

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

MARACUJÁ

**germoplasma e
melhoramento genético**

Editores Técnicos

Fábio Gelape Faleiro

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Marcelo Fideles Braga

*Embrapa Cerrados
Planaltina-DF
2005*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica – PqEB – Av. W3 Norte (final)

CEP 70770-901 Brasília, DF

Fone: (61) 3340-9999

Fax: (61) 3340-2753

vendas@sct.embrapa.br

www.sct.embrapa.br

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9815

Fax: (61) 3388-9879

http://www.cpac.embrapa.br

sac@cpac.embrapa.br

Supervisão editorial

Maria Helena Gonçalves Teixeira

Revisão de texto

Maria Helena Gonçalves Teixeira

Jamila Al-Hakim (estagiária)

Normalização bibliográfica

Shirley da Luz Soares

Projeto gráfico

Wellington Cavalcanti

Editores eletrônicos

Wellington Cavalcanti

Jussara Flores de Oliveira

Leila Sandra Gomes Alencar

Capa

Wellington Cavalcanti

Fotos da capa e das entradas de capítulos

Nilton Tadeu Vilela Junqueira

Marcelo Fideles Braga

Fábio Gelape Faleiro

Impressão e acabamento

Divino Baptista de Souza

Jairme Arbués Carneiro

1ª edição

1ª impressão (2005): 200 exemplares

2ª impressão (2006): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n° 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP Embrapa Cerrados

M.298 Maracujá : germoplasma e melhoramento genético / editado por Fábio Gelape Faleiro, Nilton Tadeu Vilela Junqueira, Marcelo Fideles Braga. — Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2005.
677 p. : il.

ISBN 85-7075-029-3

1. Maracujá-germoplasma. I. Faleiro, Fábio Gelape. II. Junqueira, Nilton Tadeu Vilela. III. Braga, Marcelo Fideles.

634.42 - CDD 21

© Embrapa 2005

Agradecemos às instituições de ensino, pesquisa e extensão que, por meio dos seus profissionais, foram importantes parceiras para a conclusão deste livro. Entre elas, merecem destaque: Embrapa Cerrados, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Transferência de Tecnologia, Embrapa Roraima, Embrapa Informação Tecnológica, Universidade de Brasília, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade Federal de Viçosa, Universidade Federal de Lavras, Universidade Federal do Mato Grosso, Universidade Federal de Roraima, Universidade Católica de Brasília, Instituto Agronômico de Campinas, Sistema de Produção Integrada e Rastreabilidade (SDS-MAPA), Instituto Biológico, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal.

Agradecemos também aos patrocinadores da IV Reunião Técnica de Pesquisas em Maracujazeiro, a qual culminou com a publicação deste livro. São eles: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), Secretaria do Estado para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (SDCT), Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Banco do Brasil e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Apresentação

Este livro é um dos produtos científicos da *IV Reunião Técnica de Pesquisas em Maracujazeiro (IV RTPM)*, realizada na Embrapa Cerrados, na ocasião da comemoração dos seus 30 anos. Nessa reunião, foram discutidos os avanços das pesquisas e os problemas técnico-científicos atuais e futuros do maracujazeiro, estimulando o intercâmbio de conhecimentos e a formação de novas redes de pesquisa para maximizar o uso dos recursos financeiros e humanos, com benefícios para toda a cadeia produtiva do maracujá. Participaram da reunião mais de 25 instituições de pesquisa em maracujazeiro.

O tema *Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro*, por conta de sua importância estratégica atual e futura, foi escolhido para delinear as discussões da IV RTPM e a edição desta obra. As pesquisas envolvendo a conservação e a caracterização do germoplasma de maracujazeiro são essenciais para subsidiar o uso prático dos recursos genéticos, e os programas de melhoramento genético são estratégicos para o desenvolvimento de novas variedades para os sistemas de produção do maracujá. O avanço do conhecimento nessa área contribui sobremaneira para a efetiva redução de perdas na lavoura e dos custos de produção, a racionalização do uso de insumos agrícolas, o aumento da produtividade, garantindo maior competitividade e sustentabilidade da atividade agrícola, aumento de renda dos beneficiários diretos e da geração potencial de empregos.

Neste livro, pesquisadores de renome nacional e internacional abordam temas atuais e futuros relacionados aos programas de conservação e uso de germoplasma e aos programas de melhoramento genético do maracujazeiro. Novas demandas com a finalidade de direcionar futuros trabalhos de pesquisa também são levantadas. Para atender a tais demandas, fica clara, nos capítulos do livro, a necessidade do envolvimento das iniciativas pública e privada e a formação de redes de pesquisa interinstitucionais e multidisciplinares.

