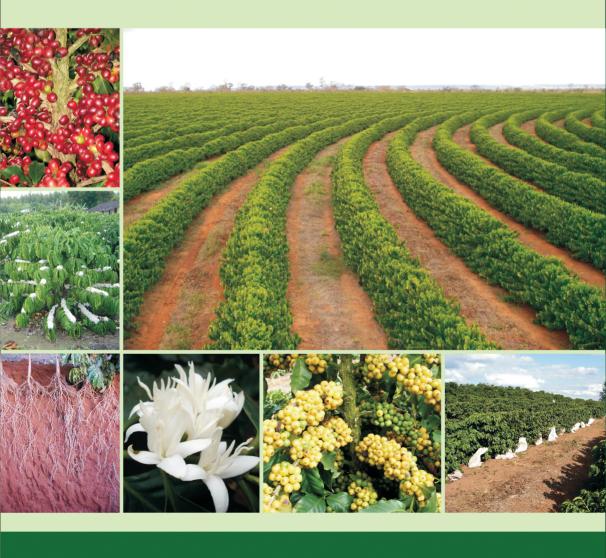
# CULTIVARES DE CAFÉ



# CULTIVARES DE CAFÉ

### Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da UFLA

Carvalho, Carlos Henrique Siqueira de.

Cultivares de café. / Carlos Henrique Siqueira de Carvalho. (Ed.) Brasília: EMBRAPA, 2007.

247 p.:il.

Bibliografia.

1. Café. 2. Cafeicultura. 3. Variedades. 4. Cultivares. 5. Melhoramento genético. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 663.93

# Carlos Henrique S. Carvalho **Editor**

# CULTIVARES DE CAFÉ

#### **AGRADECIMENTOS**

A todos os autores, pela solicitude e valiosa colaboração para a composição deste livro.

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D, pelo apoio para publicação.

À colega Lílian Padilha, pela auxílio durante a revisão de vários capítulos.

À Rosiana, Maria Emília e Cláudia, secretárias da Fundação Procafé, pela presteza e atenção com que me auxiliaram na feitura deste livro.

A Roque Antônio Ferreira, pelo constante apoio em nossos trabalhos de melhoramento.

Às revisoras de português e de bibliografia, Eveline e Vânia, pela atenção, cordialidade e rapidez.

A minha mãe, Alice, pelas lições de vida.

Aos meus filhos, Renato e Gustavo e à minha esposa, Ana Maria, por todo o apoio, compreensão e carinho.

#### **EDITOR**



Carlos Henrique Sigueira de Carvalho. Formou-se em agronomia, em 1979, pela Universidade Federal de Vicosa, MG. A seguir foi bolsista do Instituto Brasileiro do Café, em Patrocínio, MG, onde trabalhou com nutrição mineral e tratos culturais do cafeeiro. Em 1982 retornou à UFV para cursar o mestrado em fisiologia vegetal, sob a orientação do Prof. Alemar Braga Rena, quando estudou alguns mecanismos fisiológicos que influenciam na seca do ramos do cafeeiro. No início de 1985, foi contratado pela Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária, Emcapa, atualmente Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Incaper, onde trabalhou com adubação e irrigação do café Conilon e, principalmente, com a seleção e avaliação de plantas matrizes que, mais tarde, com a continuidade do trabalho por outros técnicos da instituição, deram origem às primeiras cultivares clonais de café Conilon, lançadas para plantio comercial em 1993. De setembro de 1989 a julho de 2002 trabalhou na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, na área de cultura de tecidos e transformação genética de milho e sorgo. Neste período, obteve o título de doutor em genética de plantas pela Purdue University, nos Estados Unidos. Posteriormente, em 2002, foi transferido para a Embrapa Café e lotado junto à Fundação Procafé, em Varginha, MG, onde trabalha atualmente. As principais linhas de pesquisa em que atua são o desenvolvimento de cultivares de café com resistência à ferrugem e ao bicho-mineiro, a seleção de plantas matrizes de café arábica visando à produção de cultivares clonais e a micropropagação do cafeeiro via embriogênese somática, objetivando a multiplicação vegetativa em larga escala de cultivares clonais.

carlos.carvalho@embrapa.br

#### **AUTORES**



Alemar Braga Rena. Professor Titular Aposentado, UFV; Doutor em Biologia/Fisiologia Vegetal, University of Illinois. Trabalha na área de ecofisiologia e manejo de lavouras de café arábica, cafeicultor. abrena41@gmail.com



Antônio Alves Pereira. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG/CTZM, em Viçosa, MG. Doutor em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa. Trabalha na área de melhoramento genético do cafeeiro visando resistência a doenças e pragas. pereira@epamiq.ufv.br



Antônio Nazareno Guimarães Mendes. Professor Associado e Reitor da Universidade Federal de Lavras. Doutor em Agronomia (Fitotecnia / Melhoramento Genético / Cafeicultura) pela Universidade Federal de Lavras. Integra o grupo de pesquisadores em melhoramento genético do cafeeiro em Minas Gerais desde 1985. naza@ufla.br



Antônio de Pádua Nacif. Pesquisador da equipe de melhoramento de café do Pipaemg/Epamig de 1972 a 2004. Doutor em Fitotecnia/Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa, UFV. Assessor técnico do Conselho Nacional do Café e Consultor da Embrapa Café. antonionacif@terra.com.br



Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca. Pesquisador da Embrapa Café, lotado no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Doutor em Fitotecnia/ Produção Vegetal, pela Universidade Federal de Viçosa. Atua especialmente nas áreas de melhoramento genético e manejo de lavouras de café (*Coffea canephora e C. arabica*). aymbire@incaper.es.gov.br



César Elias Botelho. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG/CTSM, em Lavras, MG. Doutor em Fitotecnia/Melhoramento Genético pela Universidade Federal de Lavras, UFLA. Atua na área de genética e melhoramento do cafeeiro. cesarbotelho@epamig.br



**Eunize Zambolim.** Técnica Pesquisadora da Universidade Federal de Viçosa. É doutora em Fitopatologia pela Universidade Federal de Viçosa. Trabalha com marcadores de DNA envolvidos na resistência da ferrugem do cafeeiro. eunize@ufv.br



Eveline Teixeira Caixeta. Pesquisadora da Embrapa Café. Doutora em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Trabalha com genômica e marcadores moleculares aplicados à genética e ao melhoramento do cafeeiro, junto à UFV. eveline.caixeta@embrapa.br



**Fábio Murilo DaMatta**. Professor Associado da Universidade Federal de Viçosa. Doutor em Ciências Agrárias / Fisiologia Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa, UFV. Desenvolve trabalhos que enfatizam a ecofisiologia do cafeeiro. <u>fdamatta@ufv.br</u>



**Gabriel Ferreira Bartholo.** Gerente Geral da Embrapa Café. Doutor em Agronomia/Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Lavras. Tem experiência na área de agronomia, com ênfase em fitotecnia, atuando em trabalhos voltados ao melhoramento genético e desenvolvimento fenológico do cafeeiro. <a href="mailto:gabriel@sede.embrapa.br">gabriel@sede.embrapa.br</a>



Gladyston Rodrigues Carvalho. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais-EPAMIG/CTSM em Lavras, MG. Doutor em Fitotecnia/Melhoramento Genético pela Universidade Federal de Lavras. Atua na área de genética e melhoramento do cafeeiro, desenvolvendo novas cultivares resistentes a doenças, pragas e com características agronômicas desejáveis para a produção integrada. <a href="mailto:carvalho@epamig.ufla.br">carvalho@epamig.ufla.br</a>



**Gustavo Hiroshi Sera**. Mestre em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Doutorando em Agronomia pela UEL. Trabalha com genética e melhoramento do cafeeiro no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), gustavosera@uol.com.br



José Braz Matiello. Pesquisador da Fundação Procafé. Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Viçosa. Atua nas áreas de melhoramento genético e manejo tecnológico da lavoura cafeeira. É consultor agronômico e cafeicultor.



Herculano Penna Medina Filho. Pesquisador Científico do Centro de Café do Instituto Agronômico de Campinas, professor da Unicamp, Engenheiro Agrônomo pela Esalq e Doutor em Genética pela University of Califórnia. Desenvolve pesquisas em genética e melhoramento do cafeeiro relacionadas à qualidade, diversidade genética, seu uso e preservação. medina@iac.sp.gov.br



José Donizeti Alves. Professor Associado da Universidade Federal de Lavras. Doutor em Ciências Agrárias/ Nutrição e Metabolismo de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa. Desenvolve trabalhos na área de fisiologia do cafeeiro. jdalves@ufla.br



Lilian Padilha. Pesquisadora da Embrapa Café. Doutora em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras, trabalha com marcadores de DNA aplicados à genética e ao melhoramento do cafeeiro. lilian.padilha@embrapa.br



Luiz Carlos Fazuoli. Pesquisador Científico do Centro de Café do Instituto Agronômico de Campinas e do Estado de São Paulo. Doutor em Biologia Vegetal pela Unicamp. Aplica a genética e o melhoramento para o desenvolvimento de novas cultivares de cafeeiro. fazuoli@iac.sp.gov.br



Luiz Felipe A. Protasio Pesquisador da Embrapa Café e colaborador da Universidade Estadual de Londrina. Doutor em Genética de Plantas pela University of Guelph. Tem experiência na área de bioquímica, com ênfase em biologia molecular. Desenvolve trabalhos na área de proteômica. <a href="mailto:lpereira@pr.gov.br">lpereira@pr.gov.br</a>



Maria Amélia Gava Ferrão. Pesquisadora da Embrapa Café. Doutora em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Trabalha com o melhoramento genético do cafeeiro e marcadores de DNA, junto ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) mferrao@incaper.es.gov.br



Maria Bernadete Silvarolla. Pesquisadora Científica do Centro de Café "Alcides Carvalho" do Instituto Agronômico de Campinas. Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas pela ESALQ/USP. Desenvolve trabalhos na linha de melhoramento do cafeeiro para baixo conteúdo de cafeína no grão. bernadet@iac.sp.gov.br



Mirian Therezinha Souza da Eira. Pesquisadora da Embrapa Café. Doutora em Biologia Celular e Molecular pela Universidade de Brasília (UnB). Trabalha com genética e biologia molecular do cafeeiro junto à Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. mirian.eira@embrapa.br



Ney Sussumu Sakiyama. Professor Adjunto da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutor em Genética e Melhoramento pela UFV, com pós-doutorado pela University of Florida. Trabalha com marcadores de DNA aplicados à genética e ao melhoramento do cafeeiro. <a href="mailto:sakiyama@ufv.br">sakiyama@ufv.br</a>



Oliveiro Guerreiro Filho. Pesquisador Científico do Centro de Café 'Alcides Carvalho' do Instituto Agronômico de Campinas. Doutor em Ciências Agronômicas pela École Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, França. Trabalha com genética e melhoramento do cafeeiro, com ênfase na resistência a insetos e gestão de recursos genéticos. oliveiro@iac.sp.gov.br



Rita Bordignon. Pesquisadora Científica do Centro de Café do Instituto Agronômico de Campinas. Doutora em Genética e Biologia Molecular pela UNICAMP. Desenvolve pesquisas com o cafeeiro na área de preservação de germoplasma e qualidade da bebida. <a href="mailto:rita@iac.sp.gov.br">rita@iac.sp.gov.br</a>



Romário Gava Ferrão. Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). Doutor em Genética e Melhoramento de Café pela Universidade Federal de Viçosa. Realiza pesquisas com foco em biometria, genética e melhoramento do cafeeiro. romario@incaper.es.gov.br



**Saulo Roque de Almeida.** Pesquisador da Fundação Procafé. Mestre em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras. Atua nas áreas de melhoramento genético e controle de doenças do cafeeiro. É consultor agronômico e cafeicultor. contato@fundacaoprocafe.com.br



**Tumoru Sera**. Pesquisador científico do Instituto Agronômico do Paraná, colaborador da pós-graduação da Universidade Estadual de Londrina. Doutor em Agronomia/ Genética e Melhoramento de Plantas pela ESALQ/USP. É agricultor, consultor agronômico e melhorista de café. Desenvolve cultivares resistentes a parasitos, adversidades ambientais e qualidades especiais. <a href="mailto:tsera@iapar.com.br">tsera@iapar.com.br</a>



Waldênia de Melo Moura Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG/CTZM, em Viçosa, MG. Doutora em Fitotecnia/Melhoramento Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa. Atua no melhoramento genético de cultivares de café e com cafeicultura orgânica.

# **SUMÁRIO**

# **APRESENTAÇÃO**

## PREFÁCIO

1 - ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO CAFEEIRO Referências bibliográficas	
2 - MORFOLOGIA DO CAFEEIRO	
Introdução	
Parte aérea	
Sistema radicular	
Comentários finais	
Referências bibliográficas	
3 - ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO CRESCIMENTO E DA PRODUÇÂ	
DO CAFEEIRO	
Crescimento vegetativo	
Crescimento reprodutivo	
Ecofisiologia da produção	
Referências bibliográficas	••••
4 - HISTÓRIA DAS PRIMEIRAS CULTIVARES DE CAFÉ PLANTADA	
NO BRASILReferências bibliográficas	
Neierendias bibliograficas	
5 - MELHORAMENTO DO CAFÉ ARÁBICA AO LONGO DOS ANOS	
Introdução	
Informações básicas	
Métodos de melhoramento e considerações relacionadas	
Objetivos e problemas associados ao melhoramento	
Melhoramento do arábica ao longo dos anos	
Perspectivas futuras	
Comentários finais	
Referências bibliográficas	
Totororiodo bibliograniodo	••••
6 - BIOTECNOLOGIA APLICADA AO DESENVOLVIMENTO I	ЭE
CULTIVARES DE CAFÉ	
Marcadores moleculares	
Análise genômica	
Propagação vegetativa in vitro – micropropagação	
Plantas transgênicas	
Referências bibliográficas	••••
7 - CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DE UMA NOVA CULTIVAR DE CAFÉ	<u>'</u>
Características da cultivar	
Adaptação à região e ao nível tecnológico do produtor	
Adaptação ao sistema de plantio e manejo	
Recomendações básicas	

8 - CARACTERÍSTICAS UTILIZADAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE	440
CULTIVARES DE CAFÉ	113
Porte ou altura das plantas	114
Comprimento do internódio	115
Diâmetro da copa	116
Resistência à ferrugem	116
Cor do fruto maduro	117
Formato do fruto	118
Tamanho do fruto	118
Tamanho da semente	119
Cor das folhas jovens	120
Ciclo de Maturação	120
Tamanho da folha	121
Referências bibliográficas	123
9 - CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA	125
Cultivares de porte baixo	126
'Acauã'	126
'Araponga'	128
'Catiguá MG 1', 'MG 2' e 'MG 3'	129
Catuaí Amarelo (cultivares do grupo Catuaí com frutos amarelos)	131
Catuaí Vermelho (cultivares do grupo Catuaí com frutos vermelhos)	134
Catucaí (cultivares do grupo Catucaí)	136
'Caturra Vermelho IAC 477' e 'Caturra Amarelo IAC 476'	139
'IAPAR 59'	140
'IBC-Palma 2'	143
'IBC-Palma 1'	144
'IPR 98'	145
'IPR 103'	143
'Katipó'	148
'Laurina IAC 870'	149
'Maracatiá'	151
'Obatã Vermelho IAC 1669-20'	153
'Obata Amarelo IAC 4739'	155
	156
'Oeiras MG 6851' 'Ouro Amarelo IAC 4397'	
Ouro Amareio IAO 4097	158
'Ouro Bronze IAC 4925'	159
'Ouro Verde IAC H 5010-5'	160
'Paraíso MG H419-1'	161
'Pau Brasil MG 1'	163
'Rubi MG 1192'	164
'Sabiá Tardio'	166
'Sacramento MG 1'	167
'Saíra'	169
'Siriema 842'	170
'Topázio MG 1190'	173
'Tupi IAC 1669-33'	174
'Tupi Amarelo IAC 5162'	175
'Tupi RN IAC 1669-13'	176

Cultivares de porte alto	<b>178</b> 178
Acaiá (cultivares do grupo Acaiá) 'Acaiá Cerrado MG 1474'	
	180
Bourbon Amarelo (cultivares do grupo Bourbon de frutos amarelos)	182 185
Bourbon Vermelho (cultivares do grupo Bourbon de frutos vermelhos) Ibairi IAC 4761'	186
Icatu Amarelo (cultivares do grupo Icatu de frutos amarelos)	188
'Icatu Precoce IAC 3282'	190
Icatu Vermelho (cultivares do grupo Icatu de frutos vermelhos)	190
Mundo Novo (cultivares do grupo Mundo Novo)	195
'Mundo Novo Amarelo IAC 4266'	198
Williad Novo Allia cio IAO 4200	100
10 - CULTIVARES DE CAFÉ ROBUSTA ( <i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner)	199
Cultivares de café Conilon	199
'Emcapa 8111', 'Emcapa 8121' e 'Emcapa 8131'	200
'Emcapa 8141 – Robustão Capixaba'	202
'Robusta Tropical – Emcaper 8151'	204
'Vitória – Incaper 8142'	206
'Kouilou IAC 66'; 'IAC 68', 'IAC 69', 'IAC 70' e 'IAC 2293'	208
Cultivares de café do tipo robusta	211
'Apoatã IAC 2258'	211
'Bukobensis IAC 827'	214
'Guarini IAC 1598'	215
Robusta IAC 10 e outras populações de robusta	216
11 - CULTIVARES DE IMPORTÂNCIA HISTÓRICA OU PARA A PESQUISA	219
Mutantes e cultivares exóticas	219
Coffea arabica L. cv. Típica	220
Coffea arabica L. cv. Maragogipe	221
Coffea arabica L. var. erecta	222
Coffea arabica L. var. mokka	223
Coffea arabica L. var. cera	223
Coffea arabica L. var. goiaba	224
Coffea arabica L. var. angustigolia	225
Coffea arabica L. var. semperflorens	225
Híbrido de Timor	226
Outros mutantes de Coffea arabica L	227
Referências bibliográficas	229
12 - PROTEÇÃO E REGISTRO DE CULTIVARES	233
Proteção de cultivares de café	233
Registro de cultivares de café	235
Impactos da lei de proteção de cultivares	236
Considerações finais	237
Referências bibliográficas	238

13 - COLHEITA, PREPARO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE	2
CAFÉProdução de sementes	2
Características dos frutos e sementes	2
Obtenção e processamento das sementes de café	2
Armazenamento	2
Referências bibliográficas	2
44 ENDEDEGGG DE INICTITUIQÕES DE DESCRIBO A SUE EDADA I IIAM	
14 - ENDEREÇOS DE INSTITUIÇÕES DE PESQUISA QUE TRABALHAM	
COM MELHORAMENTO DE CAFÉ	2
EMBRAPA CAFÉ	2
EPAMIG	2
FUNDAÇÃO PROCAFÉ	2
IAC	2
IAPAR	2
INCAPER	2
UFLA	2
UFV	2

# **APRESENTAÇÃO**

Os atuais desafios da cafeicultura frente às mudanças climáticas e exigências dos consumidores por produtos de melhor qualidade e sustentabilidade exigem novos esforços para o melhoramento genético do cafeeiro. Destacado mundialmente pela obtenção dos mais expressivos ganhos de produtividade, o programa brasileiro de melhoramento do café oferece um grande número de cultivares com características agronômicas superiores, aliando alta produtividade, resistência a pragas e doenças, maturação mais uniforme e qualidade superior de bebida.

Dando continuidade à história de sucesso, onde estão marcados a genialidade e dedicação de pesquisadores como Carlos Arnaldo Krug e do renomado Alcides Carvalho, nos últimos 10 anos, as instituições participantes do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café) desenvolvem cultivares para atender a demandas regionais, com potencial de produção e qualidade expressivamente superiores aos primeiros cafeeiros plantados no Brasil.

