAIZ *et al.*, 2017).

Ferro

As plantas que receberam água de irrigação contendo diferentes condutividades também tiveram efeitos da salinidade sobre os conteúdos de ferro, com redução gradual em seus teores, atingindo valores de 138,07; 130,04; 115,06; 107,39 e 92,05 mg kg⁻¹ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente. Tais valores ficaram abaixo dos teores médios obtidos para o controle água, que se manteve em 153,42 mg kg⁻¹ (40).

Todavia, os teores obtidos com a jabuticabeira são considerados aceitáveis se comparados com os que foram descritos para o *Eucalyptus sp.* não submetido ao estresse salino, cuja variação entre 63 e 200 mg kg⁻¹ foi considerada adequada, de acordo com Silveira *et al.* (2005).

Dechen e Nachtigall (2006) afirmaram que a faixa no teor de ferro nas plantas ocorre entre 10 e 1500 mg kg⁻¹ de matéria seca, sendo esta considerada adequada para o bom crescimento das plantas quando entre 50 e 100 mg kg⁻¹, podendo-se, ainda, considerar como deficientes as plantas com menos de 10 mg kg⁻¹ de ferro.



(40)^{DA} Teores médios de ferro (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

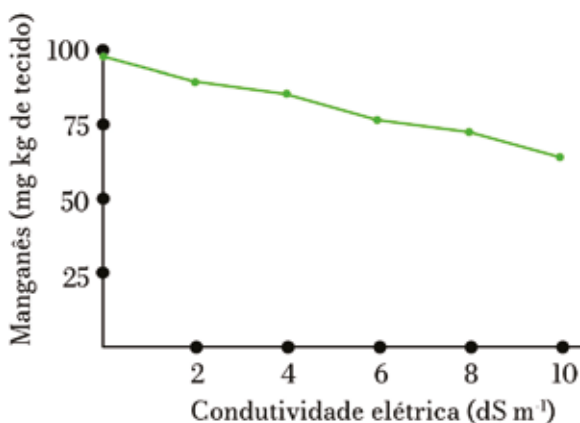
O ferro, mesmo não sendo requerido em altas concentrações, é essencial para o desenvolvimento das plantas, visto que está envolvido na fotossíntese, atuando junto ao magnésio na catálise da biossíntese da clorofila, sendo 80% do ferro das células das folhas decorrente dos cloroplastos – que participam do transporte eletrônico nos processos de redução via citocromos e ferredoxina (grupos Fe-S); como o grupo prostético na ativação de enzimas do ciclo do ácido cítrico e da biossíntese dos citocromos que apresentam complexo hemo-Fe-porfirina como grupo prostético (FURLANI, 2004). Além disso, participam da fixação biológica de N e sua assimilação em nódulos das leguminosas (MARSCHNER, 1995).

Manganês

Os teores médios de manganês também apresentaram declínio gradual em relação ao aumento da salinidade, com teores médios de 95,69; 86,12; 81,33; 71,76; 66,98 e 57,41 mg kg de tecido⁻¹ nas condutividades de 0; 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (41).

Silveira *et al.* (2005) já haviam relatado que, para *Eucalyptus sp.*, os teores de manganês considerados como adequados deveriam variar entre 193 e 840 mg kg⁻¹, sendo que valores menores do que 100 mg kg⁻¹ seriam considerados deficientes. Deste ponto de vista, como todos os teores encontrados estão abaixo dos 100 mg kg⁻¹, inclusive nas plantas controle, vale destacar que se verificou efeitos deletérios no comportamento de absorção deste micronutriente.

Esta deficiência, que também foi detectada por diagnose visual (28), pode ser extremamente prejudicial ao desenvolvimento das plantas, visto que, por conta da relativa facilidade de mudança no estado de oxidação, o Mn apresentaria importante função nos processos de oxirredução da planta, atuando no transporte de elétrons da fotossíntese e na desintoxicação dos radicais livres de oxigênio (O₂^{·-}) (FURLANI, 2004), sendo essencial para o fotossistema II no processo de fotólise da água (MARSCHNER, 1995).



(41)^{DA} Teores médios de manganês (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

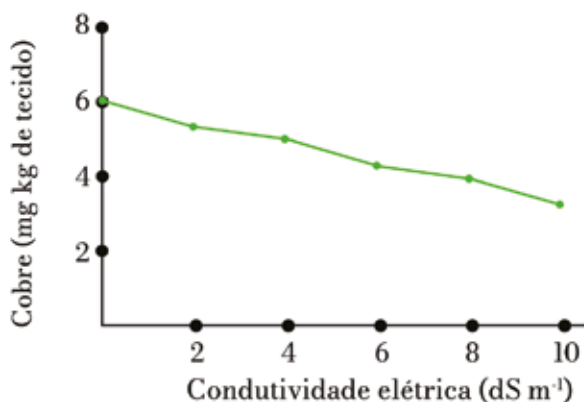
Além disso, o Mn é essencial à síntese de clorofila, sua função principal está relacionada com a ativação de enzimas, podendo atuar no balanço iônico como contra-íon de grupos aniônicos, além de ativar um número de enzimas que atuam na glicólise e no ciclo do ácido cítrico – na respiração e em metabolismos intermediários –, sendo o Mn⁺² e o Mg⁺² intersubstituíveis na ativação de muitas dessas enzimas (FERNANDES, 2006).

Os cloroplastos são as organelas mais sensíveis à deficiência de Mn, levando a desordens no seu sistema lamelar com volume pequeno e dominado pela parede celular. Os tecidos intepidermais passam a se mostrar enrugados, com clorose internerval nas folhas mais novas (MENGEL; KIRKBY, 1987). E, devido a sua participação na síntese da clorofila, os sintomas de deficiência desse elemento geralmente envolvem o amarelecimento ou a clorose das folhas (MALAVOLTA, 2006), conforme detectado nas folhas de jabuticabeira.

Cobre

As maiores condutividades elétricas aplicadas nas mudas de jabuticabeira foram as que apresentaram os menores teores médios de cobre, 4,22 e 3,60 mg kg de tecido⁻¹ para 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente. Plantas que não foram submetidas à salinidade atingiram os teores de 6,01 mg kg de tecido⁻¹, nas condutividades de 2; 4 e 6 dS m⁻¹ (5,40; 5,11; 4,50 mg kg de tecido⁻¹, respectivamente), como demonstra em (42).

A importância em manter adequados os níveis de cobre na planta está relacionada à função estrutural que o elemento desempenha nas enzimas, que podem reagir diretamente com o oxigênio molecular e catalisar preferencialmente processos terminais de oxidação. Além disso, inúmeras proteínas que contêm cobre são importantes nos processos da fotossíntese, da respiração, da desintoxicação dos radicais livres de superóxidos e da lignificação de tecidos (FURLANI, 2004).



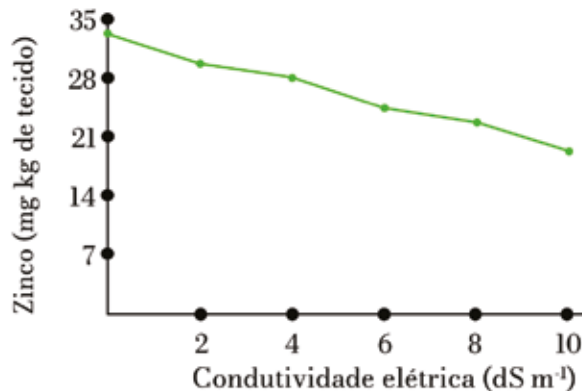
(42) ^{DA} Teores médios de cobre (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

O cobre (Cu^{2+}) é inibido competitivamente pelo zinco (Zn^{+2}), fator confirmado pelo comportamento dos teores de zinco em relação aos de cobre (que serão descritos a seguir) e, também, reduzido por H_2PO_4^- , K^+ , Ca^{+2} e NH_4^+ , sendo que, em plantas com sintomas de deficiência de cobre, a taxa fotossintética passa a ser reduzida, devido à capacidade de o elemento transferir elétrons, captando energia por meio de proteínas e enzimas oxidativas (MALAVOLTA, 2006).

A maior parte do cobre em células foliares está associada à plastocianina ligada às reações luminosas da fotossíntese, sendo o elemento o doador imediato de elétrons para o fotossistema I (EPSTEIN E BLOOM, 2006).

Zinco

Os teores de zinco também foram influenciados pela salinidade do meio, apresentando o menor teor médio para condutividade elétrica de 10 dS m^{-1} ($19,84 \text{ mg kg de tecido}^{-1}$), sendo este valor quase duas vezes menor do que o encontrado em plantas que não foram submetidas a nenhum tipo de estresse ($33,08 \text{ mg kg de tecido}^{-1}$), conforme pode ser observado em (43).



(43)^{DA} Teores médios de zinco ($\text{mg kg de tecido}^{-1}$) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas ($\text{CE}=\text{dS m}^{-1}$). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

Dechen e Nachtigall (2006) relataram como adequados para o desenvolvimento das plantas, de forma geral, intervalos de ocorrência entre 3 e 150 mg kg⁻¹, afirmando que, para a maioria das espécies, valores menores que 25 mg kg⁻¹ seriam considerados insuficientes nas folhas das plantas, o que pode ser observado nas jabuticabeiras pela condutividade elétrica de 6 dS m⁻¹, conforme visto em (43).