Roberto Teixeira Alves
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Capítulo 1

IV Reunião técnica de pesquisas em maracujazeiro	35
Introdução	35
Histórico das reuniões	35
Objetivos da IV RTPM	36
Estratégia e programação da IV RTPM	36
Principais resultados	37
Conclusões	38

Capítulo 2

Recursos genéticos de <i>passiflora</i>	41
Introdução	41
Variabilidade e recursos genéticos	42
Coleções e bancos de germoplasma	43
Conclusões	50
Referências bibliográficas	50

Capítulo 3

Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro	55
Introdução	55
Recursos genéticos	56
Objetivos do melhoramento genético	59
Histórico do melhoramento genético	60
Melhoramento visando à resistência a doenças	63
Virose - PWV (Vírus do endurecimento dos frutos)	65
Bacteriose	67

Hibridações interespecíficas	68
Cultivares	69
Conclusões	74
Referências bibliográficas	75

Capítulo 4

Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência a doenças 81

Introdução	81
Potencial uso de espécies silvestres de passifloras	82
Resistência de espécies de passifloras silvestres a patógenos do solo	84
Resistência de espécies de passifloras silvestres às doenças da parte aérea	87
Reação de híbridos interespecíficos às doenças da parte aérea	92
Reação de híbridos intraespecíficos a doenças da parte aérea	104
Considerações finais	104
Referências bibliográficas	106

Capítulo 5

Emprego de espécies silvestres no melhoramento genético vegetal: experiência em outras espécies com análise de retrocruzamento avançado de QTLs (AB-QTL) 111

Introdução	111
Base genética de programas de melhoramento genético	112
Causas da limitação do uso de acessos do banco de germoplasma no melhoramento genético	116
Caracterização de germoplasma em escala: o papel da análise molecular	118
Introgessão assistida: retrocruzamento avançado de QTLs	121
Emprego de análise de retrocruzamento avançado de QTLs no Brasil	130
Conclusão	134
Referências bibliográficas	136

Capítulo 6

Espécies de maracujá com potencial agrônomico 143

Introdução	143
<i>Passiflora nitida</i> HBK	144
Origem, ecologia e adaptação de <i>P. nitida</i>	145
Biologia floral e formação dos frutos	145
Aspectos gerais e histórico	147
Reprodução via sementes	147
Reprodução por estaquia	148
<i>Passiflora cincinnata</i> MAST	150

Biologia floral e aspectos agronômicos	151
<i>Passiflora setacea</i> D.C.	154
Aspectos agronômicos	155
Conclusões	156
Referências bibliográficas	156

Capítulo 7

Problemas e perspectivas da avaliação de doenças como suporte ao melhoramento do maracujazeiro 161

Introdução	161
Requisitos de uma boa avaliação	162
Acurácia e precisão	162
Reprodutibilidade	163
Eficiência	164
Erros comuns em avaliação de doenças	164
O que avaliar?	165
Como avaliar?	167
Frequência de amostras doentes	167
Escalas diagramáticas	167
Chaves descritivas	170
Índices de doença	172
Auto-incompatibilidade, propagação por sementes e doenças	173
Amostragem	173
Número e tamanho de repetições	174
Variação ambiental	175
Importância da fenologia	176
Escolhas	178
Doenças foliares	178
Doenças que afetam o fruto	179
Doenças radiculares	180
Vírus	182
Conclusões	182
Referências bibliográficas	183

Capítulo 8

Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro - Desafios da pesquisa 187

Introdução	187
Variabilidade genética, morfológica, agrônômica e molecular do maracujá	188
Germoplasma de <i>Passiflora</i> no Brasil	193
Utilização do germoplasma de <i>Passiflora</i> em programas de melhoramento genético e como porta-enxerto visando à resistência a doenças	195
O melhoramento genético do maracujazeiro	199

Considerações finais	201
Referências bibliográficas	202

Capítulo 9

Citogenética clássica e molecular em passifloras 213

Introdução	213
Citogenética clássica	213
Coloração diferencial, bandeamentos	216
Citogenética molecular	219
Citogenética de <i>Passiflora</i>	222
Citogenética molecular em <i>Passiflora</i>	231
Conclusão	234
Referências bibliográficas	234