A publicação *Cultivares de Café* aborda aspectos importantes acerca da origem, botânica, morfologia e fisiologia do cafeeiro, além de trazer um resgate das primeiras cultivares de café plantadas no país. A obra reúne ainda informações acerca da biotecnologia aplicada ao melhoramento genético do cafeeiro, os critérios para a escolha e identificação das cultivares e sua importância para a pesquisa, e apresenta uma lista com as opções comerciais de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, com suas principais características. O leitor também será informado sobre o registro e proteção de cultivares, além dos critérios de colheita, preparo e armazenamento de sementes.

Assim como o progresso da cultura do café somente foi possível devido ao trabalho silencioso dos pesquisadores, os autores aqui reunidos deixam seu legado para iluminar o caminho das próximas gerações. Esta obra não trata, portanto, de um simples apanhado de idéias, mas de uma importante contribuição para o avanço genético e tecnológico do cafeeiro, com informações, há tempos, esperada por pesquisadores, professores, estudantes e produtores.

Gabriel Ferreira Bartholo Gerente Geral Embrapa Café

### **PREFÁCIO**

Atualmente, existem mais de 100 cultivares de café liberadas para plantio no Brasil. Todavia, muitas dessas cultivares, embora já testadas pela pesquisa em algumas regiões cafeeiras e disponíveis comercialmente, ainda estão em fase de avaliação para plantio em larga escala em diversas regiões e não são bem conhecidas por técnicos e produtores rurais. Outras cultivares são plantadas somente em regiões restritas, sendo pouco utilizadas em outros locais por falta de divulgação. Face a esta situação, elaborou-se este livro visando, principalmente, fornecer subsídios àqueles que necessitam de informações para a escolha de uma nova cultivar e dos vários fatores relacionados ao seu cultivo. Inicialmente, o objetivo era apenas o de reunir as informações mais recentes sobre a origem, principais características e recomendações de plantio de cultivares comerciais, tanto de arábica, quanto de robusta. Mas durante a elaboração dos primeiros capítulos, percebeu-se que a inclusão de informações sobre áreas relacionadas ao desenvolvimento, cultivo e utilização de cultivares de café, seria de grande auxílio para melhor entendimento dos vários processos relacionados a este tema. Como consegüência, novos capítulos foram adicionados, abordando aspectos relativos à ao melhoramento, morfologia, fisiologia, proteção e registro de cultivares, e preparo e armazenamento de sementes, o que ampliou consideravelmente o escopo do livro. Espero que este livro seja útil para técnicos, produtores rurais. estudantes e todos aqueles interessados neste fascinante tema: o café.

Carlos Henrique S. Carvalho Editor

# Capítulo 1

# ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO CAFEEIRO

Oliveiro Guerreiro Filho Antônio Nazareno Guimarães Mendes Gladyston Rodrigues Carvalho Maria Bernadete Silvarolla César Elias Botelho Luiz Carlos Fazuoli

Os cafeeiros têm como importante característica morfológica a placentação típica que confere aos grãos um sulco ventral no sentido longitudinal. Pertencem à divisão das Fanerógamas, classe Angiosperma, subclase Eudicotiledônea, ordem *Rubiales*, família das *Rubiaceae*, tribo *Coffeeae*, subtribo *Coffeinae*, gêneros *Coffee e Psilanthus*.

Nas espécies do gênero *Coffea*, as flores apresentam anteras e estigmas proeminentes e estilo longo (Figura 1A). O gênero é composto por dois subgêneros: *Coffea* e *Baracoffea* (Bridson, 1987).



As espécies pertencentes ao gênero *Psilanthus* têm estilo curto e flores com anteras e estigmas inclusos, não ultrapassando o tubo da corola (Figura 1B). Existem também dois subgêneros: *Psilanthus*, com flores axilares e desenvolvimento monopodial e *Afrocoffea*, antiga seção

Paracoffea (Chevalier, 1942), com flores terminais e desenvolvimento predominantemente simpodial (Bridson, 1987).

O subgênero Coffea agrupa mais de 80 espécies, distribuídas em três seções (Chevalier, 1942), caracterizadas pela abrangência geográfica: Mascarocoffea, com espécies predominantes em Madagascar e Ilhas Mascarenhas; Mozambicoffea, que reúne espécies do leste africano e Eucoffea (Chevalier, 1942; Cros, 1996), com espécies presentes nas regiões central e oeste do continente africano.

Por sua vez, a seção *Eucoffea* é dividida em quatro subseções: *Erytrocoffea* e *Melanocoffea*, cujos frutos têm, respectivamente, coloração vermelha e preta, e *Nanocoffea* e *Pachycoffea*, que abrigam, respectivamente, espécies pequenas ou arbustivas e arbóreas (Chevalier, 1947). A seção Eucoffea reúne as mais importantes espécies de cafeeiros: *C. arabica* e *C. canephora*, que representam quase a totalidade do café produzido e comercializado no mundo e outras espécies, como *C. liberica*, *C. dewevrei*, *C. klainii*, *C. congensis*, *C. racemosa*, *C. salvatrix*, *C. stenophyla*, *C. eugenioides*, *C. kapakata*, *C. humilis*, *C. sessiliflora*, *C. heterocalyx* e *C. anthonyi*, entre outras (Quadro 1).

QUADRO 1. Espécies de cafeeiros dos gêneros *Coffea* e *Psilanthus* presentes em coleção em diferentes bancos de germoplasma no Brasil.

Gênero	Seção	Subseção	Espécie
	Mascarocoffea		C. richardii
Coffea	Mozambicoffea		C. racemosa, C. salvatrix, C. sessiliflora
Johnson		Erythrocoffea	C. arabica, C. congensis, C. canephora, C. eugenioides
Fucoffea		Melanocoffea	C. stenophylla
	Luconea	Pachycoffea	C. liberica, C. dewevrei, C. klainii
		Nanocoffea	C. heterocalyx, C. humilis, C. anthonyi, C. kapakata
Psilanthus			P. ebracteolatus, P. bengalensis, P. travancorensis

Uma breve síntese da origem geográfica dos chamados cafeeiros foi apresentada por Anthony (1992). Uma adaptação da organização esquemática do complexo de cafeeiros elaborada por esse autor é apresentada na Quadro 2.

Embora a diversidade seja bastante significativa (Quadro 2), apenas *C. arabica* e *C. canephora* são cultivadas, representando praticamente a totalidade do café comercializado no mundo.

A espécie *C. arabica* é originária do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, em região restrita e marginal às demais espécies. A faixa de altitude correspondente encontra-se entre 1.000 e 2.000 metros. A dispersão se deu através do lêmen e toda a cafeicultura brasileira tem origem na introdução de apenas três plantas no país, em 1727.

QUADRO 2. Origem e distribuição geográfica das espécies de cafeeiros pertencentes aos subgêneros *Coffea* e *Baracoffea*, do gênero *Coffea* e subgêneros *Psilanthus* e *Afrocoffea* do gênero *Psilanthus*, e espécies presentes em coleções de germoplasma no Brasil.

Região	Gênero			
Regiau	Coffea	Psilanthus		
África Ocidental	Coffea (C. canephora, C. humilis, C. klainii, C. liberica, C. dewevrei, C. stenophylla)	Afrocoffea (P. ebracteolatus) Psilanthus		
África Central	Coffea (C. kapakata, C. liberica, C. dewevrei, C. canephora, C. congensis, C. anthonyi)	Afrocoffea (P. ebracteolatus) Psilanthus		
África Oriental	Coffea (C. arabica, C. eugenioides, C. racemosa, C. sessiliflora, C. salvatrix) Baracoffea	Afrocoffea		
Madagascar	Coffea (C. richardii) Baracoffea			
Ásia e Oceania		Afrocoffea (P. bengalensis, P. travancorensis)		

Sua base genética é bastante estreita (Carvalho, 1993) e todas as cultivares conhecidas da espécie são derivadas de duas formas botânicas: Typica e Bourbon (Anthony et al., 2001). Atualmente, a espécie tem ampla dispersão, sendo cultivada em regiões de altitudes mais elevadas e temperaturas mais amenas, entre 18°C e 21°C, nos continentes americano e asiático, além de algumas regiões da África.

C. arabica é um alotetraplóide com 2n = 4x = 44 cromossomos e autofértil com cerca de 10% de polinização cruzada (Carvalho & Mônaco, 1964). Vários estudos de natureza genética (Charrier & Berthaud, 1985) e citológica (Pinto-Maglio e Cruz, 1987), assim como estudos quimiotaxonômicos (Lopes, 1972), serológicos (Charrier & Berthaud, 1985) ou, mesmo, análises relacionadas à origem geográfica e compatibilidade em cruzamentos controlados (Carvalho & Mônaco, 1968), indicam que a espécie teve origem mais provável na hibridação de gametas não reduzidos de espécies diplóides do gênero. Estudos recentes conduzidos por Lashermes et al. (1999) corroboraram a teoria de que C. eugenioides e C. canephora ou uma forma ancestral desta espécie seriam os parentais da espécie.

A espécie *C. canephora* é diplóide (2n = 2x = 22 cromossomos) e alógama, apresentando incompatibilidade do tipo gametofítica (Conagin & Mendes, 1961). É originária de uma ampla região quente, úmida e de baixa altitude, que se estende da Guiné ao Congo, da costa oeste à região central do continente africano, predominando em regiões de baixa altitude, temperatura mais elevada e precipitação entre 1.500 e 2.000 mm anuais. *C. canephora* é, atualmente, amplamente cultivada nos continentes africano, americano e asiático, em locais de baixa altitude e temperaturas mais elevadas, com média anual entre 22°C e 26°C (Mendes et al., 2002).

A diversidade presente em *C. canephora* é bem mais ampla. Existem dois grupos bastante distintos, denominados Guineano e Congolês e

estabelecidos em função de sua origem geográfica. O grupo Guineano é constituído por populações selvagens da Costa do Marfim e o grupo Congolês, por populações selvagens da República Centro-Africana, Camarões e Congo (Berthaud, 1986; Dussert et al., 1999). Dados apresentados por Montagnon et al. (1992) indicam, no grupo Congolês, uma estrutura de subgrupos, denominados SG1 e SG2 pelos autores.

No Brasil, os cafés chamados Conilon, da espécie *C. canephora*, são representantes do grupo Guineano e apresentam sementes e folhas menores e estreitas. A denominação Conilon é uma derivação gramatical da variedade botânica kouilou. Os cafeeiros da cultivar Robusta, representantes do grupo Congolês, apresentam frutos e sementes maiores, folhas largas, plantas vigorosas e produtivas, nas condições de Campinas, SP

Em regiões de temperaturas mais elevadas e com abundante umidade, plantas da espécie *C. canephora* podem atingir até 5 metros de altura. Geralmente são multicaules, mesmo em cultivos comerciais com desbrotas freqüentes. É uma espécie altamente polimorfa, com extensa distribuição geográfica, exibindo grande capacidade adaptativa a variadas condições de ambiente.

As folhas das plantas são características, grandes, elípticas lanceoladas, bordos bem ondulados, nervuras muito salientes e de coloração verde bem menos intensa que as de C. arabica. As flores são brancas, em grande número por inflorescência e por axila foliar, com 5 a 8 lobos na corola, com igual número de estames também aderidos à sua base. O estilo é longo e o estigma é bífido, sendo o pedicelo floral incluído no caulículo, cujos lobos se prolongam em apêndices foliares. Os frutos apresentam-se de forma variada entre as diferentes cultivares; nas cultivares comerciais, são em número de 30 a 60 por verticilo foliar, de coloração avermelhada quando maduros, superfície lisa, exocarpo fino, mesocarpo pouco aquoso, com pouca mucilagem e endocarpo delgado. As sementes são usualmente menores que as de C. arabica, de cor verdeclara, película prateada aderente e endosperma rico em cafeína e menos aromático, com grande quantidade de sólidos solúveis, fregüentemente apresentando bebida considerada neutra. É comum o seu emprego como lastro, em ligas com cafés de sabor e aroma mais ativo, provenientes de cultivares de C. arabica. O produto comercial recebe a denominação genérica de café robusta, sendo mundialmente conhecido, mesmo concorrendo com o café arábica em algumas regiões do mundo.

Os estudos com a espécie *C. canephor*a tiveram início a partir de 1900, quando técnicos holandeses iniciaram o cultivo na Indonésia, em Java, identificando plantas resistentes à ferrugem, *Hemileia vastatrix* Berk *et* Br. Atualmente, encontra-se atualmente difundida em todo o mundo, especialmente em função da resistência à ferrugem e da produção e do vigor vegetativo. É de grande importância econômica para países como Vietnã, Brasil, Indonésia, Costa do Marfim e Ceilão, entre outros.

No Brasil, é cultivada em maior escala nos estados do Espírito Santo e de Rondônia, além do sul da Bahia e da região do Rio Doce, em Minas

Gerais. Além do grande consumo como café torrado e moído, o interesse comercial na espécie deve-se também ao elevado teor de sólidos solúveis, de particular interesse para a indústria de café solúvel e de cafeína, matéria-prima das indústrias alimentícias e farmacêuticas. O teor de cafeína é bastante variável entre as espécies de Coffea, sendo as plantas de *C. canephora* as mais ricas nesse alcalóide, nas quais o teor pode atingir até 4% do peso seco da semente. Em *C. arabica*, o teor médio de cafeína é da ordem de 1,2% apenas; o mutante Laurina apresenta em torno de 0,6% desse alcalóide e os mutantes AC, cerca de 0,07% (Silvarolla et al., 2004).



FIGURA 2. Frutos de diferentes espécies de *Coffea* e *Psilanthus* presentes em coleções de germoplasma no Brasil. A) *C. canephora*, B) *C. arabica*, C) *C. dewevrei*, D) *C. kapakata*, E) *C. racemosa*, F) *C. salvatrix*, G) *C. congensis*, H) *C. stenophylla*, I) *P. bengalensis*, J) *C. eugenioides*.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTHONY, F. Les ressources génétiques des caféiers. Collecte, gestion dun conservatoire et évaluation de la divérsité génétique. Montpellier: Orstom France, 1992. 320p. (Thèses et Documents Microfichés TDM, 81).

ANTHONY, F.; BERTRAND, B.; QUIROS, O.; WILCHES, A.; LASHERMES, P.; BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic diversity of wild coffee (Coffea arabica L.) using molecular markers. Euphytica, v.118, p.53-65, 2001.

BERTHAUD, J. Les ressources génétiques pour l'amélioration des caféires africains diploides. Montpellier, France: Orstom, 1986. 179p. (Collection Travaux et Documents).

BRIDSON, D.M. Nomenclatural notes on Psilanthus, including Coffea sect. Paracoffea (Rubiaceae tribe Coffeeae). Kew Bulletin, v.42, n.2, p.453-460, 1987.

CARVALHO, A. Histórico do desenvolvimento do cultivo do café do Brasil. Campinas, IAC, 1993. 7p. (Documentos IAC, 34).

CARVALHO, A.; MÔNACO, L.C. Natural crosspollination in C. arabica. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 16., 1964, Brussels. Proceedings... Brussels, 1964. v.4, p.447-449.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L.C. Relaciones genéticas de especies seleccionadas de Coffea. Café, Lima, v.9, n.4, p.1-19, 1968.

CHARRIER, A.; BERTHAUD, J. Botanical classification of coffee. In: CLIFFORD, M.N.; WILSON, K.C. (Ed.). Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage. Westport: AVI, 1985. p.13-47.

CHEVALIER, A. Les caféiers du globe. Iconographie des caféiers sauvages et cultivés et des Rubiacées prises pour des caféiers. Lechevalier, 1942. 36p.

CHEVALIER, A. Systematique des caféiers et faux-caféiers. Maladies et insects nuisibles. In: ENCICLOPEDIE Biologique XXVIII. Les caféiers du globe. 3.ed. Lechevalier, 1947. 257p.

CONAGIN, C.H.T.M.; MENDES, A.J.T. Pesquisas citológicas e genéticas em três espécies de Coffea. Auto-incompatibilidade em Coffea canephora Pierrre ex Froehner. Bragantia, Campinas, SP, v.20, n.2, p.787-804, 1961.

CROS, J. Implications phylogénétiques des variations de l'ADN chloroplastique chez les Caféiers (genres Coffea L. et Psilanthus Hook. f.). Montpellier, France: Orstom, 1996. 160p. (Thèses et Documents

Microfichés TDM, 147).

DUSSERT, S.; LASHERMES, P.; ANTONY, F.; MONTAGNON, C.; TROUSLOT, P.; COMBES, M.C.; BERTHAUD, J.; NOIROT, M.; HAMON, S. Le caféier, Coffea canephora. In: HAMON, P. et al. (Ed.). Diversité génétique des plantes cultivées. Plymouth: Science Publishers Inc. 1999. p.175-194.

LASHERMES, P.; COMBES, M.C.; ROBERT, J.; TROUSLOT, P.; D'HONT A.; ANTHONY, F.; CHARRIER, A. Molecular characterization and origin of the Coffea arabica L. genome. Mol. Gen. Genet., v.261, p.259-266, 1999.

LOPES, C.R. Estudo dos pigmentos flavonóides e sua contribuição à filogenia do gênero Coffea. 1972. 186p. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

MENDES, A.N.G.; GUIMARÃES, R.J.; SOUZA, C.A.S. Classificação botânica, origem e distribuição geográfica do cafeeiro. In: GUIMARÃES, R.J. et al. (Ed.). Cafeicultura. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p.39-99.

MONTAGNON, C.; LEROY, T.; YAPO, A. Étude compleméntaire de la diversité génotypique et phénotipyque des caféiers de l'espèce C. canephora en collection en Côte d'Ivoire. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFE, 14., 1992, Paris. Proceedings... Paris, France: ASIC, 1992. p.444-450.

PINTO-MAGLIO, C.A.F.; CRUZ, N.D. Pachytene chromosome morphology in Coffea L. I. Nucleolar chromosomes. Caryologia, v.40, n.1-2, p.7-23, 1987.

SILVAROLLA, M.B.; MAZZAFERA, P.; FAZUOLI, L.C. A naturally decaffeinated arabica coffee. Nature, London, v.429, p.826, 2004.



#### MORFOLOGIA DO CAFEEIRO

José Donizeti Alves

## INTRODUÇÃO

Características morfológicas, principalmente aquelas relacionadas com a parte aérea, são ferramentas comumente utilizadas pelos melhoristas na caracterização de cultivares de cafeeiros.

Embora a base genética da espécie Coffea arabica L. seja bastante estreita, as cultivares comercializadas apresentam grande variabilidade em sua morfologia devido a mutações, cruzamentos naturais ou artificiais, diferentes práticas agronômicas e, principalmente, ao ambiente. Desse modo, tem-se que o desenho da planta de café nos tempos atuais difere enormemente daquele introduzido no Brasil, em 1827. De maneira geral, pode-se dizer que o cafeeiro é um arbusto perene, cuja altura varia entre dois a seis metros e, no estado selvagem, sem nenhum tipo de condução, pode chegar a 10 metros. Sua copa tem um formato cilíndrico com apenas um ramo vertical de onde saem, regularmente, ramificações laterais horizontais. As folhas, quando adultas, são de coloração verde-escura e brilhantes, formato elíptico, bordas onduladas, nervuras secundárias de pequena profundidade e domácias glabras e parcialmente desenvolvidas. As inflorescências que se desenvolvem na axila foliar dão origem a até quatro flores, em uma estrutura denominada de glomérulo. Os frutos são de formato oblongo, de coloração amarela ou vermelha, encerrando duas sementes envolvidas por uma membrana resistente comumente chamada de pergaminho.

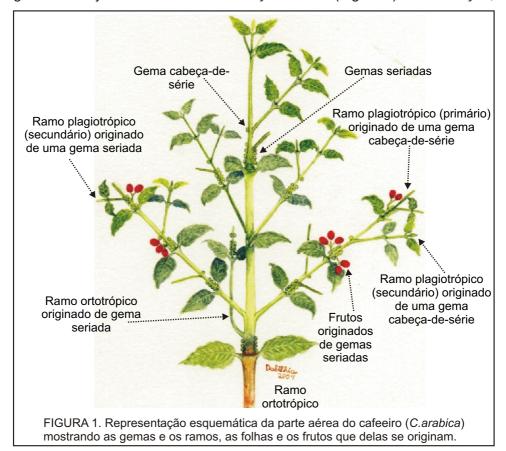
Neste capítulo serão descritos os principais aspectos da morfologia externa e interna do cafeeiro arábica, relacionando, sempre que pertinente, comentários sobre a espécie *Canephora*, a fisiologia da planta e o manejo da cultura.