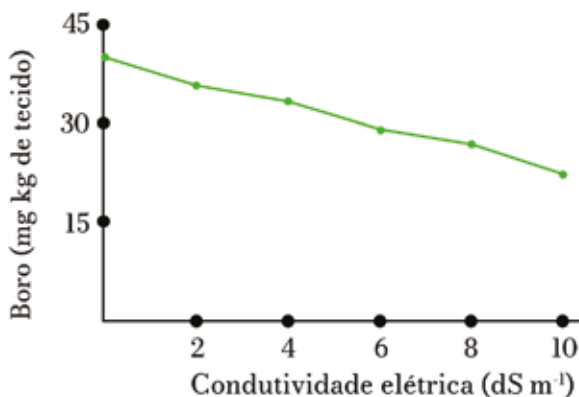
Em contrapartida, todos os teores observados poderiam ser considerados adequados e dentro da faixa ideal, se considerados os resultados encontrados por Brun *et al.* (2010) para *Caesalpinia pluviosa*, nos quais os autores descreveram a média de 10 e 50 mg kg⁻¹ como dentro do intervalo de necessidade para a planta, conforme também estabelecido por Larcher (2006).

Reside no zinco a sua essencialidade como cofator enzimático, além de algumas enzimas o contabilizarem na sua estrutura molecular. O zinco é essencial para atividade, regulação e estabilização da estrutura proteica, e sua ausência na planta pode comprometer processos como o da fotossíntese, da respiração, da síntese (proteína, amido) e do controle hormonal, além de acarretar a perda da integridade das membranas e elevar os níveis de radicais livres de oxigênio, que destroem as ligações duplas dos ácidos graxos polinsaturados e fosfolipídios nas membranas (MALAVOLTA, 2006).

Boro

Quanto ao boro, os teores médios para o controle da água foram de 42,71 mg kg de tecido⁻¹. Ao aplicar os tratamentos salinos nas diferentes condutividades elétricas, observou-se que os teores de boro reduziram seus valores para 38,43; 36,30; 32,03; 29,89 e 25,62 mg kg⁻¹ nas condutividades de 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (44).

Tais teores, observados com a jabuticabeira, encontram-se dentro da faixa descrita por Epstein e Bloom (2006), os quais inferiram que o adequado teor deste elemento mineral em tecido vegetal ficaria em torno de 20 mg kg⁻¹, o que também é corroborado por SBCS-SQFS (2004) ao citar como ideal o intervalo entre 10 e 50 mg kg⁻¹ para o tecido



(44) ^{DA} Teores médios de boro (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

foliar de algumas espécies florestais. Dechen e Nachtigall (2006) descreveram que os valores adequados para o crescimento normal das plantas ficariam entre 30 e 50 mg kg⁻¹ e as deficiências se pronunciariam de forma mais severa quando os valores fossem menores que 15 mg kg⁻¹.

Uma das funções do boro está relacionada ao metabolismo e à incorporação do Ca na parede celular. Este elemento atua na biossíntese da parede celular, auxiliando o Ca na deposição e formação de pectatos envolvidos na construção destas estruturas (YAMAUCHI, HARA; SONDA, 1986).

Aproximadamente 90% do boro na célula encontra-se na parede primária da planta, e a carência desse elemento acarreta redução na produção de celulose, pectina, lignina e suberina da parede celular (MALAVOLTA, 2006), o que pode ser observado visualmente nas jabuticabeiras, que se tornaram friáveis e mais maleáveis.

Além disso, a falta de boro na planta ocasiona o aumento da concentração do ácido indol-acético (AIA), pois a atividade do AIA-oxidase é inibida, resultando em um acúmulo de compostos fenólicos nas regiões de crescimento das plantas, mais notadamente nas raízes e gemas terminais (GRAHAM; WEBB, 1991), diminuindo os níveis de compostos

orgânicos de fósforo como ATP, nucleotídeos, fosfatos de inositol e, conseqüentemente, acarretando a redução da ATPase e da extrusão de H^+ (MALAVOLTA, 2006), favorecendo o meio externo à absorção de nutrientes.

Enxofre

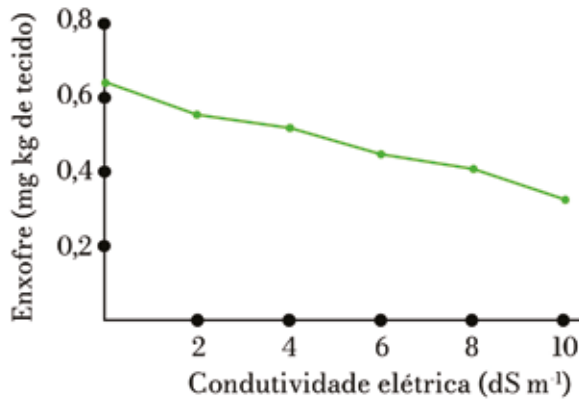
Os teores médios de enxofre observados foram de 0,63; 0,56; 0,53; 0,47; 0,44 e 0,37 mg kg de tecido⁻¹ nas condutividades de 0; 2; 4; 6; 8 e 10 dS m⁻¹, respectivamente (45).

Muitos dos compostos que contêm enxofre têm grupos funcionais que podem ser considerados como análogos aos grupos funcionais que contêm oxigênio. Assim, o grupo funcional -SH, chamado de grupo sulfidrilo, tem semelhanças com o grupo -OH dos álcoois. Compostos que contêm o grupo -SH são, portanto, chamados de tioálcoois ou tióis. O prefixo “tio” indica que um átomo de enxofre substituiu um átomo de oxigênio no grupo. Algumas enzimas e coenzimas, como a urease, a APS (sulfotransferase) e a coenzima A (CoASH), têm o grupo SH como grupo ativo nas reações enzimáticas. O enxofre (S) tem participação direta neste grupo SH, como ativador das enzimas na ligação com o substrato.

As ferredoxinas que contêm o grupo Fe-S participam da transferência de elétrons na fotossíntese. Além de ser componente do acetyl-CoA, que é o ponto de convergência do metabolismo degradativo de carboidratos, aminoácidos e ácidos graxos, o S não reduzido (sulfato) é constituinte estrutural das membranas celulares.

Todos os tratamentos exibiram valores de referência superiores aos descritos por Epstein e Bloom (2006), que apresentam 1,0 g kg⁻¹ como valor adequado, e pela SBCS-CQFS (2004), que infere o intervalo de 1,0 a 2,0 g kg⁻¹ como adequado, sendo este um bom indicativo da eficiência do tratamento das jabuticabeiras em ambientes salinos.

Devido a sua participação em grande número de compostos e reações, a carência de S provocaria uma série de distúrbios metabólicos, nos quais, nestas condições, poderia desencadear a diminuição da fotossíntese e da atividade respiratória, a queda na síntese de proteínas – gerando aumento na relação N solúvel/N proteico – e o acúmulo de carboidratos, com aparecimento de altas relações de C solúvel/C amido e diminuição na fixação livre e simbiótica do N₂ atmosférico (FERNANDES, 2006).



(45)^{DA} Teores médios de enxofre (mg kg de tecido⁻¹) em folhas de mudas de *Plinia cauliflora* submetidas ao estresse salino, empregando-se água de irrigação em níveis crescentes de condutividades elétricas (CE=dS m⁻¹). Valores referentes a 60 dias após o início da aplicação dos tratamentos.

Estresse hídrico

Toda planta consome grandes quantidades de água durante seu ciclo de vida. Em virtude desta característica é que se deu a distribuição da vegetação sobre a superfície terrestre. A água constitui 50% da massa de matéria fresca das plantas lenhosas e de 80 a 95% das herbáceas, atuando no crescimento e desenvolvimento vegetal. As variações na quantidade ou no fluxo de água dentro das plantas causam alterações na sua anatomia e na sua morfologia, assim como no metabolismo, afetando a expressão gênica do crescimento, por exemplo (FLOSS, 2008; TAIZ *et al.*, 2017).

A água desempenha funções essenciais nas plantas, atuando na movimentação de gases e minerais entre as células e os órgãos, participando de reações de fotossíntese e de processos eletrolíticos e possibilitando o transporte via xilema e floema (LARCHER, 2006; FLOSS, 2006; TAIZ *et al.*, 2017).

O solo é responsável pela manutenção das plantas, que são fonte de absorção de água e nutrientes, além de servir como meio de sustentação. A disponibilidade de água no solo depende de fatores como tipo de solo, textura, estrutura, matéria orgânica, porosidade e consistência. A água disponível está entre a capacidade de campo (CC), que é a quantidade máxima de água que o solo pode reter após escoar o excesso, e o ponto de murcha permanente (PMP), em que a disponibilidade de água é inferior a -15 atmosferas de potencial, ponto no qual as plantas não conseguem mais realizar sua absorção (REICHARDT, 1988; MEYER; GEE, 1999), ou seja, existe água no solo, mas esta não está disponível para a planta.

Quando ocorre alteração nas condições ótimas para a planta, há o estresse. O estresse hídrico, por exemplo, afeta sistemas agrícolas e ecológicos. Assim, quando alteradas estas condições, ocorrem mudanças a curto prazo no metabolismo e a longo prazo nos processos morfológicos/genéticos, nos quais os efeitos variam de acordo com a intensidade e duração do estresse, bem como, com a idade e o estágio de desenvolvimento da espécie (LARCHER, 2006; SHAO *et al.*, 2008; TAIZ *et al.*, 2017).

Quando o estresse hídrico é causado pela redução de quantidade de água no solo, há como efeitos primários, causados na planta pela redução do potencial hídrico (Ψ), a desidratação celular e a resistência hidráulica. Como efeitos secundários, há a redução da expansão celular/foliar, das atividades celulares e metabólicas, do fechamento estomático, da inibição fotossintética, da abscisão foliar, bem como, há a alteração na partição do carbono, citorrise e cavitação, a desestabilização de membranas e proteínas, a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e a citotoxicidade iônica (TAIZ *et al.*, 2017).

As respostas da planta ao déficit hídrico ocorrem quando há o desequilíbrio entre a demanda de assimilados e a fotossíntese em declínio, com danos maiores em tecidos

jovens. Porém, quando a hidratação das plantas é retomada, o desenvolvimento ocorre somente nas folhas mais jovens, o que afeta a capacidade fotossintética (SANTOS; CARLESSO, 1988; TAIZ *et al.*, 2017).