Capítulo 10

Genética quantitativa aplicada ao melhoramento genético do maracujazeiro 243

Introdução	243
Melhoramento do maracujazeiro	244
Parâmetros genéticos	245
Delineamentos genéticos aplicáveis ao maracujazeiro-amarelo	247
Aplicação dos delineamentos em maracujazeiro-amarelo	249
Análises de variância	250
Análises de variância individuais	250
Análises de variância conjunta	252
Parâmetros genéticos da população	254
Componentes de variância genética	254
Coeficientes de herdabilidade	255
Co-variâncias e coeficientes de correlação genética aditiva	257
Outros parâmetros importantes que podem ser obtidos	258
Alternativas de seleção no delineamento	259
Seleção direta	259
Índice de seleção	262
Parâmetros genéticos da população	262
Estimativas de componentes genéticos	262
Estimativas dos coeficientes de herdabilidade	265
Co-variâncias e coeficientes de correlação genética aditiva	267
Estimativas de ganhos para as alternativas de seleção	269
Conclusão	272
Referências bibliográficas	272

Capítulo 11

Marcadores moleculares aplicados ao melhoramento genético do maracujazeiro 277

Introdução	277
Aspectos relevantes de um programa de melhoramento de maracujazeiro-amarelo ...	278
Características e categorias dos marcadores moleculares	279
Etapas do programa de melhoramento de maracujazeiro-amarelo potencialmente beneficiado pelo uso dos marcadores	282
Emprego atual dos marcadores no melhoramento do maracujazeiro-amarelo	288
Conclusões	291
Referências bibliográficas	292

Capítulo 12

Ecofisiologia do maracujazeiro e implicações na exploração diversificada..... 295

Introdução	295
Conclusão	311
Referências bibliográficas	312

Capítulo 13

Auto-incompatibilidade do maracujá - implicações no melhoramento genético 317

Introdução	317
Auto-incompatibilidade em plantas	319
Sistemas de auto-incompatibilidade	319
Mecanismos de reação de auto-incompatibilidade	321
Auto-incompatibilidade em maracujazeiro	323
Auto-incompatibilidade e melhoramento genético	327
Conclusões	333
Referências bibliográficas	333

Capítulo 14

Propagação vegetativa do maracujazeiro - conquista de novas adesões 341

Introdução	341
Experimentos com enxertia hipocotiledonar	342
Características avaliadas	345
Resultados obtidos	346

Conclusões	355
Referências Bibliográficas	356

Capítulo 15

Cultura de tecidos aplicada à manutenção de germoplasma in vitro e ao melhoramento genético do maracujá (<i>Passiflora</i> spp.)	361
Introdução	361
Estabelecimento <i>in vitro</i> de plantas de maracujá	362
Estabelecimento <i>in vitro</i> de plantas de maracujá por meio de sementes	363
Estabelecimento <i>in vitro</i> de plantas de maracujá por meio de explantes vegetativos	367
Organogênese adventícia, a principal via de regeneração em espécies de <i>Passiflora</i> ...	368
Isolamento e cultura de protoplastos de espécies de <i>Passiflora</i>	372
Hibridação somática entre espécies de <i>Passiflora</i>	376
Conclusões	377
Agradecimentos	378
Referências bibliográficas	378

Capítulo 16

Estudos morfológicos, anatômicos, histoquímicos e ultra-estruturais da organogênese <i>in vitro</i> do maracujazeiro	387
Introdução	387
Como avaliar o processo de regeneração <i>in vitro</i> em explantes de maracujá?	388
Organogênese <i>in vitro</i> em <i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>flavicarpa</i> Deg. população FB-100	392
Conclusões	403
Agradecimentos	404
Referências bibliográficas	405

Capítulo 17

Métodos biotecnológicos aplicados ao melhoramento genético do maracujá	411
Introdução	411
Micropropagação	412
Geração de variabilidade genética	415
Via hibridação sexual	415
Via hibridação somática	416
Via transformação de plantas	418
Melhoramento molecular: a construção de mapas genéticos e suas aplicações	422
Genômica	428
Diversidade genética	433
Conclusões	441

Agradecimentos	441
Referências bibliográficas	442

Capítulo 18

Problemas e perspectivas do maracujá ornamental	457
Introdução	457
Breve histórico do uso do maracujá como planta ornamental	457
Situação atual no Brasil e no mundo	458
Perspectivas	459
Problemas	463
Conclusões	463
Referências bibliográficas	463

