



I - História, distribuição e variedades

Capítulo 1 Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil

1 Centros de origem	3
2 Evolução da distribuição geográfica	3
3 História da citricultura no Brasil	6
3.1 Citricultura brasileira antes do século XX	6
3.2 Citricultura brasileira no século XX	6
3.3 Citricultura brasileira no século XXI	12
4 Referências bibliográficas	15

Capítulo 2 Citricultura brasileira: aspectos econômicos

1 Brasil: maior produtor mundial de laranja	21
1.1 Os altos e baixos da citricultura paulista	22
2 Liderança paulista	24
3 Da fruta ao suco	26
3.1 Indústrias de insumos	27
3.2 Produtores	28
3.3 Processadoras	28
3.4 Comerciantes da fruta fresca	29
3.4.1 <i>Packinghouses</i> (barracões)	29
3.4.2 Atacado	30
3.4.3 Plataforma de recepção (grandes redes varejistas)	30
4 Gigantismo brasileiro	30
5 Brasil: um consumidor ainda esquecido	32
6 Futuro da citricultura brasileira	33
7 Agradecimento	34
8 Referências bibliográficas	35

Capítulo 3 Variedades copas

1 Introdução	39
2 Laranjas doces	39
2.1 Pêra	39
2.2 Natal	41
2.3 Valência	41
2.4 Hamlin	42
2.5 Lima, Piralima e Lima Tardia	42
2.6 Bahia e Baianinha	42
2.7 Westin	43
2.8 Rubi	43
2.9 Folha Murcha	43
2.10 Seleção de novas variedades	43
2.10.1 Homossassa	44
2.10.2 João Nunes	44
2.10.3 Seleta Vermelha	44
2.10.4 Mangaratiba	44
2.10.5 Rosa	44





3	Tangerinas	46
3.1	Ponkan	47
3.2	Murcott	47
3.3	Mexerica-do-rio.....	47
3.4	Cravo	48
3.5	Seleção de novas variedades.....	48
3.5.1	Grupo das ponkans.....	48
3.5.2	Grupo das mexericas	49
3.5.3	Variedades sem sementes	49
3.5.4	Outros híbridos.....	50
4	Limões e limas ácidas	51
4.1	Limões	51
4.1.1	Eureka.....	53
4.1.2	Femminello	53
4.1.3	Lisboa	53
4.1.4	Genova	53
4.2	Limas ácidas.....	53
5	Pomelos.....	54
6	Considerações finais	56
7	Referências bibliográficas	57

Capítulo 4 Porta-enxertos

1	Introdução	63
2	O uso dos porta-enxertos.....	63
3	Porta-enxertos no Brasil.....	64
4	Problemas abióticos e bióticos associados à porta-enxertos.....	68
4.1	Seca	68
4.2	Encharcamento.....	68
4.3	Alcalinidade.....	68
4.4	Salinidade.....	68
4.5	Frio.....	69
4.6	Tristeza	69
4.7	Exocorte.....	69
4.8	Xiloporose.....	70
4.9	Galha lenhosa	70
4.10	Declínio dos citros.....	70
4.11	Declínio do citrumelo Swingle	71
4.12	Declínio do <i>Citrus macrophylla</i>	71
4.13	Cristacortis	71
4.14	<i>Citrangle stunt</i>	71
4.15	Morte súbita dos citros (MSC)	71
4.16	Necrose dos <i>Citrus macrophylla</i>	72
4.17	Gomose de <i>Phytophthora</i>	72
4.18	Clorose variegada dos citros	72
4.19	Nematóides.....	72
4.20	Incompatibilidades.....	72
5	Micorrizas	74
6	Porta-enxertos e nutrição mineral	74
7	Práticas associadas à porta-enxertos	75
7.1	Altura da enxertia	75
7.2	Interenxerto	76
7.3	Subenxertia	77
7.4	Sobrenxertia.....	77
7.5	Afrancamento.....	77
8	Características dos porta-enxertos	77





8.1 Laranjas doces [<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck].....	77
8.2 Laranja Azeda (<i>Citrus aurantium</i> L.)	78
8.3 Lima da Pérsia (<i>Citrus limettoides</i> Tanaka)	79
8.4 Limão Cravo (<i>Citrus limonia</i> Osbeck).....	79
8.5 Tangerinas	81
8.5.1 Tangerina Cleópatra (<i>Citrus reshni</i> hort. ex Tanaka).....	81
8.5.2 Tangerina Sunki (<i>Citrus sunki</i> hort. ex Tanaka)	82
8.5.3 Tangerina Oneco (<i>Citrus reticulata</i> Blanco).....	82
8.5.4 Tangerina Sun Chu Sha (<i>Citrus reticulata</i> Blanco).....	82
8.5.5 Tangelo Orlando (<i>Citrus tangerina</i> hort. ex Tanaka x <i>Citrus paradisi</i> Macfad.)	82
8.6 Trifoliatas [<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.].....	83
8.7 Citranges [<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf. x <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck].....	84
8.7.1 Citranges Troyer e Carrizo [<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf. x <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cv. Washington Navel.....	84
8.7.2 Citrange Kuharske.....	84
8.7.3 Citranges C-32 e C-35 [<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf. x <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cv. Ruby	85
8.7.4 Citrange Benton [<i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf. x <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck] cv. Ruby Blood	85
8.8 Citrumelos [<i>Citrus paradisi</i> Macfad. x <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.]	85
8.8.1 Citrumelo Swingle [<i>Citrus paradisi</i> Macfad. cv. Duncan x <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.]	85
8.9 Citrandarins	86
8.9.1 Citrandarin X-639 [<i>Citrus reshni</i> hort. ex Tanaka x <i>Poncirus trifoliata</i> (L.) Raf.].....	86
8.10 Limão Volkameriano (<i>Citrus volkameriana</i> V. Ten & Pasq.)	86
8.11 Alemow (<i>Citrus macrophylla</i> Wester).....	87
8.12 Limão Rugoso (<i>Citrus jambhiri</i> Lush.)	87
8.13 Pomelos, toranjas e assemelhados.....	88
8.14 Outros porta-enxertos	88
9 Porta-enxertos naníscantes	88
10 Certificação genética de porta-enxertos	89
11 Melhoamento de porta-enxertos	90
12 Porta-enxertos em outros países	91
12.1 Estados Unidos	91
12.2 China	92
12.3 México.....	92
12.4 Espanha.....	93
13 Demandas futuras	93
14 Referências bibliográficas	94