#### **PARTE AÉREA**

#### Ramos

A arquitetura do cafeeiro está montada sobre uma copa, cujos ramos apresentam um dimorfismo relacionado com a direção do seu crescimento. Aqueles que se desenvolvem no sentido vertical são denominados de ortotrópicos enquanto aqueles que tomam a direção horizontal, pela ação da gravidade, crescendo lateralmente, são os plagiotrópicos (Figura 1). A interação entre os padrões de crescimento proporcional desses dois tipos de ramos confere ao *C. arabica* um formato cilíndrico. As cultivares do grupo Acaiá, uma exceção à regra, mostram um formato cilíndrico cônico.

A parte aérea da planta de café se desenvolve em uma única haste ortotrópica, a partir da retomada do desenvolvimento do eixo embrionário, durante a germinação, até que a muda atinja de oito a dez pares de folhas. A ausência de ramos plagiotrópicos ou brotações laterais nesse estádio de desenvolvimento se deve à forte dominância exercida pela gema apical sobre as gemas localizadas nas axilas foliares que, nesse caso, podem se diferenciar apenas em folhas ou ramos e, raramente, frutos. Estas gemas, geralmente em número de 5 a 6, são denominadas de seriadas e a primeira gema do conjunto é chamada de cabeça-de-série (Figura 1). Essa inibição,



32

entretanto, não impede que as gemas seriadas diferenciem pares foliares ou novas brotações ortotrópicas, denominadas de ramos ladrões. A presença de gemas seriadas nessa região do caule é que confere ao cafeeiro a capacidade de formação de um novo caule ortotrópico logo após uma recepa. Essa nova brotação é o resultado da retomada do crescimento das gemas mediante a eliminação da dominância exercida pela gema apical, que foi retirada com o corte da parte aérea. Estresses que levem à eliminação da gema apical permitem o desenvolvimento de ramos ladrões ao longo do caule principal. Esses ramos, devido ao forte efeito competitivo que exerce sobre o desenvolvimento dos ramos reprodutivos, devem ser eliminados.

É importante destacar que existe somente uma gema cabeça-desérie na axila de cada folha presente no nó ao longo da haste principal. Por esse motivo é que, a partir de cada nó, existe apenas um par de ramos plagiotrópicos. Desse modo, esses ramos, uma vez perdidos, não mais se reconstituirão. A perda de saia em cafeeiros mal conduzidos é um bom exemplo desse determinismo fisiológico. Nesses casos, a recuperação da copa do cafeeiro somente será possível com a recepa, já que ela permite a brotação de novos eixos ortotrópicos que, ao se desenvolverem, darão origem a uma nova planta, com uma estrutura normal de copa. O aparecimento de vários ramos ortotrópicos, logo abaixo do ponto de corte da poda, exige uma operação de desbrota, a fim de conduzir a planta com um ou dois caules.

Os ramos plagiotrópicos de primeira ordem, ou ramificações primárias, começam a se desenvolver na axila das folhas, presentes a partir do oitavo ou do décimo nó do ramo principal. Esses ramos se originam de gemas cabeça-de-série, as quais estão posicionadas logo acima das gemas seriadas, que se encontram dormentes e, desse modo, impedidas de se diferenciarem em ramos ladrões. As ramificações primárias, assim como as de ordem superior, também possuem gemas cabeça-de-série com capacidade de se diferenciarem em ramificações secundárias e gemas seriadas que darão origem a folhas, além de ramos secundários ou botões florais, a depender do estímulo ambiental. Nesse ponto, vale dizer que o volume da safra de café depende diretamente da capacidade das gemas seriadas se diferenciarem vegetativa ou reprodutivamente. O ideal seria que as gemas seriadas rendessem apenas frutos, deixando as ramificações a cargo das gemas cabeça-de-série. Esse fato determinante da produção, que normalmente ocorre entre a segunda e primeira quinzena de fevereiro e março, respectivamente, é fortemente influenciado pela duração e pela intensidade dos principais fatores ambientais, ou seja, a temperatura e a água. Pelo exposto, conclui-se que, dependendo do clima, o cafeeiro pode vegetar ou frutificar e é do balanço entre desses dois fenômenos fisiológico que depende o sucesso da cafeicultura.

A presença de gemas nos ramos plagiotrópicos permite a recomposição da copa quando se empregam podas do tipo desponte ou esqueletamento. Estresses abióticos que causam a morte da gema apical, tais como geada, seca de ponteiros, doenças ou deficiências minerais, de

maneira semelhante, induzem as gemas das posições basais a saírem do repouso, permitindo a formação de novos ramos secundários.

A intensidade da ramificação plagiotrópica de primeira e de segunda ordem tem se destacado como uma importante característica no melhoramento do cafeeiro, visto correlacionar-se positivamente com o potencial produtivo e negativamente com o porte das plantas. A ramificação é considerada alta para as cultivares Obatã IAC 1669-20, Tupi IAC 1669-33, Ouro Verde IAC H5010-5 e aquelas do grupo Catuaí Vermelho, média para as cultivares dos grupos Mundo Novo e Icatu, e baixa para a cultivar Bourbon Amarelo IAC J18 e as do grupo Acaiá.

Quanto à altura da copa, as cultivares do grupo Mundo Novo foram classificadas como muito altas; Bourbon Amarelo IAC J18, Icatu Precoce IAC 3282 Icatu Amarelo IAC 2944-6 e as dos grupos Icatu Vermelho e Acaiá como altas; as cultivares dos grupos Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo e a cultivar Ouro Verde IAC H5010-5 como médias e, finalmente, Tupi IAC 1669-33 e Obatã IAC 1669-20 como baixas.

Classificação semelhante tem sido observada em relação ao diâmetro da copa e ao comprimento dos internódios. Rubi MG 1192 e Topázio MG 1189 apresentam porte baixo. Apesar de as cultivares do germoplasma Mundo Novo serem classificadas como muito largas em relação ao diâmetro da copa, experimentos de campo evidenciam que a saia de cafeeiros Mundo Novo IAC 388-17 é cerca de 20% mais larga do que a das demais cultivares do mesmo grupo (Carvalho et al., 1984).

Nunca é demais destacar que as interações com o ambiente de cultivo e as tecnologias de produção exercem forte influência sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas, impondo à sua arquitetura grandes variações, que não podem ser generalizadas. Assim, cultivares de porte reduzido podem, por exemplo, apresentar maior altura em relação a cultivares de porte normal, quando plantadas em regiões de clima mais quente e úmido, quando adubadas em maior quantidade ou quando cultivadas em espaçamentos mais adensados.

#### **Folhas**

Em plantas adultas, as folhas, normalmente, estão presentes somente nos ramos plagiotrópicos, no mesmo plano e em posições opostas. A lâmina foliar de 12 a 24 cm é delgada e ondulada e sua forma é elíptica. Essas características apresentam somente pequenas variações entre os germoplasmas. Folhas da cultivar Bourbon Amarelo IAC J18 são mais curtas e estreitas, enquanto as das cultivares Obatã IAC 1669-20 e Tupi IAC 1669-33 são longas e largas, certamente em função do parentesco com a espécie *C. canephora*. As cultivares Icatu Amarelo IAC 2944-6, Icatu Precoce IAC 3282 e do grupo Icatu Vermelho, também obtidas a partir da hibridação entre as espécies *C.arabica* e *C. canephora*, apresentam, assim como as cultivares dos grupos Acaiá, Catuaí, Mundo Novo, folhas de tamanho médio.

A cor das folhas jovens é um importante descritor para as cultivares do grupo Mundo Novo. Por meio dela, é possível distinguir as cultivares Mundo

Novo IAC 376- 4 e Mundo Novo IAC 388-17, que possuem brotos verdes, das cultivares Mundo Novo IAC 501, Mundo Novo IAC 515 e Mundo Novo IAC 379-19, com folhas novas de coloração bronze. As cultivares Icatu Amarelo IAC 2944-6, Icatu Precoce IAC 3282 e as do grupo Icatu Vermelho não possuem essa característica fixada e são de difícil discriminação partindo dessa característica. Da mesma maneira, a cultivar Bourbon Amarelo IAC J18, que tem sua origem mais provável no cruzamento natural das cultivares Amarelo de Botucatu e Bourbon Vermelho, também segrega para a coloração das folhas jovens. As cultivares Obatã IAC 1669-20 e Tupi IAC 1669-33 apresentam folhas com forte intensidade de ondulação, semelhantes às de cultivares de *C.canephora*; o mesmo não ocorre com as cultivares Icatu Amarelo IAC 2944-6, Icatu Precoce IAC 3282 e aquelas do grupo Icatu Vermelho, também obtidas a partir de cruzamentos de *C. arabica*, com essa espécie diplóide.

Por manter contato direto com o ambiente, a epiderme foliar está sujeita a modificações estruturais em decorrência de vários fatores ambientais, entre eles a luz. No caso de folhas do cafeeiro, estudos da epiderme têm revelado que as dimensões das células, a espessura do parênquima paliçádico e lacunoso e o número de estômatos decresceram com o nível de luz. A lâmina foliar possui uma ou mais camadas de células externas que constituem o tecido epidérmico ou epiderme e é altamente especializada na absorção de luz. A camada celular mais externa, a epiderme, é transparente à luz visível e suas células são, com freqüência, convexas, podem atuar como lentes e concentrar a luz, de modo que a quantidade que atinge alguns cloroplastos pode ser, muitas vezes, maior que a quantidade de luz do ambiente. Sol e sombra influenciam a plasticidade foliar, alterando, principalmente, a espessura e a área foliar.

A epiderme é revestida por uma camada de cutícula (formada por cutina, ceras cuticulares e polissacarídeos pectínicos) que reduz a perda espontânea de água, protege o tecido foliar contra danos mecânicos e, devido à sua natureza, dificulta a absorção de produtos usados na agricultura, como fungicidas, herbicidas, nutrientes, etc. Este fato obriga, com muita freqüência, o uso de espalhante adesivo que aumenta a efetividade de tais produtos.

A epiderme apresenta grande diversidade anatômica e morfológica, contendo diferentes tipos de células, entre elas a dos estômatos (formados por duas células guardas, o ostíolo ou poro estomático e células subsidiárias) que, no caso da folha de café, são hipostomáticas, ou seja, os estômatos estão presentes apenas na epiderme inferior ou abaxial (dorsal). Como as folhas são más condutoras de calor, durante o dia, a face superior ou adaxial (ventral) normalmente aquece mais que a abaxial, o que tende a aumentar a transpiração na fase adaxial, exposta diretamente à radiação solar. Vale lembrar que a transpiração estomática é responsável por mais de 90% da água transpirada. Desse modo, espécies com folhas anfiestomáticas (estômatos nas duas faces) ou epistomáticas (estômatos na superfície adaxial) perdem mais água por meio da transpiração do que folhas hipostomáticas. Esta característica contribui para uma melhor

adaptação às condições de seca da planta de café.

A densidade estomática é definida como o número de estômatos por unidade de área de uma face foliar. A densidade varia entre espécies, indivíduos e, até mesmo, entre folhas de uma mesma planta, sendo fortemente modificada por fatores ambientais. Como regra, cafeeiros sombreados possuem maior densidade de estômatos que aqueles cultivados a pleno sol.

#### Flor

A floração e a produção do café se concentram na porção dos ramos laterais que cresceu na estação passada, ainda que se possa observar, em algumas ocasiões, sua presença em ramos de crescimento do ano. Elas se dispõem em glomérulos axilares, em número variável de 2-19 por axila, envolvidos por um caulículo formado por dois pares de brácteas, respectivamente lanceoladas e triangulares. Os eixos laterais da inflorescência nascem a partir de gemas dispostas em séries descendentes, nas axilas formadas pelos pares cruzados de folhas com os ramos primários. Cada gema dessa série desenvolve-se em um eixo curto, que termina numa flor. Para o melhoramento, as características das flores são pouco eficientes na discriminação do germoplasmas. Somente o número de inflorescência por axila e o número de flores por inflorescência apresentam menores valores para a cultivar Bourbon Amarelo IAC J18, o que não compromete significativamente sua produção, haja vista o ganho acumulado durante o seu melhoramento.

É importante destacar que as axilas florais produzem gemas uma única vez. Desse modo, as produções, com o passar do ano, se concentram nas extremidades dos ramos. Quando isso acontece, recomenda-se a poda para a renovação da lavoura. O desponte ou o esqueletamento são excelentes formas de recuperação da copa.

### Floração

O começo da etapa reprodutiva inicia-se com a floração e a colheita resultante depende de sua magnitude (Figura 2). O processo compreende várias etapas, como indução, iniciação, diferenciação, crescimento e desenvolvimento, dormência e antese. Cada uma dessas fases é afetada por fatores exógenos e endógenos particulares que determinam diferentes padrões de crescimento e desenvolvimento dos órgãos florais, de acordo com a cultivar e as condições ambientais predominantes.

Em primeiro lugar, deve-se considerar a fase de indução ou iniciação floral que ocorre, possivelmente, entre fevereiro e março, na maioria das regiões. Antes dessa época, os tecidos que compõem as gemas não diferenciadas não possuem ainda a sensibilidade e não estão aptos ou maduros para perceber o estímulo da floração. Portanto, são incapazes de serem induzidos. Condições ideais são a não ocorrência de déficit hídrico severo, que os dias sejam quentes e as noites frescas (aqui é preciso lembrar que o zoneamento climático para a cultura do cafeeiro define a faixa de 18°C a 23°C, como ideal para a cultura). Essas condições estimulam a



FIGURA 2. Fases do desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro: desenvolvimento, expansão e maturação de frutos. Adaptado de Pezzopane et al., 2003. In: III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 66-67, 2003.

indução floral e os tecidos; assim, sensibilizados a "perceberem" o sinal, estão aptos à floração.

Em seguida à indução e à diferenciação floral, os primórdios florais se desenvolvem continuamente por um período de dois meses, até atingirem um tamanho máximo de 4 a 6 mm e entrarem em dormência (fase gema dormente), nos dois meses finais, de julho a agosto. Nessa etapa, as gemas são reconhecidas pela coloração amarelo-pálida e contêm alto conteúdo de ácido abcíssico (ABA). Existem evidências de que, nessa fase, o volume do xilema seja bastante reduzido e de que somente o floema faça a conexão vascular do pedicelo, ligando o ramo ao botão floral. Essa vascularização imperfeita do pedúnculo levou alguns autores a concluírem que a dormência, mesmo com suprimento razoável de umidade no solo, seria causada por um déficit interno de água nos botões florais. Em termos de ambiente, o período de dormência parece estar associado a um período de déficit hídrico e baixa temperatura.

É importante destacar que o tecido induzido somente conseguirá se

diferenciar ou mesmo desenvolver as pecas florais (microscópicas) caso haja umidade no solo. Vale lembrar que o cafeeiro suporta déficits hídricos de até 150 mm sem maiores prejuízos ao desenvolvimento vegetativo das plantas e sem conseqüências significativas para a safra projetada para o ano seguinte. Quedas acentuadas da temperatura noturna, levando à amplitude térmica alta (de 15°C a 20°C), com dias bem quentes e noites muito frias, são importantes fatores de inibição do desenvolvimento das peças vegetativas nos botões florais, ainda imperceptíveis a olho nu. Uma amplitude térmica desejável seria por volta de 11°C, ou seja, noites com temperaturas ao redor de 18°C e dias com temperaturas em torno de 29°C. É importante que se diga que um botão já diferenciado somente se transformará em flor se as condições climáticas entre esses dois períodos forem satisfatórias.

De maneira geral, as melhores condições para o cultivo do café são: temperatura média anual de  $19^{\circ}$ C a  $21^{\circ}$ C e precipitação de 1.400 a 1.500 mm anuais, bem distribuída no período de primavera, verão e outono. No inverno, o ideal é que ele sofra pequeno déficit hídrico, principalmente nos meses de agosto/setembro e com temperaturas não muito baixas, na faixa de  $16^{\circ}$ C –  $18^{\circ}$ C.

Em setembro, ao final desse período de repouso, quando normalmente ocorrem as primeiras chuvas, ocorre engrossamento das estípulas na região da axila foliar, devido a um restabelecimento da conexão xilemática e a um aumento no diâmetro do lúmem dos vasos xilemáticos. levando a decréscimos na resistência apoplástica ao ingresso de água. Com isso, os tecidos recuperam sua condição túrgida, ocorrendo um aumento substancial do potencial hídrico das gemas florais maduras devido, principalmente, a um "choque hídrico". Nesse estádio, as gemas entumecem (fase gema intumescida) e os botões florais crescem durante 8 a 16 dias, chegando a atingir, aproximadamente, 12 mm, devido à grande mobilização de água e nutrientes (fase abotoamento), se estendendo até a antese (fase florada), quando a corola alcança comprimento de 21 mm. A abertura das flores acontece de oito a doze dias após as chuvas de florada (8 a 10 mm) e, posteriormente, verifica-se a queda das pétalas (fase pósflorada). O teor de água nos botões passa de 54%, antes da chuva, para 78%, na flor aberta.

Cafeeiros que recebem, na fase de dormência, água com muita freqüência, têm a floração indefinida. Normalmente, uma florada principal ocorre quando se verifica um período de restrição hídrica, seguido de chuva ou irrigação abundante. Não havendo seca definida, os botões crescem continuamente, resultando em floradas sucessivas, já que a iniciação dos primórdios florais se dá por períodos mais ou menos extensos. Floradas sucessivas resultam em várias colheitas, o que, num sistema de cultura extensiva, representa uma séria desvantagem. Temperatura ambiente elevada associada a um intenso déficit hídrico, durante o início da florada, provoca a morte dos tubos polínicos pela desidratação, causando o abortamento das flores, resultando nas conhecidas "estrelinhas".

A diversidade dos fatores associados com o término do estado de

dormência levanta a questão de qual seria o sinal que provoca o reinício do crescimento do botão floral. É importante destacar que o período de seca para a sincronização da florada ou mesmo para a completa "maturação" das gemas não deve ser entendido como um período de falta total de água. Embora contraditórios, os dados disponíveis na literatura a respeito da necessidade ou não de "seca/chuva" para a entrada/saída da dormência sugerem que os botões florais dormentes do cafeeiro fariam uma "leitura" cumulativa da tensão hídrica, tanto em termos de magnitude quanto de duração, a qual determinaria a entrada e a saída do período de dormência. Um bom exemplo que demonstra que outros fatores, além da disponibilidade de água, influenciam na abertura de flores, acontece com cafeeiros cultivados em solução nutritiva. Esses cafeeiros florescem no mesmo dia que os demais cafeeiros cultivados em condições de campo. Nesse caso, a associação de dias quentes e ensolarados leva a curtos períodos de déficit hídrico, em razão da demanda transpiratória.

Outro aspecto relevante a ser analisado é a importância da folha na quebra da dormência dos botões florais, uma vez que tem sido observado que plantas sem folhas também florescem. Acontece que a ação benéfica das folhas se deve, em um primeiro momento, a um fornecimento mais eficiente de água e, posteriormente, como fonte de fotoassimilados para assegurar o bom desenvolvimento e vingamento dos botões. Por esses motivos, observações de campo levam a concluir que chuvas de baixa intensidade e alta luminosidade, favorecendo a fotossíntese das plantas, são decisivas na concentração das floradas.

Além do fator climático, a carga de frutos das plantas também parece influenciar fortemente o ciclo de produção de café. Desse modo, elevada produção no ano, associada a um forte déficit hídrico, normalmente reflete negativamente na produção do ano seguinte.