Por outro lado, o excesso de água no solo confere restrições ao cultivo de muitas espécies, pois afeta a difusão de gases da atmosfera em função da redução dos espaços porosos do solo, e como consequência há a redução nos níveis de oxigênio e nas trocas gasosas. Quando reduzidas as concentrações de oxigênio, ocorrem alterações bioquímicas, fisiológicas, anatômicas e morfológicas nas plantas (ARMSTRONG; BRÄNDLE; JACKSON, 1994; JACKSON; COLMER, 2005; ZABALZA *et al.*, 2008).

A hipoxia e a anoxia são distúrbios causados pela inundação. A redução ou a ausência de oxigênio resultam em distúrbios conhecidos como hipoxia (baixa concentração de oxigênio) e anoxia (ausência de oxigênio). Como efeito secundário, a inundação leva ao metabolismo fermentativo, ao fechamento estomático, à redução da respiração e à produção de ATP inadequada de toxinas por micróbios anaeróbicos e de EROs (TAIZ *et al.*, 2017).

Os principais efeitos relacionados à anoxia e hipoxia são: a abscisão foliar; a inibição na formação de primórdios foliares; a redução na expansão foliar; a clorose nas folhas; a redução do comprimento da raiz principal ou do crescimento em altura; a perda de turgescência celular; a morte da planta, levando à ativação da respiração anaeróbia e, conseqüentemente, à fermentação láctica e alcóolica; e a redução da síntese de ATP, afetando a biossíntese e a partição de carbono entre os órgãos da planta (BECKER; ASCH, 2005; HORCHANI; GALLUSCI; BALDET, 2008; TAIZ *et al.*, 2017).

Tanto o déficit hídrico quanto o seu excesso são prejudiciais para as plantas, principalmente na fase de mudas, pois a quantidade de água no substrato interfere nos processos fisiológicos de maneira direta, uma vez que a água é a principal constituinte das plantas (SANTOS; CARLESSO, 1998).

Como o efeito do estresse hídrico se manifesta de maneiras diferentes nas plantas, estudos referentes a espécies nativas são necessários, pois em muitos casos não ocorre a expansão ou o fomento para o cultivo devido ao número limitado de informação sobre determinada espécie.

Sendo assim, dificulta-se a compreensão dos mecanismos de defesa ou das reações que essas apresentam ao serem submetidas às condições adversas.

A jabuticabeira (*Plinia spp.*), por exemplo, tem seu fruto muito apreciado, porém seu cultivo comercial por vezes é limitado, permanecendo de forma espontânea nas matas brasileiras, como nos biomas da Caatinga, do Cerrado, da Mata Atlântica e do Pantanal. A ampla distribuição confere à jabuticabeira boa adaptação edafoclimática, permitindo seu cultivo nos mais diferentes locais (DONADIO, 2000; BALELDERDI; RAFIE; CRANE, 2006; CITADIN; DANNER; SASSO, 2010; KINUPP; LISBOA; BARROS, 2011).

Algumas observações a respeito do seu cultivo estão sendo avaliadas e estudadas ao longo dos anos, pois, empiricamente, observou-se a presença de plantas cultivadas próximas às fontes de água, presentes em fragmentos florestais ou perto de açudes. Outra informação, também tida por meio da descrição em relatos empíricos, está relacionada ao florescimento da cultura, sendo percebido que a irrigação contínua pode estimulá-la, antecipando a produção.

Todavia, nas observações do estudo feito por Koserá Neto (2015), não houve indução de florescimento com a irrigação diária em jabuticabeiras híbridas, o que pode estar relacionado primeiramente à necessidade da planta passar por um período de estresse hídrico, seguido pelo uso contínuo da irrigação. Esse estresse prévio não foi submetido às jabuticabeiras híbridas do estudo citado.

Então, além de permitirem a elucidação de quais são as condições mais favoráveis para a produção de mudas, para o crescimento e desenvolvimento das jabuticabeiras em pomar – visando permitir que expressem sua melhor produtividade –, observa-se que muitas informações empíricas carecem de comprovação científica para que possam ser recomendadas.

A muda é o insumo mais importante na implantação de um pomar. Mudas produzidas com qualidade e adequadamente manejadas originam pomares produtivos e rentáveis (PASQUAL *et al.*, 2001; CHALFUN; PIO, 2002). Assim, a produção de mudas é o pontapé inicial para o estabelecimento de qualquer espécie frutífera.

A utilização de sementes na propagação de jabuticabeiras é uma prática comum e muitas vezes vantajosa por estas apresentarem poliembrionia, o que permite a obtenção de mais de uma muda por semente. Por outro lado, as sementes da jabuticabeira possuem o entrave da recalcitrância, perdendo rapidamente a viabilidade se reduzido seu teor de umidade, associado ao maior tempo de juvenilidade que as plantas apresentam em pomar, o que desestimula alguns produtores em adotar seu cultivo comercial (FACHINELLO; NACHTIGAL, 1992).

Por apresentar recalcitrância, a viabilidade da semente é limitada a poucos dias (VALIO; FERREIRA, 1992). Dessa forma, torna-se necessário buscar métodos de conservação que mantenham a umidade interna da semente. Tal conteúdo foi abordado, contudo, no capítulo que trata da propagação seminífera.

Radaelli (2019), por outro lado, testou por meio de três experimentos a manutenção da viabilidade das sementes de jabuticabeira, submetidas em distintos períodos de hidrocondicionamento, relacionando-os com a temperatura do ambiente e o tamanho das sementes.

No primeiro experimento, as sementes de jabuticabeira foram embebidas em água destilada durante 0, 120, 240 e 360 horas, em temperatura de 5 e 25 °C (ambiente). Posteriormente, foi realizada a semeadura em caixa Gerbox com tampa, sobre papel Germitest umedecido, em ambiente controlado de 25 °C. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (temperatura x período de hidrocondicionamento), com quatro repetições de 100 sementes por unidade experimental.

No segundo teste, as sementes foram separadas em dois lotes de tamanhos distintos, sendo aqueles maiores que 8 mm e menores que 8 mm. Em seguida, ambos os lotes foram submetidos ao hidrocondicionamento, com água destilada por períodos de 0, 24, 48, 96 e 120 horas. Após cada período de embebição, coletaram-se as sementes e foram feitas suas semeaduras, em caixa Gerbox com tampa, sobre papel Germitest umedecido, mantendo-as em ambiente controlado de 25 °C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 5 (temperatura x

período de hidrocondicionamento), com quatro repetições de 100 sementes por unidade experimental.

Para o terceiro experimento, as sementes foram submetidas à embebição com água destilada por períodos de 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240, 264, 288, 312, 336, 360, 384, 408, 432, 456, 480 horas. Após cada período, a semeadura foi realizada em caixa Gerbox com tampa, sobre papel Germitest umedecido, mantendo-as em ambiente controlado de 25 °C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de cem sementes por unidade experimental. Durante 30 dias, após a semeadura dos três experimentos, avaliaram-se a germinação das sementes (%), o índice de velocidade de germinação (IVG) e o tempo médio de germinação (TMG).

Nos três experimentos realizados, o início da germinação variou entre o quarto e o décimo dia, em todos os períodos de hidrocondicionamento. No primeiro experimento, quando associada à temperatura, a germinação iniciou entre o oitavo e o décimo dia, em ambas as temperaturas. Quando avaliado o tamanho das sementes (segundo experimento), associado ao tempo de hidrocondicionamento, as sementes germinaram entre o quinto e o oitavo dia. E, quando avaliados os períodos de 456 horas de hidrocondicionamento, as sementes iniciaram o processo de germinação entre o quarto e o oitavo dia.

As germinações (%) variaram para cada experimento, sendo de 55 a 92% no primeiro, de 75,5 a 92% no segundo – cuja exceção ficou para sementes menores que 8 mm nas 120 horas de embebição em água – e, no terceiro experimento, as médias de germinação variaram de 83 a 100%.

Tudo isso comprova o efeito benéfico do hidrocondicionamento, tendo em vista que as sementes das jabuticabeiras têm plasticidade adaptativa, o que pode ser vantagem para a mesma, pois nem sempre o fruto poderá permanecer, ao cair da planta, totalmente isento de condições inundativas.

As mudas são dependentes de água, necessitando de irrigação cuja frequência e quantidade possibilitem crescimento inicial satisfatório para sua perfeita formação. Após a muda estar formada no viveiro, exige-se também, para seu estabelecimento a campo, o fornecimento adequado de

água, principalmente nos primeiros dias após o transplante, o que muitas vezes faz com que sejam utilizados os retentores de água, conhecidos como hidrogel. Dessa forma, é necessário estabelecer níveis críticos que não interfiram na sobrevivência, no crescimento e no desenvolvimento das jaboticabeiras no campo.

Radaelli (2019) avaliou por meio de dois experimentos com mudas de jaboticabeira (*Plinia spp.*), com idade aproximada entre quatro e dezoito meses, condições nas capacidades de campo de 100, 80, 60, 40, 20 e 0% e de 100, 75, 50, 25 e 0% (experimentos 1 e 2, respectivamente). O uso de diferentes capacidades de campo no substrato foi avaliado para determinar pontos de tolerância da jaboticabeira às condições adversas.

Observou-se, no primeiro experimento, a perda média de dez folhas por planta, o que pode ser explicado em virtude das primeiras reações geradas nela quando submetida à falta de água, que envolve a redução da expansão foliar com a aceleração da senescência e, posteriormente, a abscisão das folhas (TAIZ *et al.*, 2017). Outro motivo que pode ter contribuído com este fato foi a baixa idade das mudas, como as que tinham quatro meses, em razão do estresse aplicado sobre elas ser de grande impacto neste período. Neste primeiro experimento, em 30 dias, não houve efeito significativo das condições de capacidade de campo, cujo incremento médio de altura foi de 0,05 cm, de 0,18 mm em diâmetro do caule e, em massa seca total, de 0,26 g. A taxa de sobrevivência foi de 55% em relação a todas as mudas avaliadas, o que também pode estar vinculado à idade das mudas (quatro meses), não apresentando a plasticidade necessária para a adaptação.