II - Botânica, desenvolvimento e genética

Capítulo 5 Morfologia dos citros

1 Introdução	107
2 Desenvolvimento do vegetal	107
3 Raiz	108
3.1 Morfologia externa	108
3.2 Morfologia interna.....	108
3.2.1 Estrutura primária	108
3.2.2. Estrutura secundária	109
4 Diferenças na estrutura do caule e da raiz	110
5 Caule	110
5.1 Morfologia externa	110
5.2 Morfologia interna.....	111
5.2.1 Estrutura primária	111
5.2.2 Estrutura secundária	112
6 Folha	114
6.1 Morfologia externa	114





6.2 Morfologia interna.....	114
7 Flores.....	116
8 Pólen.....	118
9 Frutos.....	118
10 Semente.....	121
11 Referências bibliográficas.....	122

Capítulo 6 Taxonomia dos citros

1 Introdução.....	127
2 Sistemas de classificação.....	127
2.1 <i>Citrus medica</i> L.....	128
2.2 <i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck [= <i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr., segundo Swingle & Reece, 1967].....	128
2.3 <i>Citrus reticulata</i> Blanco.....	128
3 Caracterização morfológica.....	128
3.1 Família Rutaceae Juss.....	128
3.2 Rutaceae Juss. subfam. Aurantioideae Horan., Char. Ess. Reg. Veg.: 203.1847.....	129
3.3 Tribo Citreae Meissner.....	129
3.4 Subtribo Citrinae.....	130
3.5 <i>Citrus</i> L. Sp. Pl. 2: 782.1753.....	130
4 Relações filogenéticas na subfamília Aurantioideae.....	130
4.1 Subfamília Aurantioideae.....	130
4.2 Subtribo Citrinae: taxonomia e filogenia.....	132
4.3 Grupo Subtribal - "árvores de citros verdadeiros" - Grupo C.....	134
5. Relações filogenéticas entre representantes de <i>Citrus</i> sensu Swingle & Reece (1967).....	134
5.1 Filogenia inferida a partir de dados controlados pelo núcleo celular.....	135
5.2 Filogenia inferida com base em dados de origem citoplasmática.....	135
6 Diversidade genética de <i>Citrus</i>	136
7 Origem genética de "espécies" comerciais de citros.....	137
7.1 <i>Citrus limon</i> Burm. f.....	137
7.2 <i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle.....	140
7.3 <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.....	140
7.4 <i>Citrus aurantium</i> L.....	140
7.5 <i>Citrus limettioides</i> Tanaka.....	140
7.6 <i>Citrus jambhiri</i> Lush.....	140
7.7 <i>Citrus limonia</i> Osbeck.....	140
7.8 <i>Citrus volkameriana</i> V. Ten & Pasq.....	140
7.9 <i>Citrus paradisi</i> Macfad.....	141
8 Conclusões.....	141
9 Agradecimentos.....	142
10 Referências bibliográficas.....	143

Capítulo 7 Fisiologia dos citros

1 Introdução.....	149
2 Desenvolvimento vegetativo.....	149
2.1 Germinação.....	149
2.2 A planta juvenil.....	149
2.3 Caule.....	150
2.4 Folha.....	150
2.5 O sistema radicular.....	152
3 Desenvolvimento reprodutivo: floração.....	154
3.1 Desenvolvimento dos ramos vegetativos e reprodutivos.....	154
3.2 Etapas do florescimento.....	155
3.2.1 Indução floral.....	156
3.2.2 Evocação.....	156





3.2.3 Iniciação floral	156
3.2.4 Morfogênese da inflorescência e antese	157
3.3 Fatores que afetam a floração	157
3.3.1 Fotoperíodo	157
3.3.2 Temperatura	157
3.3.3 Déficit hídrico	158
3.3.4 Controle hormonal	159
3.3.5 Nitrogênio	160
3.3.6 Carboidratos	160
3.3.7 Folhas	160
3.3.8 Frutos	161
4 Desenvolvimento reprodutivo: frutificação	161
4.1 Crescimento e desenvolvimento dos frutos	161
4.2 Fatores que influenciam o desenvolvimento dos frutos	162
4.2.1 Tipo de inflorescência e área foliar	162
4.2.2 Número de flores	163
4.2.3 Número de frutos	163
4.2.4 Carboidratos	163
4.2.5 Fatores hormonais	164
4.3 Abscisão	164
4.4 Maturação do fruto	165
5 Fotossíntese, crescimento e produtividade dos citros	166
5.1 Conceitos	166
5.2 Trocas gasosas, assimilação de carbono, transpiração e condutância estomática	168
5.3 Fatores que afetam a fotossíntese	171
5.3.1 Luz	171
5.3.2 Temperatura	172
5.3.3 Potencial de água nas folhas, potencial osmótico e conteúdo relativo de água	173
5.3.4 Fotoinibição	175
5.3.5 Umidade atmosférica	176
5.4 Variação sazonal da taxa de fotossíntese	178
5.5 Nutrição mineral	178
5.6 Efeito dos estresses ambientais	178
5.6.1 Deficiência hídrica	178
5.6.2 Estresse por alagamento ou inundação	180
5.6.3 Estresse salino	181
5.7 Porta-enxertos	181
5.7.1 Porta-enxertos e tolerância à deficiência hídrica	182
5.7.2 Arquitetura radicular e tolerância à deficiência hídrica	183
5.7.3 Porta-enxertos e tolerância ao estresse salino	183
5.7.4 Porta-enxertos e tolerância ao estresse por inundação	183
6 Referências bibliográficas	184