#### **Fruto**

O fruto do cafeeiro é uma drupa elipsóide contendo dois locus e duas sementes, podendo, ocasionalmente, conter três ou mais. A seguir, tem-se uma ligeira descrição das diferentes partes que compõem o fruto:

- **pedúnculo**: é a haste que suporta o fruto. Por se tratar da região de ligação entre o fruto (ou a flor) e a planta, é por onde o primeiro recebe fotoassimilados. Em condições de alta umidade relativa do ar, pode haver intenso ataque de fungos, causando queda intensa de frutos;
- **coroa**: é a região da cicatriz floral, localizada na parte oposta ao pedúnculo. É onde, geralmente, se concentram as perfurações causadas pelo ataque da broca do café (*Hipotenemus hampei*). Portanto, é uma região que merece redobrada atenção durante a análise dos frutos, coletados por amostragem, para a verificação do percentual de ataque por essa praga do cafeeiro;
- **exocarpo (epicarpo)**: também chamado de casca, é a camada externa do fruto. Pode ter coloração avermelhada ou amarelada, dependendo da cultivar ou progênie em questão, por ocasião da maturação dos frutos (estádio de "cereja"). Essa coloração do fruto tem sido usada para

correlacionar o estádio de desenvolvimento do fruto com o ponto de maturação fisiológica. Em geral, o ponto de maturação fisiológica das sementes de cafeeiro ocorre quando os frutos se encontram entre os estádios "verde-cana" e "cereja", ou seja, aproximadamente 220 dias após a fecundação das flores:

- **mesocarpo**: também chamado de mucilagem, é uma substância gelatinosa e adocicada existente entre o exocarpo e o endocarpo. No caso do processamento do café por via úmida (despolpamento), essa camada é retirada por um processo de fermentação que ocorre em tanques com água, por um período de 12 a 24 horas. Na espécie *Coffea canephora*, o mesocarpo é pouco aquoso e menos doce do que na espécie *Coffea arabica L.*;
- endocarpo: também chamado de "pergaminho", apesar de ser uma parte do fruto, acompanha a semente que será usada no semeio tradicional em viveiros. Quando maduro é coriáceo e envolve independentemente cada semente, sendo, na espécie *Coffea canephora*, menos espesso que na *Coffea arabica L.* Pesquisas têm sido realizadas na tentativa de se desenvolver métodos práticos de retirada do "pergaminho" das sementes de cafeeiro, pois a presença dessa parte do fruto atrasa o processo de germinação;
- **semente**: as principais cultivares comerciais apresentam sementes de formato plano-convexo, elíptico ou oval, sulcadas longitudinalmente na face plana, de espessura média, endosperma de coloração verde, película prateada clara e ligeiramente aderida ao endosperma.

#### Fazem parte da semente:

- -espermoderma: é a película que envolve o endosperma. É prateada em *C. arabica* e castanha em *C. canephora*. É também mais aderente ao endosperma na espécie *Coffea canephora* que na *Coffea arabica L*. e pode prejudicar o aspecto do café depois de beneficiado, depreciando a qualidade do produto final;
- endosperma: é o tecido de maior volume na semente, de cor azulesverdeada na espécie *Coffea arabica L.* (à exceção da variedade cera, que apresenta cor amarelada) e amarelo-pálido em *Coffea canephora.* É um tecido triplóide (3n), formado por células poliédricas de paredes muito espessas, em que as hemiceluloses impregnantes apresentam função de reserva. Apresenta plasmodesmas que podem atuar no transporte de substâncias durante a germinação e tem a seguinte composição: água, aminoácidos, proteínas, cafeína, lactonas, triglicerídeos, açúcares, dextrina, pentosanas, galactomananas, celulose, ácido caféico, ácido clorogênico e minerais;
- embrião: é formado por um hipocótilo e dois cotilédones cordiformes e está localizado na superfície convexa da semente, medindo de 3 a 4 mm.

Os frutos das cultivares de *C. arabica* possuem formato oblongo e não apresentam sépalas desenvolvidas. Nas cultivares comerciais, as sépalas

são reduzidas a dentículos bem pouco aparentes nos frutos maduros. Quanto à coloração, produzem frutos de exocarpo amarelo ou vermelho. Embora apenas duas classes de cultivares possam ser estabelecidas a partir dessa característica, a cor dos frutos é considerada um importante descritor, por permitir a distinção entre as cultivares dos grupos Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo, assim como dos grupos Icatu Vermelho e Icatu Amarelo.

A aderência dos frutos aos ramos é uma característica importante, principalmente para a colheita mecânica, que separa as cultivares em apenas dois grupos: alta, em que a queda dos frutos é bastante reduzida, para as cultivares de origem interespecífica, como 'Obatã IAC 1669-20', 'Tupi IAC 1669-33', 'Icatu Amarelo IAC 2944-6', 'Icatu Precoce IAC 3282' e as do grupo Icatu Vermelho, e média para as demais (Aguiar et al., 2004).

#### Frutificação

Após a fecundação, inicia-se a formação dos frutos (fase chumbinho), sem crescimento visível (Figura 2). Depois, os frutos se expandem rapidamente (fase expansão dos frutos) até atingir seu tamanho máximo por volta de dezembro, mantendo, em seu interior, uma consistência aquosa. Um estresse hídrico nesta fase pode prejudicar o crescimento e o enchimento dos frutos, resultando em grãos de peneira baixa ou, até mesmo, o pegamento dos frutos, provocando a sua queda. Existem evidências que mostram que um forte período de seco na fase chumbinho estimula a síntese de etileno na região do pedúnculo do fruto, ativando a síntese e ou a atividade de enzimas de degradação da parede celular, como as celulases e poligalacturonases. Nesse ponto, forma uma camada de abscisão, favorecendo a queda de chumbinhos com as chuvas pesadas.

Em janeiro acentua-se a cor verde do fruto (fase grão verde) e em março ocorre a solidificação dos líquidos internos, formando a semente propriamente dita. Essa fase de granação dos frutos pode ser severamente prejudicada pela deficiência hídrica, produzindo frutos mal granados (chochos) que afetam a classificação final do produto. A partir dessa fase, entre abril a junho, inicia-se a maturação, quando ocorre uma degradação de clorofilas paralelamente à síntese de carotenóides, fazendo com que a cor verde perca gradativamente sua intensidade (fase verde cana), com amarelecimento (fase verde para amarelo), evoluindo até o estádio de amarelo ou vermelho (fase cereja). A seguir, os frutos começam a secar (fase passa) até atingir o estádio seco (fase seco).

#### SISTEMA RADICULAR

Tem-se que a eficiência do sistema radicular, como órgão de absorção de água e sais minerais, depende principalmente de sua extensão e profundidade. Esse padrão de crescimento é de grande importância durante o período de seca, quando as reservas de água nas camadas mais superficiais do solo já não são suficientes para atender à demanda

resultante principalmente da perda de água em conseqüência da transpiração foliar.

A conformação do sistema radicular de uma planta depende, em primeiro lugar, da sua constituição genética. Desse modo, plantas geneticamente idênticas, vegetando num mesmo tipo de solo, têm sistemas radiculares com a mesma conformação. Todavia, fatores de solo, tais como umidade, fertilidade, aeração e compactação, etc., impõem às raízes padrões de crescimento completamente diferentes.

Vários trabalhos baseados em dados extraídos de experimentos nas diversas regiões cafeeiras do país mostram que a grande maioria das raízes se encontra debaixo da projeção da copa dos cafeeiros. Esse fato se deve às melhores condições de umidade, de fertilidade de solo e de aeração, propícias ao seu desenvolvimento. Não obstante essa concentração de raízes sob a saia do cafeeiro, geralmente elas avançam para o meio da rua, formando um manto contínuo pelo entrelaçamento das raízes de cafeeiros adjacentes, normalmente plantados em curtos espaçamentos.

Quanto ao seu desenvolvimento vertical, é comum encontrar raízes em até dois metros de profundidade, com distribuição espacial do sistema radicular sem um padrão definido, variando de planta para planta. Entretanto, pode-se afirmar que, em solos bem estruturados e com boa fertilidade nas camadas mais profundas, e após vários anos de cultivo com café, é comum encontrar cafeeiros adultos com sistemas radiculares bem distribuídos no perfil do solo, avançando em profundidades de mais de 2,0 m e com cerca de 40% a 50% das raízes presentes nos primeiros 60 cm de solo. Lavouras com essa característica, normalmente, não apresentam problemas de déficit hídrico, uma vez que conseguem absorver água presente em camadas mais profundas de solo. Todavia, de modo geral, a maioria dos trabalhos publicados na literatura aponta os primeiros 50 cm de solo como a camada na qual a maior parte do sistema radicular dos cafeeiros se localiza. Na Zona da Mata de Minas Gerais, por exemplo, foram encontrados sistemas radiculares extremamente rasos, não ultrapassando a 60 cm de profundidade.

O sistema radicular de plantas terrestres exerce duas funções primárias. A primeira é a extração de água e íons no solo e a segunda é a ancoragem da planta no substrato na qual ela se desenvolve. Fundamentalmente, quase toda água que passa através das plantas é proveniente do solo. Portanto, as raízes, além de suas funções de ancoramento da planta, armazenamento de reservas orgânicas e inorgânicas, local de síntese de compostos orgânicos, incluindo hormônios vegetais como o ácido abscísico (ABA) e citocininas, são a principal estrutura de absorção de água e, com ela, de nutrientes presentes na solução do solo. Fundamentalmente, sistema radicular e parte aérea são estruturas independentes e, ao mesmo tempo, complementares; são independentes porque crescem em períodos diferentes e complementares no exercício de suas funções. As raízes são as fontes de nutrientes e água, além de hormônios, enquanto que a parte área é a fonte principal de carboidratos.

Essa coordenação na divisão de fotoassimilados durante o processo de crescimento garante um balanço entre parte aérea e sistema radicular. Se o ambiente é constante, uma relação linear é encontrada entre a massa da parte aérea e o sistema radicular durante o crescimento da planta. Mudanças ou alterações no ambiente podem causar alterações na distribuição de matéria seca entre parte aérea e raiz. Outros fatores, tais como constituição genética e práticas culturais, também podem alterar esse balanço na distribuição de energia na planta.

Esta função é importante para manter o balanço entre o crescimento e o desenvolvimento das partes da planta. Durante os anos em que o cafeeiro está bem nutrido, é esperado que o sistema radicular esteja bem desenvolvido e capaz de manter a absorção de água e íons adequadamente. Novas raízes serão formadas e o balanço entre fonte e dreno estará equilibrado. O excesso de carboidratos, que neste caso não está mais sendo utilizado no sistema radicular, será redirecionado para a parte aérea, onde uma produção satisfatória é esperada. Muitas vezes, quando ocorre alta produção na planta, uma translocação das reservas de carboidratos do sistema radicular para a parte aérea pode ocorrer e o sistema entra em desequilíbrio. Esse fenômeno constitui um sintoma típico de depauperamento ou esgotamento das reservas orgânicas do cafeeiro, o qual contribui para acentuar a morte de raízes, notadamente as radicelas.

Longitudinalmente, na raiz, observam-se as seguintes partes: a coifa, relativamente impermeável à água; a região meristemática, que apresenta baixa taxa de absorção de água e as zonas de alongamento e de maturação, nas quais situam-se os pêlos absorventes (alongamentos de células especiais da epiderme - tricoblastos). Esta é a região que absorve água mais rapidamente. Os pêlos absorventes estendem-se entre as partículas do solo em torno da raiz, aumentando a superfície de contato solo-raiz e, portanto, a absorção de água e o volume de solo explorado. Nas partes mais velhas da raiz, encontra-se a zona suberizada, na qual a absorção é lenta.

A conformação final de um sistema radicular depende, entre outros fatores, da constituição genética (espécie, variedade, etc.), da fisiologia (idade da planta, carga de frutos, etc.), do estado fitossanitário (pragas e doenças, etc.), do manejo da lavoura (poda, espaçamento, etc.), das condições químicas (fertilidade, matéria orgânica, acidez, elementos tóxicos, etc.), físicas (textura, estrutura, etc.) e da umidade do solo (déficit ou excesso). Devido à dinâmica e ao grande número de variáveis que interagem com o ambiente, é impossível descrever um sistema radicular típico de uma planta de café. Por exemplo, em solos secos, a relação raiz/parte aérea é menor do que em solo úmidos. Camadas de solos compactadas ou rochas próximas à superfície do solo impedem o aprofundamento das raízes, favorecendo o crescimento lateral próximo à superfície. Portanto, o impedimento mecânico, a aeração e a disponibilidade de água e de sais minerais são fatores importantes que influenciam o crescimento das raízes e a forma do sistema radicular.

Os trabalhos pioneiros envolvendo o estudo do sistema radicular do cafeeiro datam de 1892 e, de lá para cá, muitos artigos já foram publicados,

os quais permitem concluir sobre alguns aspectos comuns de sua morfologia, presentes na maioria dos genótipos estudados.

Um sistema radicular típico de um cafeeiro implantado em um solo sem limitações físicas ou químicas está ilustrado na Figura 3, em que se destacam os seguintes tipos de raízes:

a) raiz pivotante: pouco desenvolvida e, na maioria das vezes, ausente. Essa característica peculiar se deve, na maioria das vezes, ao sistema de formação de mudas. Em geral, as raízes de mudas de café, no momento do plantio, encontram-se enoveladas no fundo do saquinho, culminando com a formação do pião-torto. Para eliminar esta anomalia, recomenda-se o corte do fundo do saquinho, eliminando-se os primeiros centímetros da raiz pivotante. Essa prática provoca a perda da dominância apical da raiz, induzindo-a a emitir ramificações ou bifurcações. Outra causa comum do atrofiamento da raiz pivotante é o entortamento ou enovelamento dessa raiz durante uma repicagem mal feita ou durante o plantio no campo, quando se faz, erradamente, uma pressão sobre os "blocos" das mudas, forçando a raiz principal a se dobrar.

Lavouras plantadas com sistemas radiculares comprometidos com "garfo" ou "pião torto" apresentam morte acentuada de plantas após a primeira produção, quando o sistema radicular é exigido e não suporta a carga pendente. Por esse motivo, a raiz pivotante do cafeeiro quase nunca ultrapassa os primeiros 45 cm do solo. Planta de café com raiz pivotante com cerca de 1,5 m de comprimento foi identificada em lavouras antigas, em que as sementes foram semeadas diretamente em solo, com boas

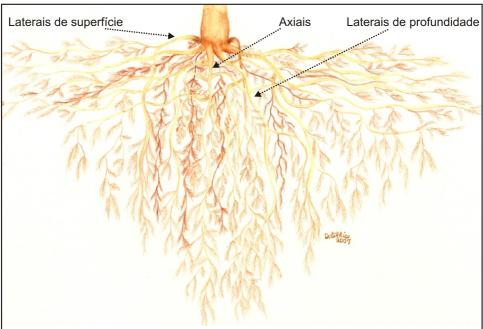


FIGURA 3. Representação do sistema radicular típico do cafeeiro, no mês de janeiro (Adaptado de Livramento, Alves, Bartholo e Guimarães. Relatório Embrapa Café).

características químicas e físicas.

- **b)** raízes laterais: são as ramificações da raiz principal com as seguintes variações:
- axiais: presentes em número de dois a seis, logo abaixo do tronco, quando se desenvolvem verticalmente no solo. Embora a profundidade normal dessas raízes seja de 2,0 metros, aproximadamente, elas, dependendo das condições, podem alcançar até 4,0 metros. A aplicação de calcário associado com gesso leva ao seu aprofundamento. A literatura registra que a irrigação sem outras práticas culturais que melhorem as características químicas e físicas do solo tende a reduzir o seu aprofundamento;
- laterais de superfície: são representadas pelas raízes que crescem paralelamente à superfície do solo, chegando a atingir até 2,0 metros de comprimento. Em função de sua elevada capacidade de crescimento, raízes de plantas adjacentes comumente se entrelaçam, chegando até mesmo a ultrapassar o eixo da planta vizinha. Esse tipo de raiz possui, em maior grau que as axiais, uma grande capacidade de lançamento de raízes terciárias e de ordem superior, as quais se concentram na região correspondente à projeção da copa. A elucidação dessa estrutura radicular, na qual não se observa uma linha limite entre sistemas radiculares adjacentes e sim um entrelaçamento entre eles, formando uma malha contínua de raízes já a partir do segundo ano, sugere que a adubação seja feita em área contínua, em toda a superfície do solo na linha de plantio, já que as copas das plantas se tocam;
- laterais de profundidade: de origem superficial, crescem lateralmente para depois se desenvolver em profundidade, ocupando todo o volume de solo abaixo da copa;

#### Sistema radicular de plantas recepadas

O crescimento e o desenvolvimento das plantas envolvem uma complexa relação entre parte aérea e sistema radicular. Os fotoassimilados, produzidos na parte aérea durante o processo de fotossíntese são translocados para toda a planta, a fim de suprir a demanda de energia e de carbono, os quais são responsáveis pela formação de novos tecidos e manutenção do sistema radicular já existente.

De maneira simplista, esse sistema pode ser visto como um conjunto de fonte e drenos de energia. As folhas, neste caso, são consideradas como fonte, ou seja, são os locais de formação de energia. O sistema radicular, bem como frutos, flores e brotações, é considerado como drenos de energia. No entanto, em determinados casos, como na poda, as raízes, além de cumprir funções de suporte da planta e absorção e condução de água e minerais, também têm função de reserva de carboidratos e podem atuar como fonte.

O sistema radicular dos cafeeiros, abundante em plantas com um bom sistema de manejo (Figura 3), perde cerca de 70% das raízes absorventes logo após a recepa (Figura 4). Isso acontece porque, na

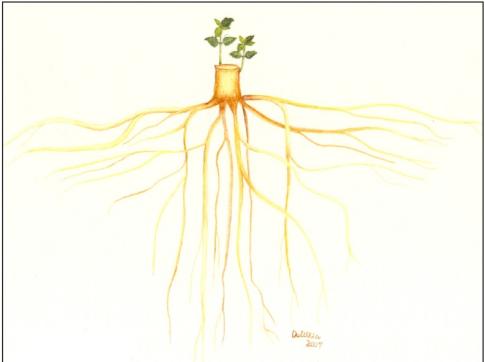


FIGURA 4. Representação do sistema radicular de um cafeeiro, três meses após a recepa no mês de agosto (Adaptado de Livramento, Alves, Bartholo e Guimarães. Relatório Embrapa Café).

ausência total da parte aérea (recepa sem pulmão), o sistema radicular apresenta-se como fonte de carboidratos para sustentar o crescimento e o desenvolvimento da parte-aérea, que passa a funcionar como um dreno extremamente forte. Algum tempo após a poda, esgotam-se as reservas orgânicas e ocorre a morte pronunciada de grande parte das raízes absorventes, permanecendo, no entanto, as mais grossas, notadamente aquelas com diâmetro acima de 1.0 cm.

Com o passar do tempo, a parte aérea se recompõe e, com o novo enfolhamento, passa a realizar fotossíntese na sua máxima capacidade, voltando a comportar-se como fonte de carboidratos, suprindo o sistema radicular que, neste caso, atuará como dreno. A partir daí, novas radicelas serão formadas, recompondo, depois de alguns meses, um novo sistema radicular (Figura 5).

Indiretamente, esse tipo de observação pode implicar na escolha do tipo de poda do cafeeiro. Em geral, após poda severa, cafeeiros com sistema radicular mais uniformemente distribuído ao longo do perfil do solo apresentam recuperação mais rápida que cafeeiros com sistema radicular mais concentrado em certas partes do solo. Isso porque a zona de



FIGURA 5. Representação do sistema radicular de um cafeeiro, após um ano da recepa no mês de agosto (Adaptado de Livramento, Alves, Bartholo e Guimarães. Relatório Embrapa Café).

exploração radicular é maior em um sistema mais uniformemente distribuído. Se o sistema radicular está mais concentrado ou apresentando uma distribuição não uniforme, na distribuição radicular haverá um esgotamento mais rápido da água e nutrientes do solo na região mais próxima dessas raízes. Como conseqüência, água e nutrientes podem ser deixados no solo, sem que sejam extraídos, o que comprometeria a recuperação da planta pós-poda.