No segundo experimento, em 30 dias, nos tratamentos que não tiveram a utilização de água no substrato, a taxa de sobrevivência foi de 96,75%. Os demais tratamentos mantiveram suas mudas vivas. Isso enfatiza a hipótese, levando para maior mortalidade ocorrida no experimento citado anteriormente, uma vez que no segundo experimento houve pouca mortalidade nas mudas de 18 meses.

Todavia, no segundo experimento, o incremento médio no número de folhas das mudas de jaboticabeira foi de -33,44, ou seja, houve maior queda de folhas nas mudas

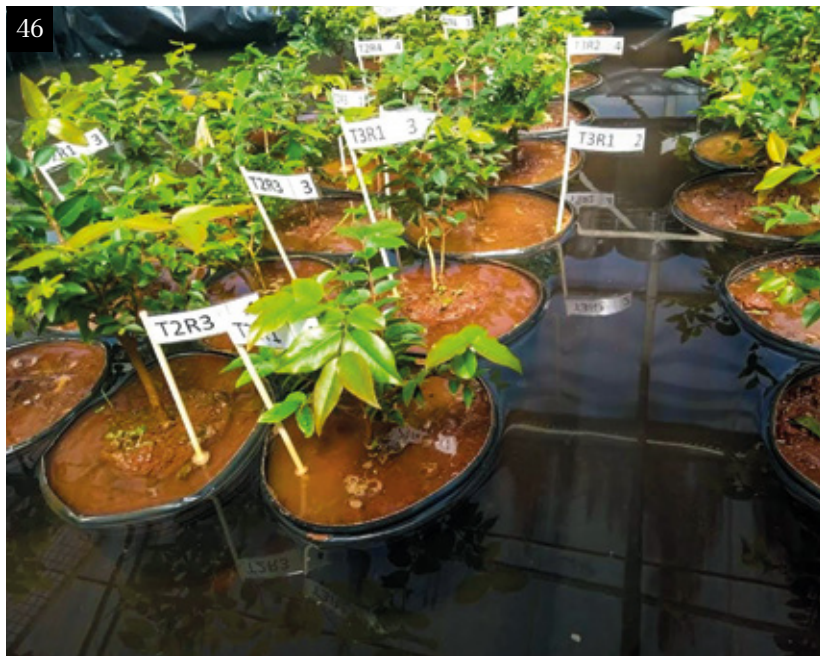
utilizadas. A queda de folhas é um dos sintomas que ocorrem quando a planta é submetida a condições adversas. Uma das primeiras linhas de defesa das plantas que estão sobre estresse é a redução da área foliar, evitando a perda de água por transpiração. Essa redução, conseqüentemente, leva à redução na taxa de crescimento e no número total de ramos, pois em geral, as plantas realocam seus recursos energéticos para sua manutenção (TAIZ *et al.*, 2017).

O incremento médio do tamanho no qual as mudas foram avaliadas, considerando desde o ápice da planta até o comprimento da maior raiz, foi superior nas mudas que estavam submetidas a 75% da capacidade de campo do substrato, cujo crescimento médio foi de 6,85 cm no período de 30 dias, seguido de 50% da capacidade de campo, com 3,98 cm de incremento. A manutenção da água no substrato favoreceu o crescimento das mudas avaliadas, pois observou-se que, nas mudas que foram submetidas a 0% da capacidade de campo, quase não houve crescimento, sendo esse apenas de 0,18 cm. Quando submetidas às quantidades de água de 25%, apresentaram crescimento de 2,84 cm, sendo que, com 100%, as mudas também cresceram em menor quantidade, apenas 2,44 cm.

Nesse caso, em condições extremas de falta ou excesso de água, as jabuticabeiras reduziram o possível incremento que poderiam atingir. Tal condição pode ser uma resposta de defesa, pois a planta reduz sua atividade metabólica como forma de diminuir o uso de reservas.

A mesma autora, Radaelli (2019), também testou condições de inundação sobre as mudas de jabuticabeira, por meio de dois experimentos. No primeiro, as mudas foram colocadas em períodos de 0, 3, 5, 10 e 15 dias, estando com água até altura do colo. No segundo experimento, em períodos de 0, 5, 10 e 15 dias (46). Decorridos tais períodos, as mudas foram mantidas em condições normais por 30 dias, visando simular a condição de um ambiente inundado por um determinado período. Após esses 30 dias de condição normal, algumas mudas foram submetidas a uma nova inundação, seguindo-se os mesmos períodos.

A taxa de sobrevivência, independentemente do período e dos ciclos de inundação, foi de 100%. As maiores médias de altura total e de diâmetro do caule ocorreram nas mudas submetidas em dois ciclos de inundação (5 + 5, 10 + 10 e 15 + 15 dias). Se comparados os resultados de um ou de dois ciclos, supõem-se que houve a ativação de vias metabólicas adaptativas por meio do primeiro ciclo de inundação, ou seja, um único ciclo afetou o crescimento, mas com dois ciclos a muda conseguiu se adaptar sem comprometer seu crescimento.



(46)^{JC} Condição de inundação em mudas de jabuticabeira avaliadas por períodos de 0, 3, 5, 10 e 15 dias com água até altura do colo e, 0, 5, 10 e 15 dias durante um e dois ciclos.

JC Fotografia: Juliana Cristina Radaelli.

O rendimento quântico (Q_y) tem sido utilizado para identificar problemas no sistema fotossintético após estresses abióticos e bióticos. Quando a planta passa por uma situação de estresse, o rendimento quântico é baixo, ficando em torno de 0,75, o que pode ser considerado como fotoinibição (BOLHÀR-NORDENKAMPF; OQUIST, 1993). Nas mudas de jabuticabeira submetidas à capacidade de campo de 25, 50 e 75%, o rendimento quântico foi superior a 0,75, sendo de 0,79; 0,80 e 0,79 para cada uma das capacidades de campo citadas, respectivamente. As mudas de jabuticabeira sem água no substrato apresentaram danos no fotossistema II (PSII), além da grande perda de folhas, do murchamento e morte (RADAELLI, 2019).

Nesse sentido, quando submetidas à restrição hídrica, as plantas reduzem a concentração de CO_2 intracelular, pois ocorre o fechamento estomático, comprometendo todo o aparato fotossintético. Assim, a taxa de assimilação de CO_2 e o rendimento quântico do fotossistema II são reduzidos, acarretando a redução do crescimento e produtividade da cultura em relação ao nível e à duração do estresse sofrido pela planta (MARIANO *et al.*, 2009).

Na condição de alagamento, as plantas mantêm sua capacidade fotossintética sem afetar seu desenvolvimento normal, referente à produção de folhas, flores e frutos (WORBES *et al.*, 1992). Radaelli (2019) obteve valores de rendimento quântico superiores nas mudas de jabuticabeira submetidas em apenas um único ciclo (5, 10 e 15 dias); nos casos de dois ciclos, de 15 dias cada, sem a inundação, a faixa de rendimento quântico foi de 0,75 a 0,79. Nos casos de dois ciclos seguidos, de 5-5 e 10-10 dias, as médias foram de 0,73, valores que, quando baseados no parâmetro descrito por Bolhàr-Nordenkampf e Oquist (1993), indicam que está ocorrendo a fotoinibição nesses tratamentos.

Na condição de estresse, ocorre nas plantas o aumento da concentração de açúcares solúveis, que são capazes de realizar o ajuste osmótico para reduzir os danos causados pela baixa quantidade de água, minimizando a atividade das EROs. Os açúcares formados em maior concentração, quando a planta passa por períodos de desidratação, têm a função de ajustá-la osmoticamente (KOSTER; LEOPOLD, 1988; ROSA *et al.*, 2005).

O grau de estresse sofrido pela planta e o período em que ele ocorre definem a concentração dos metabólitos formados. Quando os efeitos da seca são sentidos a curto prazo, a concentração dos metabólitos aumenta, mas, quando o efeito é sentido por mais tempo pelas plantas, ocorre menor concentração (MATTSON; HAACK, 1987; WATERMAN; MOLE, 1989).

O estresse altera significativamente o teor de prolina em grande parte das plantas. A prolina é um aminoácido não essencial, que compõe a proteína dos seres vivos, acumulando-se em maior quantidade nas folhas e em menor quantidade nas raízes. Esse aminoácido pode ser a primeira resposta à redução do potencial de água, aumentando em alguns casos sua concentração em até cem vezes. A concentração de prolina pode ser utilizada como parâmetro para seleção de plantas resistentes (TAIZ *et al.*, 2017).

Quando uma planta é submetida ao estresse, a prolina funciona como sinalizador e, conseqüentemente, auxilia na redução dos danos causados pelos radicais livres, atuando como uma proteção contra danos oxidativos – como as EROs, que danificam as membranas e desestabilizam enzimas e proteínas (YANCEY, 1994).

Quando não ocorrem mudanças nos teores de prolina nas folhas expostas ao estresse hídrico, a razão pode ser em função do mecanismo osmorregulatório de adaptação, ou em virtude da não alteração do potencial hídrico foliar a ponto de causar seu acúmulo (PEDREIRA *et al.*, 2007).

Os parâmetros bioquímicos de proteínas, açúcares, fenóis totais e prolina, para as jabuticabeiras submetidas à capacidade de campo de 0, 25, 50, 75 e 100%, segundo Radaelli (2019), não foram afetados, demonstrando que a restrição hídrica nas mudas não sofreu com a situação de restrição ou com o excesso de água no substrato. Apenas os teores de prolina foram alterados em mudas submetidas ao alagamento. Porém, esses resultados não foram suficientes para causar danos à planta ou para interromper algum processo metabólico. Dessa forma, entende-se que os principais efeitos da restrição ou da não restrição de água afetaram, principalmente, os parâmetros de crescimento da planta, não alterando significativamente parâmetros fisiológicos e bioquímicos.