Capítulo 8 Nutrição mineral

1 Introdução	199
2 Formação da produção	200
2.1 Fotossíntese e alocação de carbono	200
2.2 Funções dos nutrientes minerais na formação da produção	201
2.2.1 Macronutrientes	203
2.2.2 Micronutrientes	206
3 Absorção foliar de nutrientes	208
4 Estado nutricional	209
4.1 Distúrbios nutricionais: diagnose visual	209
4.2 Análise química das folhas	210
4.3 Análise bioquímica das folhas	214





5 Referências bibliográficas	216
------------------------------------	-----

Capítulo 9 Genética, melhoramento e biotecnologia de citros

1 Introdução	223
2 Origem, distribuição e sistemática	224
3 Espécies, variedades, híbridos e germoplasma	226
3.1 Híbridos	228
3.2 Banco ativo de germoplasma (BAG)	229
4 Biologia da reprodução	231
4.1 Sistema de reprodução	231
4.2 Incompatibilidade e esterilidade	232
4.3 Ploidia	234
4.4 Apomixia	235
4.5 Poliembria	236
4.6 Juvenildade	238
4.7 Heterozigosidade	239
5 Estratégias de melhoramento de citros	239
5.1 Hibridação sexual	239
5.1.1 Estrutura floral	240
5.1.2 Armazenamento e viabilidade do pólen	240
5.1.3 Métodos de hibridação	240
5.1.4 Seleção dos embriões zigóticos	241
5.1.5 Fatores ambientais que afetam a hibridação	243
5.2 Hibridação somática	243
6 Mutações somáticas	246
6.1 Quimera	247
6.2 Indução de mutação	248
7 Mapeamento genético	249
8 Resistência à fatores bióticos	255
9 Resistência à fatores abióticos	259
10 Transgênicos	260
11 Genoma	262
12 Conclusões e perspectivas	263
13 Referências bibliográficas	264

III - Tecnologia de produção

Capítulo 10 Produção de material básico e propagação

1 Introdução	281
2 Produção de material básico de citros	281
2.1 Programas de plantas matrizes do Estado de São Paulo	281
2.2 Estabelecimento e manejo de plantas matrizes e borbulheiras em ambiente protegido	282
2.2.1 Estabelecimento e manejo de matrizes e borbulheiras em um programa ideal	283
2.2.2 Estabelecimento e manejo de matrizes e borbulheiras a partir de material de campo	290
2.3 Coleta e processamento dos ramos porta-borbulhas	293
2.4 Armazenamento de borbulhas	293
2.5 Matrizes de variedades porta-enxerto	294
3 Propagação e produção de mudas de citros	294
3.1 Propagação por sementes	294
3.2 Enraizamento de estacas	294
3.3 Micropropagação	295
3.4 Enxertia	296
3.5 Sistema tradicional de produção de mudas x sistema protegido	296





3.6 Estabelecimento e manejo de viveiros em ambiente protegido	297
3.6.1 Muda de citros x muda certificada de citros	297
3.6.2 Equipamentos e instalações	297
3.6.3 Sementeira	297
3.6.4 Fase de viveiro	303
3.6.5 Transporte, recebimento e plantio de mudas no campo	307
3.6.6 Custos de produção da muda telada	308
3.6.7 Aspectos econômicos da utilização de mudas produzidas em telado	309
4 Referências bibliográficas	311

Capítulo 11 Agrometeorologia dos citros

1 Introdução	319
2 Regiões produtoras de citros no mundo e no Brasil	319
3 Fenologia dos citros	327
3.1 Indução floral	328
3.2 Repouso vegetativo	328
3.3 Florescimento (antese)	328
3.4 Fixação do fruto	329
3.5 Crescimento e maturação dos frutos	329
4 Exigências climáticas dos citros	330
4.1 Radiação solar	330
4.2 Temperatura do ar e do solo	330
4.3 Chuva	332
4.4 Umidade do ar	333
4.5 Velocidade do vento	334
5 Fatores adversos à produção dos citros	334
5.1 Geadas	334
5.2 Vento	335
6 Aptidão e zoneamento climáticos dos citros	336
7 Necessidade hídricas e irrigação dos citros	336
8 Modelos agrometeorológicos de estimativa do rendimento e qualidade de frutos dos citros	337
9 Graus-dia, desenvolvimento e épocas de maturação dos citros	339
10 Referências bibliográficas	341

Capítulo 12 Manejo do solo sob citros

1 Introdução	347
2 Origem e constituição do solo	347
3 Solos para a citricultura	351
3.1 Limitações e qualidades dos solos para citricultura	352
4 Manejo e conservação do solo e da água	361
4.1 Erosão e compactação	361
5 Controle do mato e degradação do solo	363
5.1 Os benefícios da cobertura vegetal	364
6 Referências bibliográficas	368

Capítulo 13 Irrigação

1 Irrigação e produtividade	371
1.1 Histórico	371
1.2 Potencialidade dos pomares para irrigação	371
1.3 Resultados de pomares irrigados	372
2 Métodos de irrigação	373
2.1 Histórico	373
2.2 Sistemas de irrigação, vantagens e limitações	373





2.2.1 Irrigação por superfície.....	373
2.2.2 Irrigação por aspersão	374
2.2.3 Irrigação localizada	374
3 Relações hídricas, déficit hídrico e florescimento	377
4 Necessidades hídricas dos citros	379
5 Manejo das irrigações.....	380
5.1 Manejo da água via planta	381
5.2 Manejo da água via solo	383
5.2.1 Lâmina de irrigação	383
5.2.2 Sistema radicular	384
5.2.3 Fator de consumo de água ou fator de depleção "F"	384
5.2.4 Umidade do solo no dia i (θ_i) e potencial de água crítico para a cultura	385
5.2.5 Técnica de manejo da água no solo e instrumental	386
5.3 Manejo da água via clima.....	388
5.3.1 Estimativa da evapotranspiração de referência (Eto)	389
5.3.2 Coeficiente de cultura (Kc).....	390
5.4 Manejo das irrigações pela associação de métodos	395
5.5 Exemplo prático de manejo da irrigação	396
5.5.1 Planejamento do manejo da água	396
5.5.2 Monitoramento da água	396
5.5.3 Avaliação do manejo da água	397
6 Fertirrigação.....	398
6.1 Introdução.....	398
6.2 Adoção da fertirrigação.....	398
6.3 Qualidade da água	398
6.4 Principais problemas e etapas	399
6.5 Programa de monitoramento	399
6.6 Fertilizantes	400
6.7 Condução da copa	401
6.8 Análise foliar.....	401
6.9 Análise de solo, calagem e adubação	401
6.10 Manejo e limpeza.....	401
6.11 Considerações finais sobre fertirrigação	402
7 Legislação e uso dos recursos hídricos	402
8 Referências bibliográficas	404