Capítulo 19

Utilização das Passifloraceae na criação de borboletas	467
Introdução	467
O borboletário	468
A escolha de borboletas e de plantas	469
O cultivo	470
Conservação	471
Conclusão	471
Referência bibliográfica	471

Capítulo 20

O maracujá e suas propriedades medicinais - estado da arte	475
Introdução	475
Etnofarmacologia	476
Fitoconstituintes	478
Fitoconstituintes de <i>Passiflora incarnata</i>	479
Alcalóides	480
Fitoconstituintes diversos	481
Fitoconstituintes da <i>Passiflora edulis</i>	481
Glicosídeos	481
Fenóis	482
Alcalóides	482
Outros fitoconstituintes	483
Fitoconstituintes da <i>Passiflora alata</i>	484
Fitoconstituintes presentes em outras espécies de <i>Passiflora</i>	484
Propriedades farmacológicas	488
<i>Passiflora alata</i> , <i>Passiflora caerulea</i> , <i>Passiflora edulis</i> e <i>Passiflora actinia</i>	489
<i>Passiflora incarnata</i>	491
Toxicologia	493

Propriedades do maracujá como alimento funcional	495
Conclusões	496
Referências bibliográficas	496

Capítulo 21

Maracujá no contexto do desenvolvimento e conquistas da produção integrada de frutas no Brasil

509

Introdução	509
Sistema de produção integrada de frutas - PIF	510
Produção integrada de maracujá: normas técnicas específicas	524
Conclusões	529
Referências bibliográficas	530
Anexo	532

Capítulo 22

Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade

559

Introdução	559
Distribuição e biodiversidade	561
Histórico da classificação	562
Identificação e caracterização	563
Definições de espécies e entidades infra-específicas	569
Bancos de germoplasma	576
Conclusões	580
Agradecimentos	580
Referências bibliográficas	580

Capítulo 23

Transformação genética do maracujazeiro para resistência a doenças

589

Introdução	589
Transformação genética	590
Resistência das plantas F1	591
Resistência das plantas F2	593
Conclusões	596
Referências bibliográficas	596

Capítulo 24

Maracujá-doce: melhoramento genético e germoplasma	601
A espécie	602
Biologia floral	604
Propagação	605
Variabilidade genética e estratégia de melhoramento	607
Bancos de germoplasma	612
Conclusões	613
Referências Bibliográficas	613

Capítulo 25

Novas variedades: validação e transferência de tecnologia	619
Introdução	619
A Embrapa Transferência de Tecnologia	622
O programa IAC/Embrapa	624
O Projeto de Transferência de Tecnologia para Novas Cultivares	629
Novas cultivares da Embrapa Cerrados	633
Conclusões	638
Referências Bibliográficas	638

Capítulo 26

Aspectos fitotécnicos: desafios da pesquisa	643
Introdução	643
Aspectos fitotécnicos	644
Propagação	644
<i>Propagação por sementes</i>	644
<i>Propagação vegetativa</i>	645
<i>Estaqueia</i>	645
<i>Enxertia</i>	646
Nutrição e adubação	649
<i>Calagem</i>	649
<i>Adubação</i>	649
<i>Viveiro</i>	650
<i>Campo</i>	650
<i>Localização do adubo</i>	652
<i>Análise foliar</i>	652
<i>Amostragem</i>	652
<i>Preparo da amostra</i>	653
Irrigação	654
<i>Requerimento de água</i>	655
<i>Manejo da irrigação</i>	656
Manejo da cultura	658

Condução	656
<i>Latada ou caramanchão</i>	657
<i>Espaldeira vertical</i>	657
Poda	658
<i>Poda de renovação</i>	660
Polinização e manejo da floração	660
<i>Como fazer a polinização manual</i>	662
Manejo de plantas infestantes	662
<i>Métodos de controle de plantas infestantes</i>	663
Insetos-praga	665
<i>Insetos-praga de maior importância</i>	665
Doenças	666
<i>Doenças causadas por fungos</i>	666
<i>Doenças que ocorrem na parte aérea</i>	666
<i>Doenças que ocorrem no sistema radicular</i>	666
<i>Doenças causadas por bactérias</i>	666
<i>Doenças causadas por vírus</i>	667
Colheita	667
<i>Manejo pós-colheita</i>	668
<i>Controle da maturação</i>	668
Desafios da pesquisa	672
Conclusões	673
Referências bibliográficas	674