Considerações finais

As sementes de jabuticabeira-açu mostraram redução em sua capacidade germinativa com a presença de sal no meio. Também ficou claro, por meio dos resultados de acompanhamento do desenvolvimento das mudas, que a salinidade é um fator bastante relevante, exercendo forte influência sobre as características de crescimento, diagnose visual e teores de macro e micronutrientes; principalmente, em condutividades mais elevadas, ocasionando perdas consideráveis no desempenho das atividades básicas das plantas.

Verificou-se também a complexidade do estresse salino sobre o corpo vegetal, trazendo à tona questionamentos e garantindo subsídios teórico/práticos para a tomada de decisão por parte do setor fruticultor e de produção de mudas. Além disso, demonstrou-se a importância da realização de outros estudos com espécies nativas, buscando, desta forma, difundir informações e melhorar o manejo da cultura, corroborando para a disseminação e para a ampliação do cultivo dessa e de outras espécies, muitas vezes negligenciadas.

É importante salientar que a restrição severa de água, bem como o excesso, também limita o crescimento de mudas de jabuticabeira, sendo indicada a capacidade de campo entre 25 e 75%, assim como a inundação superficial das mudas. Assim, a restrição de água interferiu no crescimento das plantas, pois as mudas não toleraram períodos superiores a 30 dias sem irrigação. O excesso de água, por sua vez, não interferiu no crescimento das mudas, principalmente quando esse era sazonal, ou seja, sujeito a inundações, podendo ser indicado para o plantio em mata ciliar ou em processos de regeneração da mata nas margens de rios.

Ao submeter mudas de jabuticabeira às condições adversas de disponibilidade de água, observou-se que a escassez de água afetou negativamente muito mais as jabuticabeiras do que seu excesso, comprometendo principalmente a sobrevivência. Observações empíricas vêm, ao longo dos anos, indicando essa característica de adaptação e de maior disponibilidade de água em plantas adultas, mas vale salientar a necessidade de estudos para avaliar seus limites de tolerância.☺

CRÉDITO 6-8; 22-33: ^{DA} Douglas Alvarez Alamino.
FOTOGRAFICO: 46: ^{JC} Juliana Cristina Radaelli.

Referências

ACOSTA-MOTOS, J. R. *et al.* Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. **Agronomy**, Basel, v. 7, n. 1, p. 18, 2017.

ALMEIDA, W. S. *et al.* Emergência e vigor de plântulas de genótipos de feijão-caupi sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1047-1054, 2012.

ANDRÉO-SOUZA, Y. *et al.* Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.

ARMSTRONG, W.; BRÄNDLE, R.; JACKSON, M. B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 307-358, 1994.

BALERDI, C. F.; RAFIE, R.; CRANE, J. Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg.): a delicious fruit with an excelente market potential. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Gainesville, v. 119, p. 66-68, 2006.

BASTOS, A. R. R. *et al.* Nutrição mineral e adubação. *In*: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013.

BECKER, M.; ASCH, F. Iron toxicity in rice-conditions and management concepts. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 168, n. 4, p. 558-573, 2005.

BOLHÁR-NORDENKAMPF, H. R.; ÖQUIST, G. Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis research. *In*: HALL, D. O.; SCURLOCK, J. M. O.; BOLHÁR _NORDENKAMPF, H. R.; LEEGOOD, LONG, R. C.; S. P. (ed.). **Photosynthesis and production in changing environment**: a field and laboratory manual. London: Chapman & Hall, 1993. p. 193-206.

BRUN, E. J. *et al.* Avaliação nutricional de indivíduos de sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) na arborização viária de Santa Maria – RS. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 14., Bento Gonçalves, 2010. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2010.

CABOT, C. *et al.* Lessons from crop plants struggling with salinity. **Plant Science**, [s. l.], v. 226, p. 2-13, 2014.

CRAIG PLETT, D.; MØLLER, I. S. Na⁺ transport in glycophytic plants: what we know and would like to know. **Plant, Cell and Environment**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 612-626, 2010.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. *In*: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DONADIO, L. C. **Jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. (Série Frutas Nativas, 3).

SANTOS, J. B. *et al.* Morphophysiology and production of cotton irrigated with saline waters and fertilized with nitrogen. **Comunicata Scientiae**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 86-96, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v7i1.1158>.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Cultivo de tomate para industrialização**, [s. l.], dez. 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/Def_nutricional.html. Acesso em: 20 dez. 2020.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 3. ed. Londrina: Planta, 2006.

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Revista Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.

EVELIN, H. *et al.* Mitigation of salinity stress in plants by arbuscular mycorrhizal symbiosis: current understanding and new challenges. **Frontiers in Plant Science**, [s. l.], v. 10, n. 470, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00470>.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Propagação da goiabeira ser-rana (*Feijoa sellowiana* Berg) através de mergulhia de cepa. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 37-39, 1992.

FARIAS, S. G. G. *et al.* Growth and mineral nutrition of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud seedlings in nutrient solution under saline stress. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s. l.], v. 33, p. 1499-1505, 2009.

FAROOQ, M. *et al.* Salt stress in maize effects resistance mechanisms and management: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 35, p. 461-481, 2015.

FERNANDES, A. R. *et al.* Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 37, n. 11, p. 1613-1619, 2002.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006.

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

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. 4. ed. Passo Fundo: UPF, 2008.

FREITAS, A. R. *et al.* Superação da dormência de sementes de jatobá. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 73, p. 1-5, 2013.

FURLANI, A. M. C. Nutrição Mineral. *In*: KERBAUY, G. B. **Fisiologia de vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 40-75.

GRAHAM, R. D.; WEBB, M. J. Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. *In*: MORTVEDT, J. J. (ed.). **Micronutrients in agriculture**. 2. ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 329-369.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 78, n. 1-4, p. 127-157, 1999.

GUEDES, R. S. *et al.* Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 279-288, 2011.

GUPTA, B.; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical and molecular characterization. **International Journal of Genomic**, [s. l.], v. 2014, n. 701596, p. 1-18, 2014.

HOCHMAL, A. K. *et al.* Calcium dependent regulation of photosynthesis. **Biochimica et Biophysica Acta**, [s. l.], v. 1847, n. 9, p. 993-1003, 2015.

HORCHANI, F.; GALLUSCI, P.; BALDET, P. Prolonged root hypoxia induces ammonium accumulation and decreases the nutritional quality of tomato fruits. **Journal of Plant Physiology**, [s. l.], v. 165, n. 13, p. 1352-1359, 2008.

JACKSON, M. B.; COLMER, T. D. Response and adaptation by plants to flooding stress. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 96, p. 501-505, 2005.

KALAJI, H. *et al.* Identification of nutrient deficiency in maize and tomato plants by *in vivo* chlorophyll a fluorescence measurements. **Plant Physiology and Biochemistry**, [s. l.], v. 81, p. 16-25, 2014.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Ceres, 1979.

KINUPP, V. F.; LISBÔA, G. N.; BARROS, I. B. I. *Plinia peruviana*, Jabuticaba. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: MMA, 2011.

KOPINGA, J.; VAN DEN BURG, J. Using soil and foliar analysis to diagnose the nutritional status of urban trees. **Journal of Arboriculture**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 17-24, 1995.

KOSERA NETO, C. **Indução floral e vigor da jabuticabeira com aplicação de bioreguladores e irrigação**. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

KOSTER, K. L.; LEOPOLD, A. C. Sugars and desiccation tolerance in seeds. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 88, v. 3, p. 829-832, 1988.

KRONZUCKER, H. J. *et al.* Sodium as nutrient and toxicant. **Plant Soil**, Berlin, v. 369, p. 1-23, 2013.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006.

LEITE, J. V. Q. *et al.* Efeito do estresse salino e da composição iônica da água de irrigação sobre variáveis morfofisiológicas do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 6, p. 1825-1833, 2017.

LINCHTENTHALER, H. K. Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. **Journal of Plant Physiology**, [s. l.], v. 148, p. 4-14, 1996.

PEDREIRA, A. C. *et al.* Conteúdo relativo de água, teor de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de duas cultivares de milho submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 918-920, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora: CERES, 2006.

MARIANO, K. *et al.* Fotossíntese e tolerância protoplasmática foliar em *Myracrodruon urundeuva* fr. All. submetida ao déficit hídrico. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 72-77, 2009.

MARQUES, E. C. *et al.* Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 993-999, 2011.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plant**. 2. ed. London; San Diego: Academic Press, 1995.

MARTINS, M. O. **Aspectos fisiológicos do nim indiano sob déficit hídrico em condições de casa de vegetação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

MATTSON, W. J.; HAACK, R. A. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. **Bioscience**, [s. l.], v. 37, p. 110-112, 1987.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987.

MEYER, P. D.; GEE, G. W. Flux-based estimation of field capacity. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, Reston, v. 125, n. 7, p. 595-599, 1999.

- MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O Tomateiro**. Campinas: Cargill, 1987.
- MOTERLE, L. M. *et al.* Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 169-176, 2006.
- MUNNS, R.; JAMES, R. A. Screening methods for salt tolerance: a case study with tetraploid wheat. **Plant Soil**, Berlin, v. 253, p. 201-218, 2003.
- NAJAFPOUR, M. M. *et al.* Biological water oxidation: lessons from nature. **Biochimica et Biophysica Acta: Bioenergetics**, [s. l.], v. 1817, n. 8, p. 1110-1121, 2012.
- NATALE, W. *et al.* **Goiabeira**: calagem e adubação. Jaboticabal: FUNEP, 1996.
- NIEVES-CORDONES, M.; AL SHIBLAWI, F. R.; SENTENAC, H. Roles and transport of sodium and potassium in plants. *In*: SIGEL, A.; SIGEL, H.; SIGEL, K. O. (ed.). **The alkali metal ions: their role for life**. New York: Springer Cham, 2016. v. 16, p. 291-324.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.* Curso diário do potencial hídrico foliar em cinco espécies da caatinga. **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 23, n. 1, p. 73-77, 1998.
- NOGUEIRA, R. J. M. C. *et al.* Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.
- NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C. Comportamento estomático em plantas jovens de *Schinopsis brasiliensis* Engl. cultivadas sob estresse hídrico. **Inheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 57, n. 1, p. 31-38, 2002.
- O'BRIEN, I. E. W.; FERGUSON, I. B. Calcium signaling in programmed cell death in plants. *In*: ANDO, T. *et al.* (ed.). **Plant nutrition for sustainable food production and environment**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1997. p. 99-103.
- OKÇU, G.; KAYA, M. D.; ATAK, M. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, [s. l.], v. 29, p. 237-242, 2005.