Capítulo 14 Planejamento e implantação do pomar cítrico

1 Introdução	411
2 Planejamento	411
2.1 Escolha da área.....	411
2.2 Escolha da combinação copa e porta-enxerto.....	411
2.3 Densidade de plantio e espaçamento	412
3 Implantação.....	418
3.1 Preparo do solo	418
3.2 Talhões	419
3.2.1 Distribuição dos talhões	419
3.2.2 Dimensões dos talhões	419
3.3 Sistema de plantio	420
3.4 Plantio	421
4 Referências bibliográficas	424

Capítulo 15 Mecanização em citros

1 Introdução	431
--------------------	-----





2 Operações mecanizadas na cultura dos citros	431
2.1 Classificação das operações mecanizadas	431
2.1.1 Implantação do pomar	431
2.1.2 Replanteio	433
2.1.3 Condução do pomar	434
2.2 Cronograma de tratos culturais	434
2.3 Dimensionamento de tratores	435
2.4 Dimensionamento de implementos	438
2.5 Operações mecanizadas nos tratos culturais	439
2.5.1 Controle de pragas e doenças	439
2.5.2 Controle de plantas invasoras	440
2.5.3 Aplicação de fertilizantes e corretivos	441
2.5.4 Colheita mecanizada dos citros	441
2.5.5 Carregamento mecanizado da colheita de citros	442
2.5.6 Poda mecanizada	443
3 Depreciação de tratores e implementos	443
4 Manutenção e treinamento	445
4.1 Manutenção	445
4.2 Treinamento	446
5 Referências bibliográficas	447

Capítulo 16 Práticas culturais

1 Introdução	451
2 Manejo do mato	451
2.1 Principais plantas infestantes que ocorrem em citros	451
2.2 Aspectos a considerar antes de definir um programa de controle de plantas infestantes em citros	452
2.2.1 Período crítico de interferência	452
2.2.2 Efeito das coberturas vegetais sobre a incidência de plantas infestantes - alelopatia	452
2.3 Contribuição das plantas nativas e adubos verdes na fertilidade do solo	454
2.4 Influência do controle do mato no sistema radicular dos citros	456
2.5 Influência do método de controle do mato nas propriedades físicas do solo	458
2.6 Controle do mato e os efeitos biológicos no solo	460
2.7 Controle do mato e produtividade dos citros	461
3 Coberturas vegetais em citros	462
3.1 Quando e como plantar as coberturas vegetais	462
3.2 Manejo de coberturas vegetais	463
3.3 Culturas intercalares	464
4 Controle químico de plantas daninhas na citricultura	465
4.1 Seletividade	465
4.2 Herbicidas aplicados em pré-emergência em pomares adultos	466
4.3 Herbicidas aplicados em pós-emergência em pomares adultos	466
4.4 Rentabilidade do controle integrado do mato	467
5 Desbaste de frutos em tangerineiras	468
5.1 Desbaste manual	468
5.2 Desbaste químico	469
5.3 Época e periodicidade de desbaste	470
5.4 Poda e anelamento com objetivo de desbaste de frutos	471
6 Poda em citros	471
6.1 Poda de formação	472
6.2 Poda de condução	472
6.3 Poda de limpeza	473
6.4 Poda de redução de copa	473
6.5 Poda de rejuvenescimento	474
7 Referências bibliográficas	475





Capítulo 17 Manejo da fertilidade do solo na citricultura

1	Introdução	485
2	Diagnóstico da fertilidade do solo	486
2.1	Análise de solo	486
2.2	Análise de folhas	487
3	Calagem	489
4	Manejo da adubação	491
4.1	Adubação de plantio e de formação	491
4.2	Adubação de produção	492
4.2.1	Nitrogênio	492
4.2.2	Eficiência da adubação nitrogenada	493
4.2.3	Fósforo	496
4.2.4	Eficiência da adubação fosfatada	497
4.2.5	Potássio	498
4.2.6	Eficiência da adubação potássica	499
4.3	Tabelas de recomendação da adubação para pomares em produção	500
4.4	Adubação com micronutrientes	501
5	Referências bibliográficas	504

IV - Fitossanidade

Capítulo 18 Fungos, procariotos e doenças abióticas

1	Introdução	511
2	Doenças em órgãos de reserva	511
2.1	Verrugose: <i>Elsinoë</i> spp. (teleomórfico) - <i>Sphaceloma</i> spp. (anamórfico)	511
2.1.1	Etiologia	511
2.1.2	Hospedeiros e sintomas	512
2.1.3	Epidemiologia	513
2.2	Melanose: <i>Diaporthe citri</i> Wolf (teleomórfico) - <i>Phomopsis citri</i> Fawcett (anamórfico)	513
2.2.1	Etiologia	513
2.2.2	Hospedeiros e sintomas	514
2.2.3	Epidemiologia	514
2.3	Mancha preta: <i>Guignardia citricarpa</i> Kiely (teleomórfico) - <i>Phyllostica citricarpa</i> (McAlp.) van der A.A. (anamórfico)	514
2.3.1	Etiologia	514
2.3.2	Hospedeiros e sintomas	515
2.3.3	Epidemiologia	515
2.4	Podridão de alternária: <i>Alternaria alternata</i> (Fr.:Fr.) Keissl.	517
2.4.1	Etiologia	517
2.4.2	Hospedeiros e sintomas	517
2.4.3	Epidemiologia	517
2.5	Podridão floral: <i>Colletotrichum acutatum</i> Simmonds	517
2.5.1	Etiologia	517
2.5.2	Hospedeiros e sintomas	518
2.5.3	Epidemiologia	518
2.6	Bolores de <i>Penicillium</i>	519
2.7	Bolor verde: <i>Penicillium digitatum</i> (Pers.:Fr.) Sacc.	519
2.7.1	Etiologia	520
2.7.2	Hospedeiros e sintomas	520
2.7.3	Epidemiologia	520
2.8	Bolor azul: <i>Penicillium italicum</i> Wehmer	522
2.8.1	Etiologia	522
2.8.2	Hospedeiros e sintomas	522
2.8.3	Epidemiologia	523