#### **COMENTÁRIOS FINAIS**

A morfologia do cafeeiro, assim como para todas as espécies vegetais, impõe uma forma à planta, que é coordenada, primariamente, por fatores genéticos, mas com forte influência do ambiente. Desse modo, plantas geneticamente idênticas podem, dependendo do tipo do meio em que se desenvolvem, adquirir determinadas características que fogem do padrão da cultivar. É fácil perceber um forte componente ambiental que, na maioria das vezes, se sobrepõe ao genético, impondo modificações nas inúmeras características morfológicas do cafeeiro, principalmente na discriminação de cultivares de um mesmo grupo. De qualquer forma, ao se observar modificações na conformação dos diferentes órgãos da planta, é possível fazer determinadas inferências, que dão uma idéia da fisiologia do

cafeeiro e da interação entre ambiente e planta e, dessa forma, de várias práticas culturais.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.D.; LIVRAMENTO, D.E. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro.** Lavras. UFLA, 2003. v.1, 49p.

AGUIAR, A.T.E.; GUERREIRO-FILHO, O.; MALUF, M.P.; GALLO, P.B.; FAZUOLI, L.C. Caracterização de cultivares de Coffea arabica mediante utilização de descritores mínimos. **Bragantia**, Campinas, SP, v.63, n.2, p.179-192, 2004.

LIVRAMENTO, D.A.; ALVES, J.D.; BARTHOLO, G.F.; GUIMARAES, P.T.G. Influência de carboidratos na recuperação de lavouras podadas e efeitos da poda no comportamento do sistema radicular. Lavras, Embrapa, 2007a. 9p. (Relatório Embrapa-Café).

LIVRAMENTO, D.A.; ALVES, J.D.; BARTHOLO, G.F.; GUIMARAES, P.T.G. Influência do adensamento entre os cafeeiros na linha de plantio sobre a morfologia externa e a fisiologia do sistema radicular e a eficiência de absorção de água e nutrientes após poda do tipo recepa. Lavras, Embrapa, 2007b. 5p. (Relatório Embrapa-Café).

PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JUNIOR, M.P.; PAES DE CAMARGO, M.B.; THOMAZIELLO. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro arábica. <u>I</u>n: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Poços de Caldas **Resumos...** Poços de Caldas, 2003. p.66-67.

RENA, A.B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A. et al. **Cultura do cafeeiro:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1986. 447p.

VOLTAN, R.B.Q.; FAHL, J.I. CARELLI, L.C. Variação na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.4, n.2, p.99-105, 1992.

# Capítulo 3

# ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO CRESCIMENTO E DA PRODUÇÃO DO CAFEEIRO

Fábio M. DaMatta Alemar Braga Rena Carlos Henrique Sigueira de Carvalho

Neste capítulo, sumariam-se, de forma simples, algumas informações relativas à fisiologia do cafeeiro, com ênfase em aspectos ambientes que influenciam o crescimento e a produção de grãos. Para uma compreensão mais detalhada desse assunto, recomendam-se as revisões de DaMatta & Rena (2002a, 2002b), Rena & Carvalho (2003), DaMatta (2004) e DaMatta & Ramalho (2006).

#### **CRESCIMENTO VEGETATIVO**

No sudeste do Brasil, o crescimento da parte aérea do cafeeiro varia sazonalmente: a fase ativa do crescimento vegetativo ocorre de setembro a março, período em que as temperaturas são relativamente altas e as chuvas são abundantes; a fase quiescente, por seu turno, acompanha o período seco e frio, que se estende de março a setembro, com taxas de crescimento negligenciáveis a partir de fins de maio. No entanto, a estiagem parece não ser o fator primário da regulação do ritmo de crescimento do café, uma vez que a irrigação, durante o período seco e frio, não altera as taxas de crescimento. É provável que o declínio do crescimento do cafeeiro seja fortemente modulado por baixas temperaturas. Por outro lado, decréscimos temporários no crescimento, de janeiro a fevereiro, parecem estar associados a elevadas temperaturas e fortes intensidades de radiação solar.

A estação seca é importante para a sincronização do ciclo biológico do cafeeiro. É durante esse período que ocorre a fase de preparação ou de **maturação reprodutiva** dos seus ramos (e.g., determinação do número

potencial de nós, "maturação" dos ramos para a próxima safra, maturação dos frutos e formação das gemas florais). Por outro lado, é durante a estação chuvosa que ocorre a fase de **construção**, quando as gemas florais se desenvolvem, as flores se abrem e os entrenós, folhas, gemas terminais e frutos crescem. A estação seca é também importante como condicionadora da fase de desenvolvimento dos frutos. Nas regiões onde a estação seca não é bem definida, as flores aparecem em ramos verdes jovens, isto é, flores e, posteriormente, frutos jovens e completamente desenvolvidos são encontrados no mesmo ramo.

Os elevados déficits hídricos observados nas regiões com um período seco definido podem constituir o fator de sincronização das fases de **construção** e de **maturação**. Em regiões que não apresentam certo grau de deficiência hídrica no solo, de duração e intensidade mínimas, como na Colômbia, parece que a irradiância e a temperatura elevada poderiam parcialmente substituir o papel do déficit hídrico no solo, na indução de tensões hídricas internas. Nessas regiões, colheitas contínuas e diferenciadas dos frutos maduros precisam ser feitas "quase a dedo", com grande aumento no custo de produção.

O desenvolvimento das raízes exibe também notável variação sazonal, cujo padrão de crescimento pode ser afetado grandemente pelo emprego de cobertura morta do solo, de irrigação e de fertilização nitrogenada, e também pelo espaçamento entre plantas. A irrigação pode reduzir a profundidade de penetração da raiz pivotante e estimular o desenvolvimento das raízes primárias e secundárias nas camadas mais superficiais do solo. As técnicas de produção de mudas também exercem profundas modificações na arquitetura radicular. O principal elemento de modificação é a eliminação de parte da raiz seminal no transplantio, da sacola para o campo. Isso induz o desenvolvimento de uma raiz pivotante ramificada e com maior número de raízes axiais secundárias. Nas mudas formadas por estaquia, como ocorre atualmente com a maioria das lavouras de Conilon implantadas no Brasil, por exemplo, a arquitetura radicular difere daquela de arábica formado em sacolas a partir da semente. Se a muda for formada em tubete pequeno e nele permanecer por períodos relativamente longos, antes de ser transplantada para a sacola, ou levada para o campo, as alterações acentuam-se. O sistema radicular torna-se excessivamente superficial, resultando em menor ancoramento e em menor absorção da água e de minerais, comprometendo, assim, seriamente, a longevidade dos cafeeiros a partir de grandes produções a partir do terceiro ou do guarto ano.

Sob deficiência hídrica moderada, o crescimento da raiz é, via de regra, menos inibido que o crescimento de ramos, situação semelhante à que ocorre com o cafeeiro em solo pobre em minerais. Aparentemente, mais carboidratos poderiam ser alocados para as raízes que, sob déficit de água moderado, cresceriam potencialmente mais que aquelas em solos bem hidratados. Por outro lado, déficits hídricos severos podem acarretar morte das raízes, especialmente na superfície do solo. Nos horizontes mais profundos, o crescimento radicular pode ser menos afetado, em função da maior disponibilidade da água nesses horizontes. Raízes mais profundas

podem, portanto, desempenhar papel de destaque para a sobrevivência e, mesmo, para a produção das plantas, abastecendo-as de água e minerais. Daí a grande importância em obterem-se cafeeiros com sistemas radiculares profundos, a começar pelo preparo das covas no plantio, que devem ter tamanho adequado e ser convenientemente fertilizadas, principalmente pela incorporação de gesso. Cafeeiros assim estabelecidos e conduzidos, com freqüentes adições superficiais de calcário e de gesso, possuem sistemas radiculares profundos e resistem satisfatoriamente, de modo geral, a períodos de estiagem relativamente longos.

#### **CRESCIMENTO REPRODUTIVO**

O período de dormência, que pode estar associado a baixas temperaturas ou à seca, é aparentemente necessário para que se completem eventos morfofisiológicos que permitem que as gemas florais respondam a estímulos externos e reassumam o crescimento. À primeira vista, ciclos de déficit hídrico parecem mais efetivos na promoção da abertura das gemas que um déficit hídrico contínuo. Gemas dormentes, desde que tenham alcançado um estádio de desenvolvimento crítico, são sensíveis à água da chuva ou da irrigação. Baixa temperatura e seca mantêm as gemas florais no estádio de dormência e podem contribuir para a sincronização do desenvolvimento das flores e para a concentração da florada. Maior número de floradas é freqüente na ausência de um período seco, fato comum nas regiões produtoras mais úmidas, ou sob irrigação permanente.

A ausência de um período de dormência pode acarretar aborto e desenvolvimento anormal de flores. Chuvas pesadas durante o período de expansão da gema floral, após a quebra da dormência, que no sudeste do Brasil se estende de agosto a novembro, podem resultar em anomalias florais de vários tipos. Luz e chuva intermitentes podem determinar várias floradas e, desse modo, diminuir a uniformidade da maturação dos frutos. Aumento da irrigação para induzir a florada reduz o número de floresestrelinhas. Chuvas escassas no final do período seco podem ter efeitos prejudiciais na abertura normal da flor. Geralmente, de 5 a 10 mm de chuva são suficientes para desencadear o crescimento da gema, com a floração ocorrendo de 7 a 14 dias após a precipitação. A irrigação, via de regra, é tão eficiente quanto a chuva para determinar a recuperação do crescimento. desde que as gemas tenham passado por um prévio período de seca. Irrigação por aspersão ou diretamente no solo parece ser igualmente eficiente, desde que a rizosfera seja suficientemente umedecida. Entretanto, tem-se observado empiricamente que, em algumas regiões, a irrigação, quer por aspersão, quer por gotejamento, não substitui a necessidade da chuva como fator desencadeador do processo da floração. Visto que chuvas são normalmente acompanhadas por forte redução do déficit de pressão de vapor, além de redução da temperatura, é possível que outros fatores ambientes, além da água, per se, devam estar envolvidos no controle da floração.

A disponibilidade hídrica é um fator de fundamental importância no crescimento do fruto, mas o período crítico parece ser a sua fase de expansão rápida, uma vez que a expansão celular é fortemente restringida pelo déficit hídrico. Nas primeiras quatro semanas dessa fase, os frutos comumente estão sujeitos à queda, em função da falta d'água. A quantidade de água da chuva na fase de expansão rápida determina largamente o tamanho final da cereja. A irrigação, a cobertura morta e o sombreamento são práticas culturais que aumentam o tamanho do fruto, melhorando o balanço hídrico do cafeeiro. Em lavouras irrigadas, as condições meteorológicas, aparentemente, pouco interferem no crescimento do fruto. É provável, contudo, que a taxa de desenvolvimento seja mais afetada pela temperatura.

# ECOFISIOLOGIA DA PRODUÇÃO

O cafeeiro produz poucas flores em seu ambiente nativo sombreado e, portanto, não desenvolveu, ao longo de sua evolução, mecanismos para manter sua carga de frutos balanceada com a disponibilidade de carboidratos e de minerais. Assim, após abundante pegamento de frutos, o cafeeiro fica "comprometido" em assegurar o desenvolvimento das sementes, que passam a ser importadoras prioritárias de carboidratos e minerais. Durante a formação dos frutos há um decréscimo no teor do amido de reserva dos ramos e das folhas, sendo tão mais intenso quanto maior a carga, podendo esgotar-se totalmente a menos de dois meses após a floração, não sendo suficiente sequer para suprir a demanda do crescimento vegetativo inicial da primavera.

O fruto deve valer-se, assim, de aí em diante, principalmente da fotossíntese corrente para a sua formação e não mais das reservas de amido da planta. Registre-se, não obstante, que a maior demanda de carboidratos pelo cafeeiro se dá durante o período de granação dos frutos que, no Brasil, normalmente, coincide com os meses de temperaturas mais elevadas e com veranicos, fatores que contribuem sensivelmente para reduzir a fotossíntese. Portanto, é extremamente importante que se evite a desfolha do cafeeiro nesse período, procedendo-se à adubação correta, ao combate adequado das pragas e doenças e à irrigação do cafezal. Em situações em que não há uma superfície foliar ativa compatível com a carga. surgem frutos mal desenvolvidos, com alta porcentagem de frutos chochos, fenômeno que apresenta forte correlação genético-ambiental, especialmente com altas temperaturas e seca prolongada. Em todo o caso, na medida em que as superproduções exaurem as reservas da planta, comprometem também fortemente o crescimento e a produção do ano seguinte. Esta, normalmente baixa, permitiria a recuperação das reservas do sistema tronco-raiz e das taxas de crescimento, proporcionando novamente condições adequadas para outra carga pesada de frutos no ciclo subsegüente de produção. Como consegüência, o cafeeiro produz

irregularmente e, sob condições adequadas de cultivo, essa irregularidade ordinariamente segue um padrão bienal.

A sobrecarga de frutos é, normalmente, acompanhada pela seca de ramos e morte de raízes e, desse modo, após ciclos sucessivos de bienalidade, o cafeeiro entra em declínio, reduzindo sua vida produtiva. Em geral, essa situação se verifica nas condições de cultivo a pleno sol e é agravada pela desfolha ocasionada por pragas e doenças e as deficiências mineral e hídrica que, nessas plantas sobrecarregadas, são naturalmente de mais difícil controle. Ademais, caso os anos de supercarga estejam associados a temperaturas muito altas e deficiências hídricas prolongadas, a morte de raízes absorventes e a posterior seca de ramos serão muito acentuadas, exigindo do cafeeiro pelo menos dois anos consecutivos de recuperação, levando ao que se poderia chamar de trienalidade. A repetição sistemática desses ciclos potencializa, sem sombra de dúvida, o depauperamento do cafezal. Saliente-se que há uma forte predisposição genética ao depauperamento, que depende do clima e do solo, como se observa em algumas linhagens comerciais de café. Esses aspectos parecem estar fortemente associados ao insucesso das cultivares de floração concentrada em que a granação, também concentrada, de frutos coincide com veranicos e períodos de temperatura muito elevada.

A seca de ramos é normalmente precedida da morte severa de raízes finas. As raízes são as estruturas que mais sofrem com o esgotamento de reservas energéticas. Em cafeeiros adultos, quando a seca de ramos é expressiva, observa-se pobre desenvolvimento das raízes absorventes, especialmente nas camadas mais profundas do solo. A parte aérea do cafeeiro pode até se recuperar, após um ano ou dois, mas em nenhum caso observa-se regeneração completa das raízes suportes das absorventes, especialmente as mais profundas. Na próxima carga alta, ou mesmo média, a morte de raízes finas e a seca de ramos voltam com mais intensidade, acarretando forte redução da produção e da vida útil do cafeeiro adulto. O cafeeiro transforma-se, assim, permanentemente, numa planta de nutrição ainda mais superficial e, para se obter boa produtividade, esse aspecto deve ser considerado durante o manejo, especialmente da adubação, do controle de pragas e doenças e da irrigação. Por outro lado, a seca de ramos de plantas jovens de café, de 2,5 a 3 anos, ocorre quando as raízes ainda não penetraram muito profundamente no solo, ou seja, antes de a estrutura radicular ter se formado. Assim, novas raízes suportes das absorventes podem se formar à medida que a planta se torna adulta e o sistema radicular termina por não ser tão diferente daquele de um cafeeiro que nunca tenha sofrido seca de ponteiros.

No cafeeiro, como na maioria das plantas  $C_3$ , a fotossíntese da folhagem externa é saturada a cerca de 1/3 da irradiância máxima incidente sobre a copa. O excesso de radiação solar pode ser danoso ao cafeeiro, levando à ocorrência de danos fotooxidativos, popularmente conhecidos como escaldadura. Esses danos se manifestam pelo aparecimento de áreas cloróticas, que evoluem para a necrose, levando à abscisão foliar. Em cafeeiros a pleno sol, quando bem adubados e irrigados, a escaldadura,

caso ocorrente, deve afetar apenas marginalmente a produção. Isso explicaria, pelo menos em parte, o sucesso do cultivo do café a pleno sol, ainda que a espécie seja originalmente de ambientes sombreados. Por outro lado, sob certas condições, a ocorrência de escaldadura pode ser bastante expressiva, sendo agravada por adubação inadequada, carga pesada de frutos, déficit hídrico e extremos de temperatura, ou qualquer outro fator que leve ao depauperamento da planta, culminando, em última análise, com a abscisão da folha. Nessas condições, a incidência de bichomineiro, cercóspora e ferrugem usualmente aumenta, também levando à abscisão foliar. Desse modo, não somente a folhagem exposta, mas também as folhas mais internas da copa passam a receber irradiância superior à necessária para saturar a fotossíntese, o que potencializa ainda mais a abscisão das folhas. Em muitos casos, o ramo seca ou pouco cresce, acarretando na quebra de produção na colheita seguinte. O sombreamento, nesse contexto, poderia minimizar, sobremodo, a ocorrência da escaldadura, especialmente se associada à irrigação.

O sombreamento afeta não somente a disponibilidade de luz ao longo da copa do cafeeiro, mas também melhora as condições microclimáticas, via redução dos extremos de temperatura do ar e do solo, redução da velocidade dos ventos e manutenção da umidade relativa do ar e tamponamento da disponibilidade hídrica do solo. Como conseqüência, cafezais arborizados são mais bem protegidos contra a ação dos ventos e encontram um ambiente mais propício à manutenção das taxas de fotossíntese, com reflexos óbvios sobre a produção. Além de seu efeito dessecante, o vento pode causar abscisão de folhas e flores e danificar brotações novas e gemas florais, facilitando a ação de microrganismos patogênicos (e.g., foma). Em lavouras expostas à ação de ventos, a implantação de quebra-ventos é sobremaneira importante, para garantir-lhes sustentabilidade e produtividade.

Em cafezais sombreados, ocorre decréscimo substancial no déficit de pressão de vapor e, em última análise, na transpiração. Em outras palavras, o estômato pode permanecer mais aberto, permitindo o influxo de  $CO_2$  para a fotossíntese, sem que isso seja acompanhado direta e efetivamente por perda de vapor d'água. Isso deve contribuir para otimizar a utilização da água pela planta (maior eficiência do uso da água). Especialmente em regiões sujeitas a períodos relativamente longos de seca e ou com alta demanda evaporativa, maior eficiência do uso da água deve traduzir-se em vantagens óbvias na produção e na longevidade do cafezal.

A utilização de árvores com sistemas radiculares profundos pode até mesmo aumentar a disponibilidade hídrica após longos períodos secos, nas camadas superficiais do solo, de forma a manter o status hídrico do cafeeiro. Assim, cafezais arborizados podem apresentar-se mais verdes e produtivos, com grãos maiores e menor proporção de chochamento em relação a lavouras a pleno sol. Ademais, o alongamento do período de maturação do fruto pode melhorar a qualidade da bebida, além de propiciar mais flexibilidade às operações da colheita. Enfatiza-se, todavia, que o uso de espécies arbóreas com sistema radicular pouco profundo (ou plantadas em

altas densidades) pode acarretar considerável competição por água (e nutrientes), limitando o sucesso de cafezais arborizados, especialmente em regiões com períodos secos prolongados. Além disso, o sombreamento excessivo pode reduzir a produtividade da lavoura, uma vez que promove menor fotossíntese global da planta, maior estímulo à formação de gemas vegetativas em detrimento das reprodutivas e menor número de nós por ramo (que é o principal componente da produção) e de gemas florais por nó.

Em todo o caso, desde que o consórcio seja corretamente planejado (escolha e manejo adequado de espécies para a arborização, avaliação da densidade de plantio, do tipo de solo, dos regimes térmico e hídrico, etc.), a arborização do cafeeiro é uma alternativa economicamente viável, permitindo redução das flutuações bienais da produção e do depauperamento da planta e, assim, aumentando a vida útil produtiva do cafeeiro. Há que se considerar, ainda, que produtos derivados das árvores de sombra (madeira, lenha, frutos, látex, etc.) podem melhorar o equilíbrio econômico da propriedade.