OLIVEIRA, C. S. *et al.* Disponibilidade de cálcio e crescimento de mudas de eucalipto sob estresse salino, **Revista Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 42, p. 299-306, 2018.

OLIVEIRA, F. A. *et al.* Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 18, n. 5, p. 480-486, 2014.

OUKARROUM, A. *et al.* A fluorescence OLKJIP under drought stress and re-watering. **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 60, n. 3, p. 438-446, 2007.

PAPENBROCK, J. *et al.* Role of magnesium chelatase activity in the early steps of the tetrapyrrole biosynthetic pathway. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 122, n. 4, p. 1161-1169, abr. 2000.

PASQUAL, M. *et al.* **Fruticultura comercial**: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

PEREIRA, E. R. L. **Tolerância de genótipos do algodão colorido ao estresse salino**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004.

PRAZERES, S. S. *et al.* Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. **The pineapple**: cultivation and uses. Paris: G. P. Maisonneuve Et Larose, 1987.

RADAELLI, J. C. **Condições hídricas em sementes e mudas de jabuticabeira (*Plinia sp.*)**. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

REGO, S. S. *et al.* Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 12, p. 221-216, 1988.

REIS, G. G. *et al.* Efeito da poda de raízes de mudas de eucalipto produzidas em tubetes sobre a arquitetura do sistema radicular e o crescimento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 2, n. 1, p. 137-145, 1996.

ROSA, S. D. V. F. *et al.* Enzimas removedoras de radicais livres e proteínas LEA associadas à tolerância de sementes de milho à alta temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 91-101, 2005.

SALES, M. A. L. *et al.* Germinação da vinagreira em função de cinco níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 68-74, 2014.

SALOMÃO, L. C. C. *et al.* Jabuticaba – *Myrciaria spp.* In: RODRIGUES, S.; SILVA, E. O.; BRITO, E. S. (ed.). **Exotic fruit reference guide**. 1. ed. Cambridge: Academic Press, 2018.

SANTOS, C. A. *et al.* Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s. l.], v. 36, n. 87, p. 219-224, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1017>.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SBCS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO; CBQFS – COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Comissão de Química e Fertilidade do Solo –RS/SC, 2004.

SHABALA, S.; POTTOSIN, I. Regulation of potassium transport in plants under hostile conditions: implications for abiotic and biotic stress tolerance. **Physiologia Plantarum**, [s. l.], v. 151, n. 3, p. 257-279, 2014. 151, 257–279, 2014.

SHAO, H.-B. *et al.* Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, [s. l.], v. 331, n. 3, p. 215-225, 2008.

SIDDIQUI, M. H.; AL-WHAIBI, M. H.; BASALAH, M. O. Interactive effect of calcium and gibberellin on nickel tolerance in relation to antioxidant systems in *Triticum aestivum* L. **Protoplasma**, [s. l.], v. 248, n. 3, p. 503–511, 2011.

SIDDIQUI, M. H. *et al.* Effect of calcium and potassium on antioxidant system of *Vicia faba* L. under cadmium stress. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 6604–6619, 2012.

SILVA, R. C. ; GRZYBOWSKI, C. R. S.; PANOBIANCO, M. Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, p. 491-499, 2016.

SILVEIRA, R. L. V. A. *et al.* Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: Diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005, p. 79-04.

SOBHANIAN, H. *et al.* Proteome analysis of soybean leaves, hypocotyls and roots under salt stress. **Proteome Science**, [s. l.], v. 8, p. 1-15, 2010.

SOUSA, A. E. C. *et al.* – Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, n. 2, p. 310-318, 2011.

SOUSA, G. G. *et al.* Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v. 8, n. 3, p. 359-367, 2014.

STEINHORST, L.; KUDLA, J. Signaling in cells and organisms – calcium holds the line. **Current Opinion Plant Biology**, [s. l.], v. 22, p. 14-21, 2014.

SUZUKI, N.; MITTLER, R. Reactive oxygen species-dependent wound responses in animals and plants. **Free Radical Biology and Medicine**, [s. l.], v. 53, n. 12, p. 2269-2276, 2012.

TAIZ, L. *et al.* **A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TURNER, N. C.; BEGG, J. E. Responses of pasture plants to water deficits. *In*: WILSON, J. R. (org.). **Plant relations in pastures**. Melbourne: CSIRO, 1979. p. 50-66.

VALIO, I. F. M.; FERREIRA, Z. L. Germination of seeds of *Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 95-98, 1992.

WATERMAN, P. G.; MOLE, S. **Insect-plant interactions**. 1. ed. Boca Raton: CRS Press, 1989.

WORBES, M. *et al.* On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of varzea forest in central Amazonia. **Journal of Vegetation Science**, [s. l.], v. 3, p. 553-564. 1992.

XU, C.; LI, X.; ZHANG, L. The effect of calcium chloride on growth, photosynthesis, and antioxidant responses of *Zoysia japonica* under drought conditions. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 8, n. 7, p. 1-10, 2013.

YAMAUCHI, T.; HARA, T. ; SONODA, Y. Effects of boron deficiencies and calcium supply on the calcium metabolism in tomato plant. **Plant and Soil**, [s. l.], v. 93, p. 223-231, Nov. 1986.

YANCEY, P. H. Compatible and counteracting solutes *In*: STRANGE, K. (ed.). **Cellular and molecular physiology of cell volume regulation**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 81-109.

ZABALZA, A. *et al.* Regulation of respiration and fermentation to control the plant internal oxygen concentration. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 149, n. 2, p. 1087-1098, 2008.

ZHOU, X. Y.; SONG, L.; XUE, H. W. Brassinosteroids regulate the differential growth of *Arabidopsis hypocotyls* through auxin signaling components IAA19 and ARF7. **Molecular Plant**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 887-904, 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

Abelha-cachorro

197, 205

Ácido salicílico

259, 265

Ácidos fenólicos

343, 358, 359, 366

Acromyrmex

170, 188

Açu

32, 47, 48, 56, 256, 346

Adubação

24, 28, 138, 159, 160, 161, 164, 229, 232

Adubos

141, 149, 161

Aguardente

283, 284

AIB

111, 112, 118, 123, 125

Alimentos funcionais

268, 272, 344, 362

Alporquia

81, 107, 118, 120, 122, 123

Altitude

321

Anastrepha fraterculus

196

Anatomia

42, 421

Anelamento

111, 118, 123, 178

Antera

50

Anti-inflamatória

272, 361, 364, 366

Antioxidante

271, 272, 273, 274, 275, 276, 281, 282, 285, 286, 287, 344, 345, 351, 359, 360, 363, 364, 365

Antocianinas

15, 236, 240, 261, 268, 272, 273, 274, 276, 281, 282, 287, 344, 352, 353, 354, 355, 356, 360, 360, 361, 363, 365

Aplicações tecnológicas

276

Apomixia

60, 83, 299, 301, 315

Atividades biológicas

268, 272, 345, 359, 364, 366

Atmosfera controlada

257

Atta

170, 188, 202

Autofecundação

82, 299, 301, 315

Bancos de germoplasma

86, 296, 302, 316

B BCH

69, 73

Benefícios

6, 81, 272, 275, 276, 277, 287, 343, 344, 346, 351

Besouro

188, 189, 197, 198, 207

Biologia reprodutiva

297

Biscoito

277, 279, 287

Boro

402, 418, 419

Botânica

44, 314

Broca-da-goiabeira

186

Cálcio

240, 256, 270, 346, 347, 350, 396, 397, 401, 402, 408, 409, 410, 411

Capulinia jaborcaba

186, 187

Casca

15, 24, 54, 55, 56, 61, 66, 81, 90, 91, 118, 186, 187, 226, 236, 239, 241, 256, 262, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 285, 286, 287, 301, 321, 348, 352, 354, 355, 361, 364

Cauliflora

13, 50, 297, 298

CEAGESP

16, 19, 21, 23, 37, 38, 39, 321, 325, 327, 328, 332

Ceasa

16, 19, 22, 23, 24, 39, 325, 332

Ceroplastes janeirensis

187

Chrysoperla externa

198

Citotóxica

362

Climatérico

238, 257, 258

Cobertura do solo

132, 140, 143

Cobre

270, 347, 349, 350, 396, 397, 403, 416, 417

Cochonilha

186, 187, 198, 200, 201

Colebroca

188

Coleópteros

198

Colheita

16, 17, 24, 37, 50, 54, 68, 69, 74, 178, 226, 234, 235, 237, 238, 239, 241, 242, 244, 246, 247, 249, 250, 252, 254, 255, 268, 301, 304, 310, 325, 339

Comercialização

6, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 26, 34, 37, 38, 39, 74, 81, 237, 240, 241, 242, 245, 320, 321, 325, 327, 328, 331, 332, 237, 352