2.9 Podridão de <i>Penicillium ulaiense</i> : <i>Penicillium ulaiense</i> Hsieh, Su & Tzean	523
2.9.1 Etiologia	523
2.9.2 Hospedeiros e sintomas	523
2.9.3 Epidemiologia	523
2.10 Podridão peduncular	523
2.10.1 Etiologia	524
2.10.2 Hospedeiros e sintomas	524
2.10.3 Epidemiologia	524
2.11 Podridão negra: <i>Alternaria citri</i> Ellis & N. Pierce in N Pierce	524
2.11.1 Etiologia	524
2.11.2 Hospedeiros e sintomas	525
2.11.3 Epidemiologia	525
2.12 Podridão azeda	526
2.12.1 Etiologia	526
2.12.2 Hospedeiros e sintomas	526
2.12.3 Epidemiologia	526
2.13 Podridão parda: <i>Phytophthora</i> spp.	527
2.13.1 Etiologia	527
2.13.2 Hospedeiros e sintomas	527
2.13.3 Epidemiologia	527
2.14 Antracnose: <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Penz. et Sacc.	527
2.14.1 Etiologia	528
2.14.2 Hospedeiros e sintomas	528
2.14.3 Epidemiologia	528
2.15 Bolor cinza: <i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Fr.	528
2.16 Podridão de <i>Aspergillus</i> : <i>Aspergillus</i> spp.	528
2.17 Podridão de <i>Dothiorella</i> : <i>Dothiorella gregaria</i> Sacc.	528
2.18 Podridão de <i>Trichoderma</i> : <i>Trichoderma viride</i> Pers. ex Gray	528
3 Danos em tecidos jovens	529
3.1 Albinismo: <i>Alternaria tenuis</i> Nees.	529
3.2 Mofo cinzento: <i>Botrytis cinerea</i> Pers. ex Fr.	529
3.3 Tombamento: <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn	530
4 Podridões de colo e raízes	530
4.1 Gomose: <i>Phytophthora</i> spp.	530
4.1.1 Etiologia	530
4.1.2 Hospedeiros e sintomas	531
4.1.3 Epidemiologia	531
4.2 Podridão de <i>Rosellinia</i> : <i>Rosellinia</i> spp.	531
5 Doenças vasculares	532
5.1 Clorose variegada dos citros: <i>Xylella fastidiosa</i> Wells et al.	532
5.1.1 Etiologia	532
5.1.2 Hospedeiros e sintomas	534
5.1.3 Epidemiologia	536
5.2 Rubelose: <i>Erythricium salmonicolor</i> (Berk. & Br.) Burdsall = <i>Corticium salmonicolor</i> (Berk. & Br.) (teleomórfico) - Necator decretus Masee (anamórfico)	539
5.2.1 Etiologia	539
5.2.2 Hospedeiros e sintomas	539
5.2.3 Epidemiologia	540
5.3 <i>Mal secco</i> : <i>Phoma tracheiphila</i> (Petri) Kantsch. & Gik.	540
5.4 Declínio: patógeno desconhecido	540
5.4.1 Etiologia	540
5.4.2 Hospedeiros e sintomas	541
6 Doenças que afetam a fotossíntese	541
6.1 Cancro cítrico: <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>citri</i> Vauterin et al.	541
6.1.1 Etiologia	542
6.1.2 Hospedeiros e sintomas	543





6.1.3 Epidemiologia.....	543
6.2 Mancha graxa: <i>Mycosphaerella citri</i> Whiteside (teleomórfico) - <i>Stenella citri-grisea</i> (Fischer) Sivanesan (anamórfico)	545
6.2.1 Etiologia	545
6.2.2 Hospedeiros e sintomas	546
6.2.3 Epidemiologia.....	546
6.3 Mancha marrom de alternária: <i>Alternaria alternata</i> (Fr.:Fr.) Keissl.	546
6.4 Mancha foliar de alternária: <i>Alternaria citri</i> Ellis & N. Pierce in N. Pierce	547
6.5 Antracnose: <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz.) Sacc.	547
6.6 Antracnose da lima ácida Galego: <i>Gloeosporium limetticola</i> Clausen	547
6.7 Fumagina: <i>Capnodium citri</i> Berk. & Desm.....	548
6.8 Mancha areolada: <i>Pellicularia filamentosa</i> (Pat.) Rogers	549
6.9 Escaldadura e pinta preta: <i>Pseudomonas syringae</i> van Hall	549
6.10 Oídios: <i>Acrosporium tingitaninum</i> (C.N. Cartes) Subram	549
6.11 Crescimento de alga: <i>Cephaleuros virescens</i> Kunze	549
7 Doenças que alteram o uso de fotossintatos.....	550
7.1 <i>Huanglongbing</i> (HLB) ou <i>ex-greening</i> : <i>Candidatus Liberibacter</i> spp.	550
7.1.1 Etiologia	550
7.1.2 Hospedeiros e sintomas	550
7.1.3 Epidemiologia.....	552
7.1.4 Descrição do HLB no Estado de São Paulo	552
7.2 <i>Stubborn</i> : <i>Spiroplasma citri</i> Saglio et al.	552
7.2.1 Etiologia	553
7.2.2 Hospedeiros e sintomas	553
7.2.3 Epidemiologia.....	554
7.3 Galhas: <i>Agrobacterium tumefaciens</i> e <i>Sphaeropsis tumefaciens</i>	554
8 Outras doenças	554
8.1 Plantas parasíticas	554
8.2 Camurça: <i>Septobasidium</i> spp.	554
8.3 Fuligem: <i>Stomiopeltis citri</i> Bitancourt.....	555
9 Toxemias	556
9.1 Falso exantema	556
9.2 Ferrugem	556
9.3 Encarquilhamento de ramos novos.....	556
10 Doenças abióticas	556
10.1 Encrespamento	556
10.2 Podridão estilar	557
10.3 Oleocelosis.....	557
10.4 Danos pelo frio.....	557
11 Referências bibliográficas	558