Em plantios adensados, a produtividade pode ser bastante superior à dos plantios tradicionais (caracterizados por espaçamentos amplos) e o rendimento obtido, geralmente, supera os custos adicionais com os tratos culturais e fitossanitários. No entanto, a escolha da densidade de plantio ideal é, via de regra, um fator de dúvida na implantação de uma lavoura. Conquanto o cafeeiro se desenvolve diferentemente, em função da cultivar, das condições edafoclimáticas, da nutrição e do nível tecnológico do produtor, não se pode recomendar uma densidade de plantio ótima que se ajustaria às diferentes propriedades nas várias regiões. Não obstante, uma população de 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, ou ligeiramente superior, estaria próxima da ideal para cultivares de pequeno porte e para os solos mais pobres, como os da Zona da Mata de Minas Gerais e os da região do Cerrado. Com efeito, demonstrou-se, num ensaio em Patrocínio (MG), que a densidade de plantio de 6.666 plantas ha<sup>-1</sup> (espaçamento de 1,5 x 1,0 m ou 3,0 x 0,5 m) proporcionou maior receita líquida por área e menor custo de produção por saca, o que a tornaria preferível, particularmente nos momentos de precos desfavoráveis no mercado.

Em plantios adensados, deve-se dar mais atenção à disponibilidade de minerais, de água e de luz que nos plantios tradicionais. Entretanto, o aumento da demanda por minerais e água seria problemático apenas em plantios excepcionalmente adensados; nesses casos, os ganhos de produtividade podem reduzir-se, por exemplo, se a região não apresentar precipitação satisfatória. Registre-se, todavia, que raízes de cafeeiros em cultivos adensados parecem penetrar em horizontes mais profundos no solo, possibilitando, dessa forma, a exploração de maior volume de solo e, conseqüentemente, maior absorção da água e maior eficiência da utilização de nutrientes. Ademais, em função do maior grau de autosobreamento das copas nos plantios adensados, as temperaturas da folhagem e do solo são reduzidas, concorrendo, portanto, para diminuir a evapotranspiração, um aspecto ainda facilitado pela menor abundância de plantas daninhas.

O auto-sombreamento concorre também para reduzir a profusão da iniciação floral e, por extensão, a sobrecarga, a flutuação bienal da produção e a ocorrência de seca de ramos.

A disponibilidade de luz é, provavelmente, o principal fator limitante à produção dos plantios adensados. A limitação de luz a cada pé de café não é contraditória com a maximização da produção por unidade de área, na medida que menor produção por planta seria contrabalançada por maior número de plantas por área. Em todo o caso, em função da extensão do adensamento, a produção econômica do cafeeiro pode ser, a princípio, limitada a 3-5 colheitas, um período correspondente ao potencial máximo de frutificação de cafeeiros jovens. Após esse período, a produção declina rapidamente, em função da baixa disponibilidade de luz por unidade de área foliar; como conseqüência, a **saia** é perdida, ocorrem brotações excessivas e há uma tendência de os ramos ortotrópicos estiolarem-se. Nesse contexto, a sustentabilidade econômica do cafezal somente poderá ser mantidas às expensas de um manejo adequado de podas ou via eliminação de parte das plantas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DaMATTA, F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v.86, p.99-114, 2004.

DaMATTA, F.M.; RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, p.55-81, 2006.

DaMATTA, F.M.; RENA, A.B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: ZAMBOLIM, L.. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002a. p.93-135.

DaMATTA, F.M.; RENA, A.B. Relações hídricas no cafeeiro. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2002, Brasília. **Palestras...** Brasília: Embrapa Café, 2002b. p.9-44.

RENA, A.B.; CARVALHO, C.H.S. Causas abióticas da seca de ramos e morte de raízes em café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p.197-222.

# Capítulo 4

## HISTÓRIA DAS PRIMEIRAS CULTIVARES DE CAFÉ PLANTADAS NO BRASIL

Antônio Nazareno Guimarães Mendes Gladyston Rodrigues Carvalho César Elias Botelho Luiz Carlos Fazuoli Maria Bernadete Silvarolla

A introdução do cafeeiro no Brasil deu-se em 1727, quando o sargento-mor Francisco de Melo Palheta introduziu pequena quantidade de sementes e mudas na região Norte do País, mais precisamente em Belém, no estado do Pará. Iniciava-se assim o cultivo de café no Brasil. Do Pará, o café foi levado para o Maranhão, logo após para o Rio de Janeiro, onde se difundiu rapidamente e foi, por muito tempo, a cultura principal. O café alcançou depois São Paulo, Minas Gerais e Paraná.

O material originalmente introduzido no Pará em 1727, tratava-se da cultivar Típica (*Coffea arabica* L. var. *typica*), sendo essa praticamente a única explorada comercialmente até meados do século XIX. As primeiras lavouras implantadas no Brasil tiveram origem nas sementes e mudas obtidas de uma única planta da cultivar Típica existente no Jardim Botânico de Amsterdã, na Holanda. Alguns exemplares foram trazidos para as Guianas, primeiramente a Holandesa e depois a Francesa, de onde se originou o nosso café. Do Pará, já nos anos seguintes, sementes foram levadas para o estado do Maranhão e, posteriormente, à Bahia (por volta de 1770). Em 1774, duas mudas de café foram levadas do Maranhão para o estado do Rio de Janeiro. Supõe-se que em 1790 tenha ocorrido a introdução da cultivar Típica no estado de São Paulo e, posteriormente, em Minas Gerais e Paraná.

Essa cultivar de frutos vermelhos, também denominada por aqui como Café Comum, Nacional, Brasil, Crioulo e Sumatra, foi descrita, em 1913, por Cramer que propôs a denominação *typica* (*Coffea arabica* L. var. *typica* Cramer), por ser a cultivar que representa as características típicas da espécie *C. arabica*. Mutações na cultivar Típica deram origem a outras cultivares, como Amarelo de Botucatu e Maragogipe.

Surgida em 1871, no município paulista de Botucatu, a cultivar Amarelo de Botucatu foi identificada em uma plantação da cultivar Típica. Certamente trata-se da primeira mutação da cultivar Típica no Brasil, também conhecida pelos nomes de Café Amarelo e Café de Botucatu. Apesar de ser uma mutação, Caminhoá a descreveu, em 1877, como espécie distinta (*C. xanthocarpa*); Barbosa Rodrigues, em 1894, a citou como variedade amarela. Froehner, em 1898, ignorando a descrição de Caminhoá a descreveu como cultivar distinta, adotando o nome *C. arabica* L. var. *amarela*.

A cultivar Maragogipe (*C. arabica* L. var. *maragogipe*) foi encontrada em 1870 por Erisógono José Fernandes, no município baiano de Maragogipe que deu origem ao nome da cultivar, espalhando-se por todas regiões produtoras de café do Brasil. Trata-se de uma mutação dominante, ocorrida na cultivar Típica, tendo porte, folhas, flores, frutos e sementes bem mais desenvolvidos que os desta cultivar. A produção dessa cultivar caracterizava-se por ser bem baixa, porém, várias linhagens foram isoladas na Seção de Genética do Instituto Agronômico de Campinas, com produção superior ao material original.

Reconhecendo a importância da cultura para o país e a necessidade de ampliar as opções de cultivares mais produtivas para plantio, em face do declínio da produção cafeeira por área, em 1859, o governo brasileiro providenciou a introdução da cultivar Bourbon Vermelho (C. arabica L. var. bourbon), da Ilha de Reunião, considerada de elevada produtividade. Pouco depois de introduzida no estado de São Paulo, espalhou-se a crença de que a cv. Bourbon do Brasil era um híbrido, hipótese também aceita pela maioria dos autores nacionais da época. Mais tarde ficou perfeitamente esclarecido que o café Bourbon se tratava de uma cultivar e não de um híbrido. Barbosa Rodrigues (1894), em Hortus Fluminensis, foi o primeiro a citar Bourbon como cultivar, identificando-a como Coffea arabica var. bourbon. O seu cultivo se expandiu rapidamente no estado de São Paulo, a partir de 1875. Mais tarde, em 1928, Choussy faz uma detalhada descrição da cultivar Bourbon, tendo o nome Bourbon sido mantido em vista da excelente descrição feita por Barbosa Rodrigues. O nome proposto por Choussy a partir daquela data foi C. arabica L. var. bourbon (B. Rodr.) Choussy.

Surgida no município paulista de Pederneiras, em 1930, na fazenda Santa Lúcia de propriedade da família dos Sales, a cultivar Bourbon Amarelo (*C.arabica* L. var. forma, *xanthocarpa*) tem sua origem pouco conhecida. Acredita-se que tenha se originado de hibridação natural entre 'Bourbon Vermelho' e 'Amarelo de Botucatu'. Os primeiros ensaios comparativos indicaram que 'Bourbon Amarelo' era mais produtiva do que a 'Bourbon Vermelho'. No ano de 1945, a Seção de Genética efetuou várias seleções nessa cultivar na região de Jaú, tendo as progênies sido estudadas em várias localidades e a partir desse trabalho foram selecionadas algumas progênies que se destacaram pela produtividade.

A cultivar Sumatra foi introduzida no Brasil em 1896, por Fonseca Costa & Cia., que receberam da Ilha de Sumatra amostras de sementes

desse café e plantaram em suas fazendas, no município de Barra Bonita. Esse material espalhou-se pelo estado de São Paulo por sua produção mais elevada do que a da cultivar Típica. A cultivar Sumatra é, possivelmente, uma linhagem da cultivar Típica, apresentando características muito semelhantes, destacando-se pelo porte um pouco mais alto e maior produção.

A cultivar Caturra Vermelho (*C. arabica* L. var. *caturra*) originou-se por mutação da cultivar Bourbon Vermelho, sendo primeiramente encontrada na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, na serra do Caparaó. Trata-se do primeiro mutante de porte reduzido com capacidade produtiva elevada, sendo intensivamente aproveitada, por esse motivo, nos programas de melhoramento do Instituto Agronômico de Campinas para a transferência da característica de porte baixo para outras cultivares. Sementes de plantas tipo caturra com frutos vermelhos ou amarelos provenientes de Siqueira Campos, estado do Espírito Santo, foram introduzidas no IAC, em 1937, onde foram selecionadas. O IAC distribuiu sementes das cultivares Caturra Vermelho e Caturra Amarelo a partir de 1949. Estas cultivares foram registradas em 1999, pelo IAC, no Registro Nacional de Cultivares (RNC), pertencente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Novas tentativas de ampliação da base genética do cafeeiro foram feitas, inclusive com material que não despertou interesse comercial, como as introduções de Murta, Polysperma, Laurina e Mokka, por exemplo.

A partir do início da década de 1930, com o estabelecimento do plano geral de melhoramento do cafeeiro pela Seção de Genética do IAC, o melhoramento genético foi abordado de forma bastante completa, contando com apoio de pesquisadores de áreas como citologia, fisiologia e estatística. O principal objetivo do programa iniciado em 1932 foi a obtenção de plantas mais produtivas, vigorosas e com um produto de boa qualidade. Paralelamente, outros projetos foram executados, visando, basicamente, à seleção para resistência às doenças e pragas, tamanho da planta, uniformidade de maturação de frutos e também componentes químicos das sementes, como a cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos, açúcares e sólidos solúveis.

Nos primeiros trabalhos, avaliaram-se progênies de plantas selecionadas de Bourbon Vermelho, Bourbon Amarelo e Sumatra. Novas progênies foram selecionadas nesses materiais e lançadas para plantio comercial, o que já constituiu um ganho para cafeicultura, especialmente nas seleções realizadas com a cultivar Bourbon Vermelho, distribuída pelo IAC a partir de 1939 e Bourbon Amarelo, distribuída a partir de 1945. Estas cultivares foram registradas pelo IAC em 1999, no Registro Nacional de Cultivares (RNC).

Nas décadas de 1940 e 1950, grandes avanços foram obtidos pelo programa de melhoramento genético do IAC com a seleção da cultivar Mundo Novo em lavoura comercial, resultante de um provável cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho. Posteriormente, com a obtenção da cultivar Catuaí em 1972 pela hibridação artificial entre as

cultivares Mundo Novo e Caturra Amarelo, verificou-se um salto na cafeicultura brasileira. Com a renovação das lavouras, no final dos anos 1960 e fim da década de 1970, praticamente todo o parque cafeeiro brasileiro passou a ser constituído por linhagens selecionadas das cultivares Mundo Novo e Catuaí, dando mostra da efetiva aceitação desses materiais pelos cafeicultores.

A história da cultivar Mundo Novo inicia-se no ano de 1943, quando técnicos do IAC tomaram conhecimento, por intermédio do engenheiro agrônomo Otávio Teixeira Mendes Sobrinho, da existência de uma lavoura da cultivar Sumatra que se destacava pela excelente produção. A plantação localizava-se na Fazenda Aparecida, pertencente ao Sr. Luís Crivelaro, no município paulista que na ocasião chamava-se Mundo Novo, passando a se chamar, mais tarde, Urupês. Em visita a essa plantação, os pesquisadores do IAC constataram que realmente os cafeeiros eram excepcionalmente desenvolvidos e produtivos, selecionando, na ocasião, 18 plantas identificadas com os números P374 a P391. Em relação à origem das sementes, para formar tal lavoura o proprietário informou que elas tinham vindo de Jaú e que, primeiramente, foram plantadas no sítio Brumado, também pertencente ao município Mundo Novo (Urupês) de onde foram tiradas sementes para a formação de sua lavoura. Mais tarde, os técnicos do IAC tomaram conhecimento de que as lavouras da região de Jaú, de onde se distribuíram sementes desse novo café, inclusive para a formação da lavoura em Mundo Novo, eram todas originadas de uma única planta, como relatado pelo Sr. Filomeno Bruno de Melo, proprietário do sítio Campos, no município de Mineiros de Tietê, próximo a Jaú. O proprietário relatou que sua lavoura, também de cafeeiros mais produtivos, foi formada com sementes vindas do sítio do Sr. Luís Lupi, também em Mineiros do Tietê e implantada com sementes de uma única planta existente na beira de um carreador sítio Santa Terra, localizado também em Mineiros do Tietê. Outras coletas foram feitas em propriedades agrícolas pertencentes aos municípios de Mineiros do Tietê e Mundo Novo (Urupês), onde foram colhidas sementes de vários cafeeiros.

Observações preliminares foram feitas pela equipe de pesquisadores da Seção de Genética do IAC, constatando-se tratar-se de uma população heterogênea. As plantas eram muito variáveis quanto ao porte, ao tipo de ramificação, à forma das folhas adultas, à coloração das folhas novas e, principalmente, com relação à produtividade, ao tamanho da semente e à porcentagem de grãos chochos. Algumas plantas assemelhavam-se à cultivar Sumatra, outras à cultivar Bourbon. A fim de resolver as dúvidas acerca da nova cultivar, a Comissão de Café do IAC resolveu denominá-la de Mundo Novo, nome do município onde foi encontrada pela primeira vez. Os materiais colhidos foram enviados para Campinas onde se iniciaram os trabalhos de análise genética da nova cultivar e, a partir dos resultados, chegou-se à hipótese mais aceita até os dias de hoje, de que a cultivar Mundo Novo se trata de um cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho.

Com os trabalhos de seleção realizados pela equipe de café do IAC

chegou-se às primeiras linhagens de Mundo Novo liberadas a partir de 1952 e cultivadas até os dias atuais. As melhores linhagens de Mundo Novo dessas primeiras seleções foram registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) em 1999.

Novas seleções de plantas matrizes de Mundo Novo foram realizadas em 1952, em várias propriedades agrícolas da mesma região de origem, tendo em vista a possibilidade de se obterem novas e mais promissoras seleções dessa cultivar. Dessa maneira, a partir de 1977 foram liberadas novas progênies da cv. Mundo Novo e a cultivar Acaiá, derivada da planta P 474 da população de Mundo Novo. Estas cultivares foram registradas, em 1999, no Registro Nacional de Cultivares (RNC).

A obtenção da cultivar Catuaí iniciou-se com a transferência dos alelos responsáveis pelo porte reduzido da cultivar Caturra Amarelo para Mundo Novo, realizada pela Seção de Genética do IAC. As primeiras hibridações foram realizadas no ano de 1949, utilizando a planta C 476-11 de Caturra Amarelo e a linhagem CP 374-19 de Mundo Novo e esse cruzamento recebeu o prefixo H 2077. As três plantas resultantes desse cruzamento inicial foram plantadas em campo no ano de 1952, destacandose a planta 2 pela produção e, principalmente, pelo tipo do grão, tendo sido denominada H 2077-2. As progênies da planta H 2077-2 foram plantadas em campo num ensaio de competição de produtividade, no qual a planta 5 se destacou e foi selecionada, recebendo a identificação de H 2077-2-5. A partir dessa planta, foram selecionadas, após várias gerações de seleção, as linhagens atuais de Catuaí, que foram identificadas, em 1999, como cultivares Catuaí Vermelho IAC 15, 24, 44, 51, 72, 81, 99 e 144 e Catuaí Amarelo IAC 17, 32, 39, 47, 62, 74, 86 e 100. Estas cultivares foram liberadas pelo IAC para o plantio a partir de 1972 e registradas, em 1999, no Registro Nacional de Cultivares (RNC). As progênies Catuaí Amarelo IAC 66 e Catuaí Amarelo IAC 28 estão também em fase de registro, pela excelente produção e qualidade da bebida.

O trabalho de melhoramento do cafeeiro executado até os dias atuais, no Brasil, resultou na obtenção de ganhos consideráveis em produtivídade, dos mais expressivos entre todos os programas de melhoramento vegetal de que se tem conhecimento. Um trabalho de avaliação de cultivares "antigas" e "melhoradas" foi instalado pelo Dr. Alcides Carvalho e sua equipe em vários locais, nas mesmas condições de plantio e sob os mesmos tratos culturais e composto por um grande número de colheitas. Nele, verificou-se que o potencial de produção das cultivares melhoradas foi cerca de 295% superior ao da cultivar Típica, primeira a ser plantada no Brasil, como ilustrado na Tabela 1.

TABELA 1 - Produção de cultivares de café, em quilogramas de café beneficiado/hectare/colheita. Média de vários experimentos e várias colheitas.

Cultivar	Produção (Kg/ha)	% relativa
Típica	562	100
Caturra	748	133
Sumatra	906	161
Bourbon Vermelho	1181	210
Bourbon Amarelo	1646	293
Mundo Novo	2220	395
Catuaí	2000	356
Icatu	2000	356

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (1981)

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES FILHO, H. & CARVALHO, A. Análises de produção de progênies e híbridos de café Bourbon. Bragantia, Campinas, 16: 175-95, 1957.

CARVALHO, A. Evolução nos cultivares de café. **O agronômico**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 7-11, 1985.

CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. VI- Estudo e interpretação, para fins de seleção de produções individuais na variedade Bourbon. **Bragantia**, Campinas, v. 12, n. 4/6, p. 179-200, 1952.

CARVALHO, A. Espécies e variedades. In: GRANER, E. A. & GODOY JUNIOR, C. Coord. **Manual do cafeicultor**. São Paulo, Edições Melhoramentos, 1967. p. 17-40.

CARVALHO, A. Histórico do desenvolvimento do cultivo do café no Brasil. Campinas, IAC, **Documentos IAC, 34**, 1993. 7p.

CARVALHO, A.; COSTA, W. M. & FAZUOLI, L. C. Comportamento do Híbrido de Timor, de híbridos envolvendo esse cultivar e outras combinações com resistência a Hemileia vastatrix. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9, São Lourenço, 1981. **Resumos**... Rio de Janeiro, IBC/ GERCA, 1981. p. 182-185.