- Composição centesimal**
239, 346, 347, 348, 349, 350
- Composição nutricional**
269, 346, 349
- Composição química**
238, 239, 282, 343, 352, 356, 366
- Compostos bioativos**
268, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 281, 286, 348
- Compostos fenólicos**
274, 275, 276, 277, 280, 281, 282, 285, 286, 287, 343, 352, 353, 354, 355, 358, 359, 361, 364, 419
- Condutividade elétrica**
385, 388, 390, 391, 395, 396, 417, 418
- Conotrachelus myrciariae***
197
- Consumo**
13, 15, 26, 34, 86, 237, 240, 241, 257, 260, 261, 268, 272, 274, 276, 280, 282, 321, 325, 327, 336, 343, 344, 352, 357, 364, 377
- Controle**
74, 149, 152, 170, 178, 186, 187, 188, 189, 190, 195, 196, 207, 213, 218, 226, 228, 229, 231, 232, 255, 257, 258, 259, 261, 262, 351, 360, 363, 404, 410, 411, 413, 414, 418
- Cookie***
277, 278, 279, 287
- Cova**
161, 163, 164
- Crisopídeo**
198, 206
- Cultura de inverno**
152, 153
- Curva de nível**
138
- Cycloneda sanguinea***
198, 206
- De cabinho**
38, 47, 48, 51, 56, 61, 84, 85, 87, 88, 89, 112, 249, 261
- Deficiência**
159, 228, 351, 378, 399, 400, 401, 402, 403, 409, 410, 411, 414, 415, 417, 418
- Depsídeos**
352, 358, 361
- Diabetes**
343, 363
- Diagnose**
228, 385, 398, 414, 432
- Dorcacerus barbatus***
188, 201
- Elementos antinutricionais**
349
- Enraizamento**
111, 112, 118, 122, 123, 124, 125
- Enxertia**
109, 116, 117, 118, 122, 123, 124
- Enxofre**
220, 391, 402, 420, 421
- Espécies**
5, 6, 7, 13, 26, 38, 43, 44, 56, 60, 61, 66, 67, 68, 82, 86, 87, 102, 111, 112, 118, 132, 138, 140, 143, 144, 145, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 156, 172, 190, 197, 198, 213, 222, 228, 236, 240, 241, 264, 267, 269, 292, 295, 296, 299, 306, 310, 311, 314, 321, 335, 336, 345, 346, 348, 349, 352, 353, 355, 356, 360, 362, 317, 318, 319, 366, 378, 380, 384, 410, 411, 418 422, 423, 432
- Espécies de verão**
150, 151, 153
- Estaquia**
109, 111, 118, 122, 124
- Estresse**
133, 167, 273, 353, 360, 361, 376, 377, 378, 380, 381, 384, 386, 388, 390, 391, 398, 400, 401, 402, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 415, 416, 417, 419, 421, 422, 423, 424, 427, 430, 431
- Estresse hídrico**
133, 167, 380, 422, 423, 424, 431
- Estresse salino**
381, 384, 386, 398, 400, 401, 402, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 412, 413, 415, 416, 417, 419, 421, 432
- Extrativismo**
6, 16, 18, 39, 129
- Fecundação cruzada**
301
- Fenologia**
42, 67, 68, 74, 241, 301
- Ferro**
159, 270, 346, 347, 350, 351, 359, 396, 397, 401, 402, 413, 414
- Ferrugem**
213, 214, 215, 216, 217, 222, 231, 232, 233, 301
- Flavonoides**
15, 236, 240, 272, 274, 343, 344, 345, 352, 353, 354, 366
- Flor**
205, 297, 310
- Floração**
6, 18, 68, 69, 73, 116, 118, 143, 155, 299, 304, 310
- Florescimento**
13, 34, 50, 54, 55, 97, 100, 118, 178, 179, 180, 424
- Folha**
72, 160, 189, 215, 230, 272
- Formigas**
170, 188, 189, 195, 204, 222, 226, 229
- Fósforo**
96, 159, 160, 161, 178, 240, 270, 346, 347, 350, 391, 396, 397, 399, 400, 406, 419
- Frutificação**
5, 6, 13, 18, 34, 38, 54, 55, 67, 82, 116, 118, 167, 178, 196, 197, 247, 297, 299, 306, 311
- Fruto(s)**
6, 13, 15, 26, 28, 34, 38, 43, 50, 53, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 74, 75, 76, 82, 84, 109, 118, 178, 179, 180, 185, 186, 187, 195, 196, 197, 203, 204, 205, 207, 214, 215, 217, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 231, 232, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 244, 245, 246, 247, 249, 250, 252, 254, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 268, 269, 274, 275, 276, 277, 280, 281, 283, 285, 289, 297, 299, 301, 302, 310, 311, 321, 325, 328, 339, 345, 346, 348, 349, 350, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 360, 363, 365, 377, 424, 426, 430
- Fumagina**
187, 200, 230, 231

- Fungos**
90, 93, 188, 218, 222, 229, 231, 232, 256, 257
- Fungos de revestimento**
229, 232
- Garfagem**
116, 117, 124
- Geada(s)**
28, 29, 31, 132, 135, 137, 138, 148, 301
- Germinação**
67, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 95, 96, 102, 225, 304, 306, 307, 308, 310, 311, 312, 335, 336, 380, 381, 382, 383, 384, 426
- Germinação *in vitro***
304, 306, 308
- Gorgulho da jaboticabeira**
197
- Híbrida(s)**
34, 38, 50, 54, 56, 62, 63, 64, 85, 100, 112, 130, 132, 133, 134, 135, 160, 164, 178, 215, 216, 244, 246, 298, 300, 304, 310, 315, 424
- Hibridação**
303, 306, 310, 315
- Hidrotermia**
258
- Implantação do pomar**
90, 139
- Indução**
180, 304, 362, 363, 378, 424
- Indução do florescimento**
180
- Inimigos naturais**
185, 189, 198, 207, 335
- Inundação**
423, 428, 429, 430
- Irapuá**
197
- Irrigação**
24, 28, 90, 95, 112, 118, 130, 131, 167, 178, 312, 378, 386, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 402, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 411, 412, 413, 415, 416, 417, 419, 421, 424, 426, 432
- Joaninhas**
198
- Lepidópteros**
198
- Líquens**
229, 230, 358
- Magnésio**
270, 347, 350, 351, 391, 396, 397, 401, 401, 411, 412, 414
- Manejo**
16, 32, 102, 128, 129, 132, 138, 140, 143, 145, 149, 150, 156, 158, 159, 161, 167, 187, 188, 197, 232, 237, 241, 242, 301, 378, 432
- Manganês**
161, 270, 347, 349, 350, 396, 397, 402, 414, 415
- Marcadores moleculares**
60, 301, 314, 315
- Maturação**
38, 68, 69, 73, 82, 84, 214, 221, 236, 242, 244, 245, 246, 247, 260, 321, 356, 357
- Melhoramento**
268, 294, 295, 296, 301, 302, 304, 311, 314, 315, 316
- Mercado atacadista**
19
- Microssatélites**
60, 314, 315
- Miniestaquia**
81, 112, 116, 124
- Morfologia**
42, 196, 299, 421
- Moscas das frutas**
196, 204, 207
- Mudas**
25, 26, 34, 80, 81, 90, 95, 96, 97, 99, 101, 102, 108, 109, 111, 116, 118, 124, 132, 134, 156, 160, 164, 166, 180, 214, 229, 295, 296, 304, 312, 384, 385, 386, 388, 391, 392, 393, 394, 395, 398, 400, 402, 402, 404, 405, 406, 408, 409, 412, 413, 415, 416, 417, 419, 421, 423, 424, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433
- Myrtaceae**
7, 43, 67, 185, 189, 321, 357, 358, 405, 409
- Não climatérico**
238
- Nitrogênio**
111, 141, 160, 226, 306, 360, 391, 399, 400, 403, 404, 405, 406
- Nutrição**
96, 239
- Obesidade**
351, 360, 363, 364
- Padrão respiratório**
238
- Parasitoides**
198, 199
- Paraulaca dives***
189, 190, 202
- Paulista**
27, 32, 38, 48, 62, 82, 160, 236, 238, 239, 240, 256, 321, 322, 328, 348, 349
- Planta de cobertura**
152
- Plantio(s)**
23, 24, 26, 28, 32, 33, 39, 95, 118, 124, 129, 130, 132, 139, 159, 161, 163, 164, 166, 168, 167, 226, 229, 296, 301, 302, 312, 432
- Plinia cauliflora***
32, 44, 47, 48, 56, 62, 69, 73, 82, 117, 122, 236, 239, 269, 304, 321, 336, 337, 339, 345, 347, 348, 350, 381, 382, 384, 392, 393, 394, 395, 398, 400, 402, 404, 405, 406, 408, 409, 412, 413, 415, 416, 417, 419, 421
- Plinia aureana***
44, 48, 65
- Plinia coronata***
44, 66
- Plinia grandifolia***
63
- Plinia jaboticaba***
44, 47, 48, 60, 84, 280, 321, 348, 350
- Plinia oblongata***
44, 65
- Plinia peruviana***
44, 47, 48, 57, 61, 82, 88, 261
- Plinia phitrantha***
66