Capítulo 19 Doenças de citros causadas por vírus e viróides

1 Introdução	569
2 A tristeza dos citros	569
2.1 Histórico	569
2.2 Transmissão e epidemiologia.....	570
2.3 Hospedeiros e sintomas	570
2.4 Amarelecimento do pé franco.....	570
2.5 A tristeza de Capão Bonito.....	571
2.6 Estrutura, organização e expressão gênica do CTV	572
2.7 Detecção e diferenciação de isolados do CTV	573
2.8 Controle.....	575
2.9 Considerações gerais	575
3 Leprose dos citros.....	576
3.1 Histórico	576
3.2 Hospedeiros e sintomas	576





3.3 Etiologia	577
3.4 Controle	578
4 Sorose	580
4.1 Histórico	580
4.2 Transmissão e epidemiologia	581
4.3 Hospedeiros e sintomas	581
4.4 Etiologia e organização genômica	582
4.5 Detecção	583
4.6 Controle	583
5 Galhas lenhosas ou enação-da-folha	584
5.1 Histórico	584
5.2 Transmissão e epidemiologia	584
5.3 Etiologia, hospedeiros e sintomas	584
5.4 Detecção	584
5.5 Controle	585
6 <i>Cristacortis</i>	585
7 Doenças de citros causadas por viróides	585
7.1 Exocorte	585
7.1.1 Hospedeiros e sintomas	586
7.1.2 Etiologia	586
7.1.3 Diagnóstico	587
7.2 Cachexia ou xiloporose	588
7.2.1 Hospedeiros e sintomas	588
7.2.2 Etiologia	589
7.2.3 Diagnóstico	589
7.3 Outros viróides de citros	589
7.4 Outras doenças associadas à etiologia viroidal	589
7.5 Controle de viróides	590
7.6 A utilização de viróides como agentes nanicantes	590
8 Morte súbita dos citros	590
8.1 Histórico	590
8.2 Hospedeiros e sintomas	591
8.3 Transmissão e epidemiologia	592
8.4 Etiologia	592
8.5 Possibilidade de controle	594
8.5.1 Uso de porta-enxertos alternativos	594
8.5.2 Subenxertia com porta-enxertos alternativos	594
8.5.3 Interplântio ou renovação parcial de pomares adultos	594
9 Doenças ainda não detectadas no Brasil	594
9.1 <i>Impietratura</i>	594
9.2 <i>Satsuma dwarf</i>	594
9.3 <i>Tatterleaf</i>	595
10 Referências bibliográficas	596

Capítulo 20 Nematóides dos citros

1 Introdução	607
2 Nematóides-chave dos citros no Brasil	607
2.1 <i>Tylenchulus semipenetrans</i> Cobb	607
2.1.1 Breve histórico e distribuição	607
2.1.2 Importância econômica	608
2.1.3 Aspectos morfológicos e biológicos	608
2.1.4 Ocorrência de raças fisiológicas	610
2.1.5 Posição sistemática (Mai et al., 1996)	610
2.1.6 Sintomas	610
2.1.7 Associações com outros patógenos	611





2.2 <i>Pratylenchus jaehni</i> Inserra et al.	612
2.2.1 Breve histórico e distribuição	612
2.2.2 Importância econômica	612
2.3 Taxonomia das espécies mais comuns de <i>Pratylenchus</i> que ocorrem no Brasil com ênfase na distinção de <i>P. jaehni</i> de outras espécies	613
2.3.1 Chave para as espécies mais comuns de <i>Pratylenchus</i> , que ocorrem no Brasil	614
2.3.2 Súmula biológica	619
2.3.3 Posição sistemática (Mai et al., 1996)	620
2.3.4 Sintomas	620
3 Manejo dos nematóides dos citros	622
4 Resistência	624
5 Nematóides de importância econômica para os citros em outras regiões do mundo	624
6 Referências bibliográficas	625

Capítulo 21 Manejo integrado de doenças de citros

1 Princípios gerais de controle de doenças de plantas	631
2 Classificação de doenças de plantas	631
3 Princípios de controle em função do grupo de doenças de citros	632
4 Manejo integrado de doenças dos citros no Brasil	634
4.1 Seleção de combinações varietais	634
4.2 Material de propagação sadio	637
4.3 Utilização de mudas saudáveis	638
4.4 Seleção de áreas para plantio	640
4.5 Rotação de culturas	640
4.6 Práticas de conservação do solo	641
4.7 Preparo do solo	641
4.8 Adubação orgânica e mineral	642
4.9 Quebra-ventos	643
4.10 Cuidados durante o plantio	644
4.11 Prevenção contra ferimentos	644
4.12 Sanitização anual preventiva	645
4.13 Manejo de plantas concorrentes	646
4.14 Cuidados com a irrigação	646
4.15 Inspeções, erradicações e replantios	647
4.16 Controle químico	649
4.17 Outras medidas fitossanitárias	651
5 Referências bibliográficas	652
6 Referências consultadas	652

Capítulo 22 Biologia de insetos-praga e vetores

1 Introdução	657
2 Pragas mais importantes	657
2.1 Pragas de frutos	657
2.2.1 Moscas-das-frutas	657
2.2.2 Bicho-furão: <i>Ecdytolopha aurantiana</i> (Lima) (Lepidoptera: Tortricidae)	660
2.2 Pragas das brotações	664
2.2.1 Cigarrinhas	664
2.2.2 Afídeos	668
2.2.3 Minador-dos-citros: <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton (Lepidoptera: Gracilariidae)	669
2.2.4 Psilídeo: <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama	672
2.3 Pragas de folhas, frutos e raízes	673
2.3.1 Cochonilhas	673
2.4 Pragas de ramos e troncos	676
2.4.1 Coleobrocas	676