- CARVALHO, A. & FAZUOLI, L. C. Café. In: FURLANI, A. M. C. & VIÉGAS, G. P. (Ed.). **O Melhoramento de Plantas no Instituto Agronômico**. Campinas, Instituto Agronômico, 1993. p. 29-76.
- CARVALHO, A.; ANTUNES FILHO, H.; MENDES, J. E. T.; ALOISI SOBRINHO, J.; MORAES, M. V.; NOGUEIRA, R. K. & ROCHA, T. R. Melhoramento do cafeeiro. XIII. Café Bourbon Amarelo. **Bragantia**, Campinas, 16(28): 411-454, 1957.
- CARVALHO, A.; KRUG, C. A.; MENDES, J. E. T.; ANTUNES FILHO, H.; MORAIS, H.; ALOISI SOBRINHO, J.; MORAIS, M. V. & ROCHA, T. R. Melhoramento do cafeeiro. IV-Café Mundo Novo. **Braganti**a, Campinas, v. 12, n. 4/6, p. 97-129, 1952.
- CARVALHO, A. & MONACO, L. C. Transferência do fator caturra para o cultivar Mundo Novo de Coffea arabica. **Bragantia**, Campinas, v. 31, n. 31, p. 379-399, 1972.
- CARVALHO, A.; MONACO, L. C. & ANTUNES FILHO, H. Melhoramento do cafeeiro. XV Variabilidade observada em progênies de café. **Bragantia**, Campinas, v. 18, n. 26, p. 373-386, 1959.
- CARVALHO, A.; MONACO, L. C. & FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro. XXXIX- Produtividade e características de progênies  $S_2$  e  $S_3$  de Mundo Novo e Bourbon Amarelo e de híbridos entre esses cultivares. **Bragantia**, Campinas, v. 37, n. 15, p. 129-138, 1978.
- CARVALHO, A.; MONACO, L. C. & FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro. XL Estudos de progênies e híbridos de café Catuaí. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 22, p. 202-216, 1979.
- CARVALHO, A; MONACO, L. C.; FAZUOLI, L. C.; COSTA, W. M. Da & MEDINA, H. P. Variabilidade na produção em progênies do cafeeiro Mundo Novo. Bragantia, Campinas, v. 4, n. 32, p. 509-517, 1984.
- CARVALHO, A.; SCARANARI, H. J.; ANTUNES FILHO, H. & MONACO, L. C. Melhoramento do cafeeiro. XXII Resultados obtidos no ensaio de seleções regionais de Campinas. Bragantia, Campinas, v. 20, n. 30, p. 711-740, 1961.
- CARVALHO, M. M.; SOUZA, P. & OLIVEIRA, J. M. Comportamento de 25 progênies do cultivar Mundo Novo (Coffea arabica L.) em Lavras, Minas Gerais. Agros, Lavras, v. 4, n. 2, p. 40-51, 1974.
- CARVALHO, M. M.; SOUZA, P. & OLIVEIRA, J. M. Comportamento de progênies do cultivar Catuaí (Coffea arabica L.) em Lavras, Minas Gerais. Agros, Lavras, v. 5, n. 1, p. 3-14, 1975.

- FAZUOLI, L. C. Avaliação de progênies de café Mundo Novo (Coffea arabica L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1977. 146p. (Dissertação de Mestrado).
- FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. & YAMADA, T. Ed. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 86-113.
- FAZUOLI, L.C.; MEDINA FILHO, H.P.; GONÇALVES, W.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M.B. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agronômico de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. UFV Viçosa/MG. 2002. p.163-215.
- FAZUOLI, L. C.; SILVAROLLA, M. B.; SALVA, T. J. G.; GUERREIRO FILHO, O.; MEDINA FILHO, H. P.; GONÇALVES, W. Cultivares de Café arábica do IAC: Um patrimônio da cafeicultura brasileira. **Boletim O Agronômico**. v. 59, n. 1, Campinas, SP, p. 12-15, 2007 a.
- KRUG, C. A. Genética de Coffea. Plano de estudos em execução no Instituto Agronômico. Piracicaba, IAC, 1936. 39p. (Boletim Técnico, 26).
- KRUG, C. A. Taxonomia de Coffea arabica L. Descrição das variedades e formas encontradas no Estado de São Paulo. Campinas, IAC, 1939. 57p. (Boletim Técnico, 62).
- KRUG, C. A.; MENDES, J. E. T. & CARVALHO, A. A Taxonomia de Coffea arabica L. var. Caturra e sua forma xanthocarpa. Bragantia, Campinas, v. 9, n. 9/12, p. 157-163, 1949.
- MENDES, J. E. T. Melhoramento de Coffea arabica L. var. bourbon. Bragantia, Campinas, v. 1, n. 1, p. 3-35, 1941.



#### MELHORAMENTO DO CAFÉ ARÁBICA AO LONGO DOS ANOS

Herculano Penna Medina Filho Rita Bordignon

# INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas cultivares se faz por meio dos processos de melhoramento genético. A idéia inicial que se tem do melhoramento genético de uma cultura é a de um processo de modificação das plantas, visando aumentar diretamente a produção. Realmente, é este, historicamente, o primeiro procedimento para desenvolver cultivares melhoradas. Com o advento da genética, em 1900 e o subseqüente aprimoramento dos métodos de seleção com avaliações biométricas, novos critérios foram incorporados, principalmente visando resistência a pragas e doenças que reduziam diretamente a produção. Posteriormente, ênfase foi dada também à tolerância a estresses ambientais, como uma estratégia para diminuir riscos de perdas de produção devido a variações incontroláveis do ambiente como seca, frio, ventos, etc.

Com a necessidade de expansão da agricultura, passaram a ser também metas dos programas de melhoramento a tolerância a condições edafoclimáticas mais extremas, desenvolvendo-se cultivares mais tolerantes a solos ácidos e com menor retenção de água ou em regiões climáticas marginais à cultura. Com o aumento do valor das terras, dos insumos e da mão-de-obra agrícola, os melhoristas passaram a preocuparse em incrementar a produtividade por área, redirecionando o melhoramento da produção individual das plantas para a produtividade da população de plantas por área, com o clássico desenvolvimento de cultivares atreladas a recomendações de espaçamentos e práticas culturais específicas. Uma evolução no melhoramento incorporou aos seu objetivos o conceito de rentabilidade em que é importante não somente a produção individual, a produtividade por área e a tolerância a pragas e estresses mas também a rentabilidade final da atividade agrícola. Essa é uma

preocupação que anteriormente era mais pertinente ao setor produtivo e fitotécnico, mas que, atualmente, incorpora-se também ao melhoramento. Assim, o melhoramento genético visa à obtenção de novas cultivares melhoradas de forma mais objetiva, como parte de um conjunto de recomendações e procedimentos técnico-científicos que levam em consideração as condições mais apropriadas para a manifestação do máximo potencial genético da cultivar, como regiões de cultivo, condições edafoclimáticas, espaçamentos, tratos culturais e também o nicho mercadológico a que se destina o produto final.

Pode-se aumentar a rentabilidade da cultura aumentando-se a quantidade produzida, a qualidade do produto, diminuindo a necessidade de insumos ou introduzindo modificações nas plantas que simplifiquem processos de condução da lavoura ou da pós-colheita. Neste último caso, ganhos consideráveis de rentabilidade podem ser obtidos por meio do melhoramento genético que resulte em aumento do valor agregado do produto ou em maior eficiência de um componente de alto custo operacional da cultura. São exemplos desse tipo de desenvolvimento as cultivares de tomate rasteiro que dispensam o estaqueamento e que são colhidas mecanicamente; a variedade IAC 600 de arroz preto aromático que, embora produza menos que outras, é comercializado a preço várias vezes superior e o conhecido café Catuaí, cujo porte baixo diminui o custo da colheita. É nesse contexto que se insere o melhoramento genético do café arábica, cujos conceitos básicos, métodos e problemas associados são aqui apresentados de forma sucinta, no intuito de fornecer uma informação geral e sintética sobre tão vasto assunto. Aos leitores interessados em maiores detalhes recomenda-se a bibliografia listada nas referências, nas quais os temas aqui tratados são discutidos com maior profundidade e com citações bibliográficas específicas.

# **INFORMAÇÕES BÁSICAS**

O cafeeiro arábica (*Coffea arabica*), família Rubiaceae, é nativo dos altiplanos do sudeste da Etiópia e montanhas circunvizinhas do Sudão e do Quênia, em altitudes entre 1.000 e 2.000 metros. Nessa região, conhecida como "teto do mundo", ocorrem vários tipos subespontâneos e que compõem a variabilidade natural de *C. arabica*, reservatório genético da espécie. Existem outras espécies de café, quase noventa pertencentes ao gênero *Coffea*, nativas da África intertropical, Ilhas Mascarenhas, Madagascar e Comoro e que constituem a biodiversidade genética do gênero juntamente com alguns de seus representantes em coleções vivas chamadas bancos de germoplasma, mantidos nos centros de pesquisas. Esses materiais são importantíssimos para o melhoramento do café, pois é nessa biodiversidade que se encontram os genes para resistência às novas pragas, doenças, condições ambientais adversas, qualidade e praticamente qualquer outra característica que porventura seja necessário conhecer, hoje ou futuramente, para atender à demanda dos agricultores,

dos industriais ou dos consumidores.

Todas essas espécies são diplóides, isto é, possuem 22 cromossomos somáticos, exceto *C. Arabica*, que é tetraplóide, com 44 cromossomos, dos quais 22 vieram de *C. eugenioides*, uma espécie silvestre de café e os outros 22 de *C. canephora* (café robusta) ou de *C. congensis*, uma espécie muito próxima ao robusta. Com raras exceções, as espécies diplóides são auto-incompatíveis, isto é, só produzem grãos quando a planta é polinizada por outra planta da mesma espécie. O café arabica, ao contrário, é autocompatível, sendo 90% ou mais de seus grãos formados por autopolinização e os remanescentes oriundos da polinização por outras plantas, favorecida pela gravidade, vento e insetos, principalmente as abelhas. A polinização cruzada, embora pequena, é suficiente para promover certa variabilidade nas progênies. De fato, esse mecanismo é responsável pela origem de novas cultivares que surgiram como recombinantes de cruzamentos naturais entre cultivares diferentes plantadas na mesma localidade.

As flores do cafeeiro são completas, isto é, possuem os órgãos masculinos e femininos que se tornam receptivos pouco antes da flor abrir e assim permanecem por cerca de uma semana. Por essa razão, para se realizarem cruzamentos artificiais no café arábica, dois a três dias antes da flor abrir, removem-se as anteras que iriam produzir o pólen, deixando-se somente o estigma, que é a parte feminina. Protegem-se, então, essas flores emasculadas com sacos de papel, que são abertos quatro dias depois para introduzir o pólen da cultivar com a qual se deseja realizar o cruzamento. Fecha-se novamente o saco de papel, removendo-o somente após 10 dias, quando já não existe perigo de um pólen estranho contaminar o cruzamento.

O fruto do café é botanicamente descrito como uma drupa bilocular com dois óvulos que se localizam no interior de duas lojas. Por essa razão, produzem, normalmente, duas sementes que resultam da fertilização desses óvulos pelos núcleos dos grãos de pólen.

O café em coco é o fruto inteiro seco. No preparo do café por via úmida, removem-se as estruturas externas, deixando-se o endocarpo do fruto, que é o pergaminho e, portanto, um tecido da planta mãe, e o grão propriamente dito, constituído do endosperma e do embrião da semente que se originaram da fecundação do óvulo pelo pólen e de uma fina camada externa remanescente do perisperma da planta mãe, chamada de película prateada. Esse perisperma é a estrutura verde-clara translúcida que preenche os grãos de café já desenvolvidos, antes de o endosperma se desenvolver. O endosperma é inicialmente branco, leitoso e, finalmente, se torna o próprio grão do café. O fruto normalmente possui dois grãos elípticos. Quando ocorre o aborto do endosperma de uma semente do fruto, este ficará com uma loja vazia. Na prática, esses frutos são chamados de "bóia". Em alguns casos, as duas sementes abortam, resultando nos chamados frutos "chochos", sem nenhum grão e que também são chamados bóia por flutuarem no lavador. Se ocorrer falta de fertilização, aborto ou o colapso de um dos endospermas bem no início do

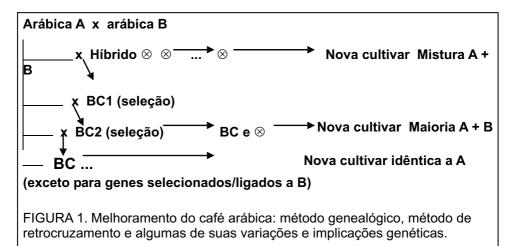
desenvolvimento do fruto, o grão remanescente cresce, ocupando a sua própria loja e ainda parte da outra, resultando, então, no conhecido grão moca. Bóias e mocas são indesejáveis, pois, entre outros problemas, reduzem o rendimento grão:palha.

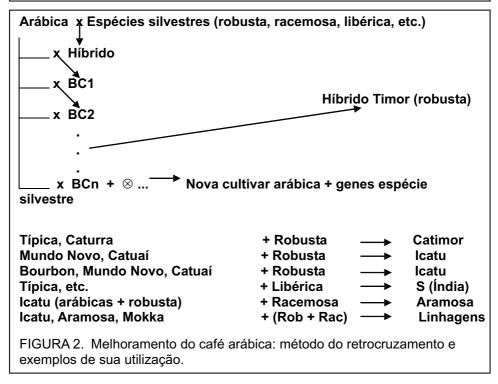
# MÉTODOS DE MELHORAMENTO E CONSIDERAÇÕES RELACIONADAS

Uma vez que o cafeeiro arábica se reproduz preponderantemente por autofecundação e comercialmente é propagado por sementes, as estratégias de melhoramento genético visam ao desenvolvimento de cultivares altamente homozigotas para que, por sementes, dêem, naturalmente, origem a lavouras uniformes. Embora a heterose ou o chamado "vigor de híbrido" ocorram em alguns cruzamentos, a propagação vegetativa de híbridos especiais ou heteróticos não é, até o presente, atividade comercialmente atrativa no Brasil.

Os métodos usuais de melhoramento de C. arabica são esquematicamente mostrados nas Figuras 1 e 2. Constam, normalmente, de uma ou várias hibridações (x) seguidas ou alternadas com seleções genealógicas. É frequente também o método de retrocruzamentos (BC) conduzido seguidamente por várias gerações ou com número variável de gerações de autofecundações () entre as gerações de retrocruzamentos. A escolha de um ou outro método e de suas várias alternativas depende do tipo e da fonte de variabilidade que se está utilizando, bem como do objetivo final do melhoramento que se pretende alcançar. Quanto maior o número de retrocruzamentos, maior é a proporção de genes da cultivar recorrente, no caso da Figura 1, a cultivar A. Se o processo envolver muitos retrocruzamentos para a cultivar A, obtém-se, no final, uma nova cultivar idêntica a A, exceto para aqueles genes da cultivar B que se quer transferir e que foram selecionados durante várias gerações de retrocruzamentos e aqueles geneticamente fortemente ligados ao gene transferido. Entre as diversas gerações conduzidas pelo método genealógico, não raro são realizadas oportunas seleções de plantas consideradas "fora de tipo", aproveitando, assim, a ocorrência de mutações ou de cruzamentos naturais.

O método de retrocruzamento é a estratégia normalmente usada quando se quer transferir uma característica condicionada por um gene simples que se encontra em *C. arabica* ou em alguma linhagem em que essa característica já foi previamente introgredida ou que se encontra em uma cultivar exótica não adaptada, ou ainda em outra espécie ou derivativos dela. Exemplos desse caso são mostrados na Figura 2. No caso de cruzamentos com outras espécies, às vezes, é de interesse, entre as primeiras gerações de retrocruzamentos (BC), alternarem-se uma ou várias gerações de autofecundações (), o que promove oportunidade máxima para recombinação e expressão de características não observadas nos pais. Esse fenômeno, denominado "novel variation", foi descrito e muito bem estudado no tomateiro, família das Solanáceas, que é geneticamente





muito próxima às Rubiáceas, como explicado no item "Perspectivas futuras". Hibridação seguida de seleção genealógica é usada principalmente quando as duas cultivares envolvidas no cruzamento têm poucos atributos complementares. Cruzamentos em seqüência, alternados com autofecundações, são utilizados principalmente quando se quer reunir características favoráveis presentes em várias cultivares diferentes ou para acumular, em uma cultivar, várias características de herança simples encontradas em cultivares diferentes. Existem diversas variações nessas metodologias que servem para melhor conduzir o programa de seleção e

melhor adequá-lo a situações genéticas e objetivos específicos.

Abelhas podem trazer pólen de campos localizados a 1 km de distância e o vento carregá-lo até 100 metros. Por essa razão, sementes genéticas ou aquelas que constituirão campos para produção de sementes devem ser obtidas por autofecundações controladas ou em campos geograficamente isolados para se evitarem os cruzamentos naturais. Esses procedimentos são especialmente indicados para a produção de sementes de cultivares de frutos amarelos, de porte alto ou que possuam outra característica recessiva, pois as plantas oriundas de cruzamentos espúrios se mostrarão fora de tipo e ficarão evidentes no subseqüente campo comercial.

#### **OBJETIVOS E PROBLEMAS ASSOCIADOS AO MELHORAMENTO**

### Produção, vigor e características associadas

A observação visual cuidadosa e detalhada das plantas no campo é muito importante durante o processo de melhoramento, pois é a base de uma seleção prática e eficiente. Notas atribuídas ao vigor são, normalmente, correlacionadas à produção nas fases finais de avaliação de linhagens. Plantas adultas de café normalmente alternam anos de baixa e alta produção, nos quais as grandes diferenças entre uma planta ou uma linhagem mais produtiva e uma menos produtiva são mais bem percebidas nos anos de alta produção. Por essa razão, seleções de plantas individuais são realizadas em anos de alta produção, nos quais as plantas expressam seu máximo potencial genético. A seleção de progênies ou a escolha de plantas para cruzamentos é, entretanto, realizada com maior eficiência, se for baseada no histórico de produção. Adicionalmente, é bastante interessante levar-se também em consideração, na escolha dos pais que serão cruzados, o vigor, a ramificação secundária, o número de flores por inflorescência, o número de inflorescências por axila foliar e a porcentagem de frutificação, no intuito de se identificarem plantas com componentes complementares para alta produção.

No cafeeiro, a influência do ambiente, principalmente na produção, é bastante elevada. Por essa razão, plantas a serem selecionadas são mais bem escolhidas quando se estudam suas progênies. A seleção final de linhagens é feita com base em ensaios com repetições em vários locais onde a produção é seguida por, no mínimo, cinco a seis anos, pois vários estudos indicam que as progênies mais produtivas ao longo de seis anos são também as melhores aos vinte anos de produções consecutivas. Algumas progênies se tornam superiores somente a partir da 15ª colheita, porém, não são comercialmente atrativas se as compararmos com aquelas que são mais produtivas logo nos primeiros anos, muito embora se equiparem ao longo de quinze anos. Durante as seleções ou, pelo menos, antes do lançamento da cultivar, é necessário também avaliar pormenorizadamente o tipo de grão, a porcentagem de bóia, concha e moca em, pelo menos, três anos normais. Isso, principalmente se a cultivar

for resultante de programas de introgressão de genes de espécies silvestres, o que poderia levar a irregularidades meióticas ou auto-incompatibilidade.

#### Porte das plantas

O porte atingido pelas plantas adultas determina o espaçamento ótimo de instalação da cultura e a subseqüente produção por área, em determinada condição de manejo. É extremamente importante para as operações de colheita e tratos culturais. O café Típica, as cultivares antigas e as introduções da Etiópia têm porte alto. O porte baixo é desejável, sendo característica controlada, principalmente, por quatro fatores dominantes e independentes, Caturra (Ct), São Bernardo, (Sb), Villa Lobos (V) e San Ramon (Sr), que encurtam os internódios dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, tornando as plantas mais baixas e mais compactas. Por isso, são mais apropriadas para plantios adensados, o que resulta em maior produção por área.

Esse tipo de planta mais compacta deve-se ao fato de as flores e, conseqüentemente, os frutos se originarem nas axilas das folhas que nascem nos nós e não nos entrenós que são encurtados por esses fatores. Por essa razão, a disposição dos frutos no ramo fica também mais compacta. As cultivares Pacas de El Salvador e Villa Sarchi da Costa Rica têm também porte baixo; porém, isso é determinado pelo mesmo alelo Ct, encontrado e descrito na cultivar Caturra. A intensidade de redução dos entrenós determinada por Ct, Sb, Vl e Sr não é a mesma. Além disso, outras características, como o tipo de folha e a forma das plantas, são também diferentes quando se inserem esses diferentes fatores numa mesma cultivar.