- Podridão de fruto**
222
- Podridão de raiz**
227
- Pólen**
297, 301, 303, 304, 306, 306, 307, 308,
309, 310, 316
- Poliembrionia**
58, 60, 82, 102, 301, 315, 425
- Polinizadores**
67, 82, 185, 199, 299, 301
- Pomar**
28, 31, 32, 81, 90, 97, 128, 129, 132, 133, 135,
137, 138, 139, 140, 142, 145, 146, 147, 149,
150, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 163,
164, 167, 169, 172, 175, 178, 180, 197, 219,
222, 241, 242, 247, 252, 299, 377, 424
- Porta-enxerto**
82, 116, 117
- Pós-colheita**
34, 215, 222, 223, 226, 234, 235, 237, 238,
242, 252, 255, 260, 262, 263, 268,
283, 325, 327
- Potássio**
240, 270, 346, 349, 351, 391, 396, 397, 399,
400, 401, 407, 408
- Preço**
19, 20, 21, 25, 26, 34, 327, 332
- Produção**
7, 13, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 28, 32, 34, 38,
39, 40, 43, 54, 64, 67, 80, 90, 95, 96, 108,
109, 116, 118, 124, 129, 140, 141, 143, 148,
150, 160, 161, 178, 185, 188, 189, 196, 214,
215, 237, 238, 245, 249, 256, 257, 267, 268,
269, 280, 283, 284, 285, 287, 297, 299, 301,
302, 304, 322, 332, 352, 360, 361, 363, 364,
377, 380, 383, 402, 419, 422, 423,
424, 430, 432
- Propagação**
82, 102, 109, 111, 116, 117, 118, 122, 268,
295, 410, 425
- Propriedade funcional**
344
- Propriedades biológicas**
352, 359
- Puccinia psidii***
213, 214, 218, 219, 301
- Pulgão(ões)**
195, 199, 198, 199, 229, 231
- Quenquéns**
170, 188
- Radiação**
130, 133, 158, 259
- Raiz**
160, 172, 227, 272, 385, 392, 423, 428
- RAPD**
314
- Recalcitrantes**
85, 86, 88, 336
- Recipiente**
90, 95, 96, 97, 101, 170
- Recursos genéticos**
18, 20, 21, 39, 86, 294, 316
- Regeneração**
334, 335, 336, 339, 432
- Região Sudeste**
37
- Região Sul**
25
- Respiração**
238, 255, 257, 407, 411, 412, 415, 416,
418, 423, 238
- Restrição hídrica**
228, 430, 431
- Roçada**
16, 139, 140, 143, 145, 146, 149, 156, 172
- Rosellinia sp***
227, 228
- Sabará**
25, 32, 38, 47, 48, 54, 56, 60, 61, 84, 87, 96,
98, 160, 236, 237, 238, 239, 240, 244, 245,
246, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 321,
328, 348, 349, 350
- Saissetia discoides***
187
- Salinidade**
378, 379, 380, 381, 382, 384, 385, 388, 390,
391, 392, 394, 395, 398, 399, 401, 403, 404,
407, 413, 414, 416, 432
- Saúvas**
170, 188
- Sementes**
5, 58, 60, 67, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89,
90, 92, 93, 100, 102, 109, 111, 116, 124, 140,
143, 148, 150, 152, 164, 272, 283, 299, 301,
302, 310, 311, 313, 316, 317, 321, 335, 336,
348, 349, 363, 380, 381, 382, 383, 384,
425, 426, 432
- Sorvete**
24, 276, 278
- Substâncias bioativas**
268, 272, 344, 345
- Substrato**
90, 95, 96, 111, 112, 118, 123, 227, 286, 312,
383, 420, 423, 427, 428, 430, 431
- Sulco**
163, 164, 165
- Talharim**
277, 279
- Taninos**
272, 274, 275, 287, 343, 352, 357,
358, 359, 364
- Temperatura(s)**
18, 25, 28, 67, 68, 85, 86, 87, 95, 130, 140,
218, 221, 225, 226, 228, 238, 252, 256, 257,
258, 259, 260, 262, 275, 281, 286, 304, 306,
307, 310, 312, 354, 425, 426
- Terpenos**
352, 356, 357
- Timocratica albella***
186, 200
- Toxoptera aurantii***
195, 203, 204
- Trigona spinipes***
197
- Turismo rural**
24, 325, 327
- Variabilidade genética**
82, 296, 302
- Xenogamia**
301
- Zinco**
161, 347, 350, 396, 397, 402, 403, 417, 418

EDITORES E AUTORES

- ☉ **Américo Wagner Júnior**, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná. Bolsista de Produtividade CNPq.
americowagner@utfpr.edu.br
- ☉ **Idemir Citadin**, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná. Bolsista de Produtividade CNPq.
idemir@utfpr.edu.br
- ☉ **Moeses Andriago Danner**, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
moesesdanner@utfpr.edu.br
- ☉ **Amanda Pacheco Cardoso Moura**, Doutora em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
amandapmoura@gmail.com
- ☉ **Bruna Raquel Boger**, Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina. Paraná.
brunaraquel12@gmail.com
- ☉ **Bruna Valéria Gil**, Doutoranda em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
brunnagil@hotmail.com
- ☉ **Carline Marquetti**, Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina. Paraná.
carlinemarquetti@hotmail.com
- ☉ **Carlos Kosera Neto**, Professor do Instituto Federal do Paraná – Campus União da Vitória. Paraná.
eng.agr.carloskosera@gmail.com
- ☉ **Clevison Luiz Giacobbo**, Professor da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Chapecó. Santa Catarina
clevison.giacobbo@uffs.edu.br
- ☉ **Cristiano Hössel**, Doutor em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
cristianohossel@gmail.com

- ☉ **Darcieli Aparecida Cassol**, Doutora em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
so_darci@hotmail.com
- ☉ **Douglas Alvarez Alamino**, Doutor em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
doug_biologo_@hotmail.com
- ☉ **Eduardo Luis Konrath**, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.
eduardo.konrath@ufrgs.br
- ☉ **Ellen Porto Pinto**, Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão. Paraná.
ellenporto@utfpr.edu.br
- ☉ **Everton Ricardi Lozano da Silva**, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná.
evertonlricardi@utfpr.edu.br
- ☉ **Fabiane Mendes da Camara**, Engenheira de Alimentos da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP. São Paulo.
fabiane.camara@ceagesp.gov.br
- ☉ **Gabriel Vicente Bitencourt de Almeida**, Engenheiro Agrônomo, chefe da Seção do Centro de Qualidade Hortigranjeira (SECQH) da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). São Paulo.
gabriel.bitencourt@gmail.com
- ☉ **Hellen Knecht**, Farmacêutica formada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul.
hellen_knecht@hotmail.com
- ☉ **Ivane Benedetti Tonial**, Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão. Paraná.
ivane@utfpr.edu.br
- ☉ **Juliana Cristina Radaelli**, Professora da União de Ensino do Sudoeste do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná.
julianaradaelli@gmail.com
- ☉ **Juliano Zanela**, Técnico em Laboratório. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná.
julianoz@utfpr.edu.br

- **Karina Guollo**, Doutora em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
engkarinaguollo@hotmail.com
- **Kelen Fabiana Cavalli**, Mestre Profissional em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina. Paraná.
kelencavalli@hotmail.com
- **Kelli Pirola**, Doutora em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
kelli_pirola1@hotmail.com
- **Luciano Lucchetta**, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão. Paraná.
lucchetta@utfpr.edu.br
- **Luiz Carlos Donadio**, Professor livre docente e titular da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal – UNESP. São Paulo.
luizdonadiovendas@hotmail.com
- **Luma Dalmolin Stenger**, Mestre em Agroecossistemas. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná.
lumastenger1@gmail.com
- **Maira Cristina Schuster Russiano**, Doutoranda em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
maira.schuster@hotmail.com
- **Marcelo Dotto**, Professor da União de Ensino do Sudoeste do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná.
marcelodotto@hotmail.com
- **Michele Potrich**, Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná. Bolsista de Produtividade CNPq.
michelepotrich@utfpr.edu.br
- **Mycheli Preuss da Cruz**, Doutora em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
mychelipreuss@outlook.com
- **Paulo Cesar Conceição**, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná.
paulocesar@utfpr.edu.br

- **Priscilla Rocha Silva Fagundes**, Pesquisadora Científica Instituto de Economia Agrícola. São Paulo.
priscilla@iea.sp.gov.br
- **Rafaela Marin**, Professora do Centro Universitário Metodista. Rio Grande do Sul
rafaelamarin@gmail.com
- **Renato Trevisan**, Professor do Instituto Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul.
renato.trevisan@ufsm.br
- **Sérgio Miguel Mazaro**, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Paraná.
sergio@utfpr.edu.br
- **Simone Aparecida Zolet Sasso**, Doutora em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
simonezoletsasso@hotmail.com
- **Vanessa Padilha Salla**, Doutora em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Paraná.
vanessa_pad@hotmail.com

Título	Jaboticabeiras
Formato	18 x 24 cm
Tipografia	Bodoni * Owen Earl Elsie Swash Caps Alejandro Inler
Licença	CC BY-NC-ND

EDUTFPR

Este livro, produzido pela EDUTFPR, é financiado com recurso público e visa à ampla e democrática disseminação do conhecimento. Esta edição promove o ODS 4 Educação de qualidade, que tem o intuito de assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade para todos, envolvendo docentes e discentes em sua produção e promovendo diversas oportunidades de aprendizagem ao longo da vida. Além disso, é favorável à preservação de árvores e diminuição da pegada de carbono global.

Curitiba
25°26'20.4"S 49°16'08.4"W
Feito no Brasil
Made in Brazil
2022

Jaboticabeiras é a obra mais completa e atual publicada até o momento sobre essas espécies. Em seus catorze capítulos e com dezenas de fotos ilustrativas, abordando os mais diferentes aspectos dessa fruteira, fazendo um apanhado do que se sabe sobre a mesma e apresentando os resultados mais recentes de pesquisa. Salientando a diversidade das jaboticabeiras, as formas de conservá-las e suas peculiaridades, enfatizando as propriedades funcionais de seus frutos e as possibilidades de uso em diversas formas (desde frutas frescas até farinhas, doces e sucos), proporcionando agregação de valor e beneficiando a saúde do consumidor.

O livro reúne os dados mais recentes sobre as jaboticabeiras e propõe um alerta para estudos que deverão ser feitos no futuro, uma vez que a pesquisa deve estar sempre em evolução e novas tecnologias podem ser incorporadas ao sistema produtivo dessas frutas.

Jaboticabeiras é resultado de um esforço conjunto de trinta e oito professores e estudantes que, com zelo e perseverança, conseguiram concluir esta obra.

Enfim, *Jaboticabeiras* é uma obra indispensável para fruticultores, estudantes e amantes das frutas nativas do Brasil.

Dra. Maria do Carmo Bassols Raseira
Pesquisadora embrapa Clima Temperado
Pelotas - RS