2.5 Pragas de raízes e folhas	678
2.5.1 Curculionídeos das raízes	678
3 Agradecimentos.....	682
4 Referências bibliográficas	683

Capítulo 23 Ácaros fitófagos dos citros

1 Introdução	691
2 Família Eriophyidae	691
2.1 <i>Aceria sheldoni</i> (Ewing): ácaro das gemas	691
2.2 <i>Aculops pelekassi</i> (Keifer): Pink citrus rust mite	696
2.3 <i>Calacarus citrifolii</i> Keifer: Citrus grey mite	696
2.4 <i>Cosella fleshneri</i> (Keifer).....	697
2.5 <i>Diptilomiopus assamica</i> Keifer: Citrus leaf vagrant.....	697
2.6 <i>Phyllocoptruta oleivora</i> (Ashmead): ácaro da falsa ferrugem	697
2.7 <i>Tegolophus australis</i> Keifer: Brown citrus rust mite	701
2.8 <i>Tegolophus brunneus</i> Flechtmann: ácaro marrom da ferrugem dos citros	701
3. Família Tarsonemidae	701
3.1 <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks): ácaro branco ou ácaro do prateamento	701
4 Família Tenuipalpidae	702
4.1 <i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes): ácaro plano, vetor do vírus da leprose dos citros	702
5 Família Tetranychidae	707
5.1 <i>Eotetranychus sexmaculatus</i> (Riley): Six-spotted mite	708
5.2 <i>Eutetranychus banksi</i> (McGregor): ácaro texano	708
5.3 <i>Panonychus citri</i> (McGregor): ácaro purpúreo.....	709
5.4 <i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval): ácaro rosado.....	711
5.5 <i>Tetranychus mexicanus</i> (McGregor): ácaro mexicano	712
5.6 <i>Tetranychus urticae</i> Koch: ácaro rajado	712
5.7 <i>Aponychus chiavegato</i> Feres & Flechtmann: ácaro amarelo-alaranjado	713
6 Família Tydeidae.....	714
6.1 <i>Lorrya formosa</i> (Cooreman).....	714
6.2 <i>Pseudolorrya mumai</i> (Baker) e <i>Parapronematus acaciae</i> Baker	715
7 Considerações finais	716
8 Agradecimentos.....	717
9 Referências bibliográficas	718

Capítulo 24 Manejo integrado de pragas dos citros

1 Introdução	731
2 Efeitos colaterais dos agroquímicos	731
3 Conceitos	733
4 Táticas de manejo integrado de pragas dos citros	734
4.1 Seleção de pragas e inimigos naturais-chaves	734
4.2 Amostragem, nível de dano econômico e níveis de ação	735
4.2.1 Amostragem	735
4.2.2 Nível de dano econômico	735
4.2.3 Nível de ação	735
4.3 Controle biológico das pragas de citros.....	737
4.3.1 Controle biológico natural (conservação)	740
4.3.2 Controle biológico clássico e aplicado	741
4.4 Seletividade de agroquímicos aos inimigos naturais e pragas dos citros	751
4.4.1 Conceitos.....	752
4.4.2 Seletividade de agroquímicos aos ácaros predadores de pragas	753
4.4.3 Seletividade de agroquímicos à joaninhas.....	756
4.4.4 Seletividade de agroquímicos aos crisopídeos, aranhas, parasitóides e <i>Ageniaspis citricola</i>	756
4.4.5 Seletividade de agroquímicos aos fungos entomopatogênicos.....	760





4.5 Seletividade ecológica do pomar	760
4.5.1 Controle de ácaros	762
4.5.2 Controle de mosca-das-frutas: <i>Anastrepha</i> spp. e <i>Ceratitis capitata</i>	762
4.5.3 Controle de cigarrinhas	762
4.6 Manejo ambiental	763
5 Considerações finais	763
6 Referências bibliográficas	765

Capítulo 25 Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em citros

1 Introdução	771
2 Conceitos	771
2.1 Classificação da pulverização	771
2.2 fatores que interferem na pulverização	772
2.2.1 Definição do alvo biológico e químico	772
2.2.2 Características do produto	773
2.2.3 Momento da aplicação	773
2.2.4 Condições ambientais	773
2.2.5 Equipamento de aplicação	775
2.3 Cobertura do alvo e sua avaliação	775
3 Equipamentos de pulverização	776
3.1 Características básicas	776
3.1.1 Depósito	776
3.1.2 Registro	776
3.1.3 Filtros	777
3.1.4 Bomba	778
3.1.5 Câmara de compressão	778
3.1.6 Regulador de pressão	778
3.1.7 Manômetro	779
3.1.8 Controladores de fluxo	780
3.1.9 Barra de pulverização	780
3.1.10 Sistemas de agitação da calda	780
3.1.11 Bico de pulverização	781
3.2 Características específicas	782
3.2.1 Pulverizadores costais manuais	782
3.2.2 Pulverizadores de barras	783
3.2.3 Pulverizadores de pistolas	784
3.2.4 Turbopulverizadores	784
3.3 Regulagem de pulverizadores	786
3.3.1 Costais manuais	786
3.3.2 Pulverizadores de barras	787
3.3.3 Pulverizadores de pistolas	787
3.3.4 Turbopulverizadores	788
3.4 Calibração de pulverizadores	789
3.4.1 Determinação do volume de pulverização	789
3.4.2 Determinação da quantidade de produto a ser colocada no tanque	791
4 Segurança na aplicação de produtos fitossanitários	791
4.1 Controle de risco na fonte	792
4.2 Controle de risco na trajetória	792
4.3 Controle do risco mediante medidas no indivíduo	792
5 Conclusão	795
6 Referências bibliográficas	795
7 Referências consultadas	796





V - Qualidade, colheita e processamento

Capítulo 26 Colheita e qualidade do fruto

1	Introdução.....	801
2	Planejamento técnico da colheita.....	801
2.1	Maturação do fruto e qualidade como critérios para a colheita.....	801
2.2	Amostragem de frutos.....	803
2.3	Medidas para o monitoramento da maturação.....	804
2.4	Efeitos de safras nas medidas de maturação.....	804
2.5	Regiões de produção.....	806
2.6	Características dos principais cultivares de laranja.....	806
2.7	Cor da casca ou aspecto externo dos frutos como indicador para colheita.....	808
2.8	Outros fatores afetando a maturação e a época de colheita.....	808
2.8.1	Pragas e doenças.....	808
2.8.2	Nutrição do pomar.....	809
2.8.3	Fitorreguladores.....	809
2.8.4	Irrigação.....	809
3	Programação da colheita.....	809
4	Operação da colheita.....	810
4.1	Métodos utilizados na colheita e carregamento.....	810
4.2	Colheita e carregamento manual.....	811
4.3	Colheita manual e carregamento mecanizado.....	811
4.4	Colheita mecanizada.....	812
4.5	Material de colheita.....	814
4.6	Qualidade do fruto para a produção de suco.....	814
4.7	Equipe de colheita.....	816
4.8	Preparativos para a colheita na propriedade citrícola.....	817
5	Custos da colheita, carregamento e transporte.....	819
6	Referências bibliográficas.....	821

Capítulo 27 Beneficiamento e comercialização de frutos *in natura*

1	Introdução.....	825
2	Normas de classificação.....	825
2.1	Primeira etapa: levantamento para construção de proposta de norma.....	826
2.1.1	Entendendo o consumo.....	826
2.1.2	Codificação do produto.....	828
2.2	Segunda etapa: formação do grupo de trabalho de citros.....	828
2.3	Terceira etapa: proposta final da norma de classificação.....	828
2.4	Quarta etapa: aprovação da Câmara Setorial de Frutas da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.....	831
2.5	Quinta etapa: lançamento de cartilhas ilustradas das normas.....	831
2.6	Sexta etapa: consulta pública dos regulamentos técnicos de identidade e qualidade de laranja, lima ácida e tangerina pelo MAPA.....	831
2.7	Sétima etapa: lançamento das normas oficiais do MAPA.....	831
3	Embalagem.....	833
4	Custo da embalagem.....	835
5	Considerações finais.....	835
6	Referências bibliográficas.....	837
7	Referências consultadas.....	837

Capítulo 28 Produção industrial de suco e subprodutos cítricos

1	Suco de laranja concentrado e congelado.....	841
1.1	Processo de produção.....	843





1.1.1 Higienização dos frutos	843
1.1.2 Seleção manual.....	843
1.1.3 Classificação por tamanho.....	844
1.1.4 Extração	844
1.1.5 Filtração	845
1.1.6 Concentração	846
1.1.7 Tanques de mistura e homogeneização.....	847
1.1.8 Congelamento.....	847
1.1.9 Embalagem e estocagem	847
1.1.10 Transporte	848
1.2 Controle de qualidade	848
2 Suco pasteurizado reconstituído	850
3 Suco natural integral pasteurizado (NFC).....	851
4 Subprodutos cítricos	853
4.1 Sólidos solúveis recuperados da polpa	855
4.2 Polpa congelada.....	857
4.3 Aromas e óleos essenciais da laranja.....	858
4.3.1 Óleo essencial da casca da laranja	859
4.3.2 Recuperação de óleo essencial e aromas aquosolúveis do suco	860
4.3.3 Óleo essencial destilado ou concentrado.....	862
4.4 Farelo de polpa cítrica peletizada	863
4.5 Extrato líquido residual da prensagem do bagaço: melação e d-limoneno	865
5 Referências bibliográficas	867

VI - Resíduos

Capítulo 29 Uso de resíduos orgânicos no pomar

1 Introdução	873
2 Caracterização de resíduos	874
2.1 Aspectos gerais	874
2.2 Composto de lixo urbano	874
2.3 Lodo de esgoto - biossólido	876
2.4 Vinhaça	878
2.5 Outros resíduos	878
3 Efeitos sobre as propriedades do solo.....	880
3.1 Matéria orgânica.....	880
3.2 Capacidade de troca catiônica	881
3.3 Reação do solo.....	882
3.4 Nutrientes	883
3.5 Salinidade e sodicidade	884
4 Metais pesados no sistema solo-resíduo-citros	885
5 Sugestão de aplicação	886
5.1 Critérios para aplicação.....	886
5.1.1 Nitrogênio disponível	888
5.1.2 Poder de neutralização	888
5.1.3 Teores de metais pesados	888
6 Uso de resíduos orgânicos em pomares comerciais na Flórida.....	889
7 Monitoramento do sistema solo-água-plantas no pomar.....	889
8 Conclusão	890
9 Referências bibliográficas	891

Capítulo 30 Potenciais contaminantes ambientais e subsídios para produção com qualidade na citricultura

1 Introdução	899
--------------------	-----





2	Proteção ambiental	899
3	Metais pesados	902
3.1	Fatores que interferem no comportamento dos metais pesados no solo	903
3.2	Acúmulo de metais pesados no solo	904
4	Resíduos de agrotóxicos	904
4.1	Fatores que determinam a periculosidade dos resíduos dos agrotóxicos.....	905
4.1.2	Proibição do uso de determinados agrotóxicos	906
4.1.3	Limites máximos de resíduos	906
5	Grade de agrotóxicos na PIF-Citros	907
5.1	Potencial de transporte de agrotóxicos da grade da PIC	907
6	Considerações finais	909
7	Referências bibliográficas	910

VII - Cadeia do conhecimento

Capítulo 31 Pesquisa e desenvolvimento na citricultura

1	A inserção da pesquisa e do desenvolvimento	915
2	Difusão de resultados	917
3	Adoção de resultados.....	919
4	Impactos da pesquisa no desenvolvimento	920
5	Interações de P&D na cadeia produtiva dos citros.....	926
6	Considerações finais	927
7	Referências bibliográficas	929