# Época de maturação

Essa é uma característica de grande importância. As cultivares precoces permitem colheitas antecipadas e, em regiões limites de alta altitude, onde se obtêm as melhores qualidades de bebida, a maturação é atrasada, mas o florescimento é normal. Essas duas fases não devem, porém, coincidir. As cultivares atuais mais produtivas são, geralmente, de maturação média ou tardia. Seria muito interessante o desenvolvimento de cultivares altamente produtivas, como a 'Obatã' e a 'Mundo Novo', porém, bem precoces como as cultivares Bourbon. A colheita é uma operação cara, demorada, porém, crucial para a obtenção de boa qualidade da bebida, pois os frutos verdes, passas ou que demoram a ser processados após a colheita têm aspecto e bebida prejudicados. Na mesma propriedade, cultivares de diferentes épocas de maturação permitem melhor planejamento do tempo de colheita e utilização das estruturas de póscolheita e processamento, permitindo, assim, que se faça uma colheita com a maior quantidade possível de frutos no ponto ideal de maturação. A época de maturação varia com as condições climáticas prevalentes na época de formação dos frutos e, na mesma localidade, está sujeita a consideráveis variações de ano para ano.

#### Uniformidade de maturação

Na mesma cultivar e dentro de uma mesma planta existem também variações de maturação conforme a posição dos ramos na planta, a posição dos frutos no ramo e também variações devido aos diversos florescimentos que normalmente ocorrem. A uniformidade da maturação é também uma característica que se considera durante o processo de seleção, principalmente naquelas situações em que se realiza apenas uma colheita e onde se adota o processamento por via seca. O processamento por via úmida, que produz o café despolpado e o cereja descascado, resolve, em parte, o problema da maturação não uniforme, ao permitir a separação do café verde e passa. Porém, não elimina o deságio no valor dos lotes desses cafés colhidos em estádios inadequados de maturação.

# Resistência à ferrugem

A ferrugem-alaranjada do cafeeiro, doença econômica e ecologicamente importante para os países produtores, é causada por um fungo obrigatório (*Hemileia vastatrix*) que permanece nas plantas durante todo o ano, causando maior ou menor dano conforme a produtividade, a região e a época do ano agrícola, estando presente nas principais regiões produtoras do mundo na forma de diferentes misturas de raças. Existem muitas raças fisiológicas da ferrugem que são determinadas por diferentes combinações de seus alelos *v*. A presença de alelos específicos *v* no fungo determina o desenvolvimento da doença ao encontrar na planta um alelo de resistência *SH*. Para cada alelo *v* do fungo existe um correspondente alelo *SH* na planta. Já foram identificados nove e, possivelmente, outros genes *SH* no gênero *Coffea*. Considerando—se nove genes *SH* no café e seus correspondentes nove *v* na ferrugem, têm-se, teoricamente, 512 possíveis raças de ferrugem. Até agora, foram identificadas somente 45 delas, nos diferentes países produtores, sendo 17 no Brasil.

A maior diversidade de raças é encontrada na Índia, onde os trabalhos de melhoramento de cultivares resistentes são enormemente dificultados. Os fatores  $SH_1$ ,  $SH_2$  e  $SH_4$  são encontrados em introduções de C. arabica da Etiópia.  $SH_5$  se encontra normalmente presente nas nossas cultivares comerciais.  $SH_3$ , encontrado em C. liberica, foi introduzido no café arábica na Índia e, aqui no Brasil, está sendo transferido para cultivares tradicionais.  $SH_6$ ,  $SH_7$ ,  $SH_8$ ,  $SH_9$  e, possivelmente, outros vieram de C. canephora e foram introduzidos em diversas combinações em C. arabica no desenvolvimento das linhagens de Icatu e estão presentes também nas cultivares derivadas do Híbrido de Timor derivado do cruzamento natural do Típica com C. Canephora, encontrado, em 1927, no Timor português.

O fungo da ferrugem está em constante mudança por razões pouco entendidas, incluindo mutações, recombinações genéticas ou a própria seleção de tipos raros encontrados nas misturas de raças. Essas mudanças resultam na freqüente detecção de novas raças que passam a infectar as cultivares até então selecionadas para resistência a esse fungo. Atualmente,

o fator  $SH_3$  parece ainda um dos mais promissores porque, até o presente, as raças da ferrugem que ocorrem do Brasil não possuem o fator  $v_3$  e, portanto, não conseguem infectar plantas portadoras de SH<sub>3</sub>. Os fatores SH<sub>6</sub>, SH<sub>7</sub>, SH<sub>8</sub>, SH<sub>9</sub> e suas combinações diversas, inclusive com o SH<sub>3</sub>, têm sido uma estratégia de desenvolvimento de novas cultivares com resistência à ferrugem, possivelmente de maior longevidade. O melhoramento para a ferrugem, ao utilizar esses alelos oriundos de outras espécies, se torna mais complexo, pois, ao se transferir a resistência à ferrugem, frequentemente também se transferem características indesejáveis a ela associadas. Não raro, é mais fácil incorporar a desejada resistência em uma cultivar que desincorporar geneticamente dessa nova cultivar as características indesejáveis que involuntariamente foram também transferidas. Na maioria das vezes que isso ocorre, o fato se deve à "ligação genética", isto é, genes que determinam essas características indesejáveis se encontram, nos cromossomos, muito próximos ao gene de resistência que se está transferindo. Assim, as plantas selecionadas portadoras da resistência são também portadoras das características indeseiáveis.

# Resistência ao bicho-mineiro (Leucoptera coffeella)

O bicho-mineiro é a principal praga que ataca nossos cafezais. Sua importância aumentou muito após a utilização dos cúpricos para controlar a ferrugem. Todas as cultivares recomendadas são suscetíveis. A mais importante fonte de resistência a essa praga é *C. racemosa*, uma espécie silvestre decídua, nativa de Moçambique, na qual as lagartas do bichomineiro têm reduzido desenvolvimento quando no interior de suas folhas. Em longo processo de retrocruzamentos, autofecundações e seleção de segregantes com lesões mais reduzidas, essa resistência está sendo transferida principalmente para a cultivar Catuaí.

#### Tolerância aos nematóides

O ataque das raízes por esses parasitas é observado em várias regiões brasileiras e em diversos países onde causam consideráveis danos econômicos, pois não podem ser erradicados ou quimicamente controlados no solo. Conforme a espécie prevalente e o nível de infestação, os nematóides podem inviabilizar a cultura do café, a não ser que se utilizem porta-enxertos resistentes. No Brasil, infestações observadas por nematóides no cafeeiro devem-se às espécies *Pratylenchus brachyurus*, *P. coffeae*, duas raças de *Meloidogyne exigua*, três raças de *M. incognita* e *M. paranaensis*. As duas últimas são as de maior importância econômica. Resistência ao *M. exigua* é encontrada em várias espécies diplóides, em arábicas da Etiópia, em algumas lcatu e no Híbrido de Timor. Resistência ou tolerância ao *P. brachyurus* são encontradas, entre outras, na cultivar Tupi e às várias raças de *M. incognita* e *M. paranaensis*, na cultivar Apoatã de *C. canephora*. A Apoatã foi selecionada para resistência e é recomendada como porta-enxerto para o arábica.

O melhoramento para resistência ou tolerância aos nematóides é extremamente complexo por várias razões. Diferentes espécies, raças e biótipos de nematóides vivem no solo em misturas diversas, conforme a região. Existe pouco conhecimento científico sobre a genética da resistência, exceto com respeito ao *M. exígua*. A caracterização dos nematóides é difícil. Ocorre, nesses organismos, a reprodução sexuada e a assexuada. Além disso, ocorre ampla variação morfológica e cromossômica entre indivíduos da mesma espécie. Sucessivos ciclos de intercruzamentos entre plantas resistentes de Apoatã, oriundas de estacas selecionadas em diferentes regiões infestadas, têm gradualmente elevado a resistência desse porta-enxerto, provavelmente devido ao acúmulo de diferentes fatores genéticos para resistência.

# Resistência à broca dos frutos (Hypothenemus hampei)

Essa praga também é um conhecido problema das lavouras de café, necessitando, para seu controle, de inseticidas, de práticas culturais adequadas ou da ação eficaz de predadores naturais já há muitos anos introduzidos no país pelo Instituto Biológico. A praga é problema maior nos cafés robusta e nos sombreados. Todas as cultivares são atacadas e a resistência genética tem sido intensamente procurada. Recentemente, estudos do IAPAR indicaram que algumas espécies diplóides se mostraram livres do ataque dessa praga, mesmo em condições forçadas. Essas espécies, se confirmadas, se constituiriam em importantes fontes de variabilidade para o desenvolvimento de cultivares de café arábica e robusta resistentes à broca.

# Tamanho do grão

Em alguns mercados especiais, grãos maiores obtêm melhores preços. O tamanho médio do grão varia com a idade e a posição na planta, o ano, a produção e as condições gerais de crescimento na época em que se dá o desenvolvimento do endosperma da semente. Os tamanhos extremos de grãos têm um controle genético simples, mas, normalmente, estão associados a outras características. O genótipo *mo mo*, conhecido como Mokka, determina uma redução da peneira média de 16-17 para 13-14, torna os grãos arredondados em vez de elípticos, melhora a qualidade, porém, reduz a produção em mais de 30%. Por outro lado, plantas portadoras do alelo Maragogipe (*Mg*) têm a peneira média elevada para 19-20, porém, a produção é diminuída devido à redução no número de flores e também no pegamento dos frutos. Variações menores, entre 15 e 17, parecem mais devido a fatores quantitativos. Os tipos Bourbon (*tt*), com boa qualidade de bebida, têm peneira média 16, um pouco menor que a do Típica (*TT*), com peneira 16-17.

#### Renda e rendimento intrínseco

O rendimento ou renda do café é uma relação entre duas quantidades de tipos de café. Assim, o rendimento pode ser a relação do volume ou peso de cafés cereja, coco ou beneficiado. Normalmente, o rendimento ou,

simplesmente, a "renda", é a relação entre o peso do grão de café limpo e o da palha que sobra do beneficiamento. Maior ou menor rendimento não são, porém, simples relações café em coco ou cereja/café beneficiado. Existem implicações importantes dela decorrentes. A principal é que ela afeta a rentabilidade final do produtor em intensidade maior que aparenta. Não raras ocasiões, o custo operacional da produção de café é bem próximo à receita obtida com a venda do produto. Custos operacionais incluem os diversos insumos para condução da lavoura, produção, colheita, transporte, secagem, armazenamento, beneficiamento e, inclusive, transporte da palha que sobra do beneficiamento de volta ao campo. Portanto, esses custos incidem para produzir o fruto inteiro, mas a receita vem da venda dos grãos, que corresponde a apenas cerca de 50% do fruto. Assim, mantendose fixas as demais variáveis, ao se reduzir a proporção palha:grão, aumenta-se a rentabilidade final.

A renda ou a proporção palha: grão do café dependem, principalmente, de três porcentagens. A primeira é a de frutos bóia que compreendem os frutos chochos, cujo rendimento é 0% e aqueles com uma loja vazia, portanto, com um só grão cujo rendimento é cerca de 25% se o rendimento dos frutos normais que encerram dois grãos tipo chato for de 50% (renda 20). A segunda porcentagem depende da proporção de grãos moca, que são grãos produzidos em frutos com apenas um grão, devido ao aborto em uma das duas lojas do fruto em uma fase inicial do desenvolvimento. O grão moca que se desenvolve na outra loja do fruto atinge um tamanho que não chega a compensar o grão faltante. Na mesma planta, os frutos contendo um grão moca têm rendimento 25% menor que aqueles que contêm dois grãos chatos. No processo de seleção, procura-se eliminar as plantas que, por problemas genéticos, produzem altas quantidades de bóia e moca para não reduzir o rendimento final. Pode-se também aumentar o rendimento final e, consequentemente, a rentabilidade do produtor, selecionando-se plantas com frutos de maior "rendimento intrínseco", ou seja, com maior proporção entre seus dois grãos chatos e as demais estruturas ou palha do fruto. Existe considerável variabilidade passível de seleção para essa característica no germoplasma de C. arabica e também entre as espécies diplóides.

#### Porta-enxertos

Um componente importante da produção e de várias características agronômicas das cultivares é reflexo dos atributos de seu sistema radicular. Em fruticultura e olerícolas emprega-se regularmente a enxertia, visando reunir, em uma planta, as vantagens fitotécnicas do sistema radicular de um determinado genótipo e as boas características comerciais da variedade copa. Em alguns casos, como nos citros, a interação copa/porta-enxerto determina a época de colheita, o teor de açúcares, a coloração e a dispensa da irrigação, entre outros.

Os estudos sobre a enxertia no café iniciaram-se há muito tempo, porém, a utilização prática mais intensa deu-se com a difusão da técnica da enxertia hipocotiledonar, visando ao controle de nematóides em áreas

infestadas. Existem estudos mostrando que, em solos livres de nematóides, porta-enxertos de *C. canephora* e *C. congensis* influenciaram características vegetativas e fisiológicas da copa de *C. arabica* sobre eles enxertados. Investigações outras em germoplasma bastante diverso com outras espécies, híbridos e seus derivativos mostraram que a variabilidade para o sistema radicular induz, da mesma forma, a variabilidade das copas sobre eles enxertadas. Essas pesquisas estão ainda no início, porém, os resultados indicam que o melhoramento para porta-enxerto poderá trazer reais benefícios para a cultura do café, principalmente em situações de estresses em novas regiões edafoclimáticas. O melhoramento para porta-enxertos deve, diferentemente do melhoramento normal de arábica, estar associado a estratégias eficientes de clonagem prévia dos porta-enxertos testados, pois, mais tarde, a seleção individual do porta-enxerto se dará a partir da resposta observada na copa de uma cultivar comercial sobre ele enxertada.

#### Qualidade da bebida

Esta é, normalmente, boa entre as cultivares de *C. arabica*. Problemas são normalmente associados a algumas cultivares com introgressão de genes das espécies diplóides ou a situações de regiões, colheita ou processamento inadequados.

As cultivares do tipo Bourbon, nos mercados de cafés especiais, têm renomada fama de produzirem boa bebida. Como são cultivares precoces e as mais adaptadas às regiões limítrofes de alta altitude, parte desse consenso de produtor de boa bebida deve-se às condições superiores de cultivo, favorável ao desenvolvimento do bom aroma, corpo e sabor da bebida do café. Em regiões de altitudes não limitantes, cultivares mais modernas e bem mais produtivas que os Bourbons podem, em condições comerciais, produzir também infusões de ótima qualidade, como se tem visto nos recentes concursos de qualidade.

É interessante notar que, por outro lado, parte dessa boa qualidade das cultivares mais modernas pode ser devido à própria constituição genética do Bourbon, pois essa cultivar entra em considerável proporção na constituição genética das novas cultivares. O melhoramento para a qualidade de bebida geneticamente superior é um processo de difícil execução, pois a qualidade que se avalia nos testes de bebida sofre considerável influência do ano agrícola, incidência de pragas e moléstias, altitude, práticas culturais, circunstâncias em que foi realizada a colheita, métodos e condições de processamento. Além disso, diferenças sutis nas qualidades organolépticas são difíceis de serem caracterizadas criteriosamente em grande número de progênies ou plantas individuais. Não raro, a mesma amostra, submetida a diferentes provadores, recebe classificações variadas, dificultando a seleção pelos melhoristas.

É consenso, entretanto, que o Bourbon tem realmente qualidade geneticamente superior, assim como também é a bebida do mutante Mokka. A transferência da qualidade do Mokka para cultivares de alta produção tem se mostrado demorada, devido a associações desse fator a características

genéticas desfavoráveis. Retrocruzamentos com *C. eugenioides* estão em andamento, tentando explorar a boa característica de bebida dessa espécie exótica. Os descendentes desses cruzamentos interespecíficos, alguns com qualidade de bebida superior, têm ainda baixa produtividade e problemas associados a possíveis irregularidades meióticas, a julgar pela ocorrência de frutos chochos e grãos moca.

#### Teor de cafeína e de outros constituintes

Fontes de altos e baixos teores de cafeína nos grãos são encontradas em C. canephora, outras espécies diplóides, seus híbridos e derivados. Baixo conteúdo de cafeína, cerca de 50% do teor normal das cultivares, é encontrado no mutante Laurina de C. arabica, mas, embora condicionado por um fator genético simples, não se teve sucesso em sua transferência para cultivares produtivas, devido à associação desse fator a características indesejáveis de arquitetura e porte, baixa produção e extrema suscetibilidade à ferrugem. Recentemente foram identificadas, em uma introdução de C. arabica da Etiópia, algumas plantas de porte normal praticamente desprovidas de cafeína e que estão sendo usadas para desenvolver novas cultivares que produzirão um café "naturalmente descafeinado". Vários outros constituintes dos grãos, como óleo, ácidos clorogênicos, polifenóis, trigonelina, niacina, sais minerais e sacarose, têm teores variáveis entre os arábicas e mais ainda entre as espécies silvestres. Investiga-se, atualmente, se existe relação entre esses e outros constituintes com a qualidade da bebida ou procura-se caracterizar o conteúdo visando associá-los a propriedades nutracêuticas do café.

#### MELHORAMENTO DO ARÁBICA AO LONGO DOS ANOS

O primeiro café introduzido no Brasil, em 1727, foi o café 'Nacional' ou 'Crioulo', descrito botanicamente como 'Típica', em 1753, por Lineu. Essa cultivar foi a responsável pelo grande desenvolvimento inicial da cultura no país. A 'Bourbon Vermelho' foi, mais tarde, uma introdução da ilha de Reunião, oficialmente realizada pelo governo para ser plantada no Rio de Janeiro. A 'Maragogipe', provavelmente uma mutação da 'Típica', surgiu na Bahia, em 1870. A 'Amarelo de Botucatu', mutação da 'Típica', só foi cultivada a partir de 1871, tendo a 'Sumatra', muito parecida com a 'Típica', sido introduzida da Ilha de Sumatra, em 1876. A 'Bourbon Amarelo' é, possivelmente, uma recombinante do cruzamento natural da 'Bourbon Vermelho' com a 'Amarelo de Botucatu', bem mais produtiva e vigorosa que a 'Bourbon Vermelho'. Considera-se a 'Caturra Vermelho' uma mutação da 'Bourbon Vermelho' e a 'Caturra Amarelo'. mutação da 'Caturra Vermelho'.

Os primeiros trabalhos de seleção iniciados no IAC, em 1932, foram eficientes somente na identificação de linhagens superiores das cultivares Bourbon e Caturra, das quais várias linhagens superiores foram selecionadas. Um grande impulso se deu a partir de 1943, com a seleção de linhagens para o desenvolvimento da cultivar Mundo Novo. As plantas que

deram origem à 'Mundo Novo' tratavam-se, provavelmente, de recombinantes da hibridação natural entre a 'Sumatra' e a 'Bourbon Vermelho'. Eram plantas vigorosas, não uniformes, de produção variável e algumas com grande quantidade de frutos chochos. A partir de 1950, seguiu-se o lançamento de diversas linhagens de 'Mundo Novo', da 'Acaiá', uma seleção derivada do cruzamento natural de 'Mundo Novo' provavelmente com 'Sumatra', das cultivares Catuaí Vermelho e Amarelo, oriundas de seleções do cruzamento artificial entre 'Caturra Amarelo' e 'Mundo Novo', 'Icatu', derivados de cruzamentos e seleções diversas a partir do híbrido *C. canephora* x *C, arabica*, a série Ouro Verde, derivada de 'Catuaí Amarelo' x 'Mundo Novo', a 'Obatã' e 'Tupi', derivados de 'Villa Sarchi' x Híbrido de Timor. No mesmo período, deu-se o lançamento de muitas outras cultivares resistentes à ferrugem e adaptadas a específicas regiões de cultivo.

Os objetivos gerais, até a década de 1960, eram direcionados primordialmente ao desenvolvimento de cultivares com alta produção, vigor, longevidade e com ampla adaptação para serem cultivadas em extensas regiões com diferentes condições edafoclimáticas. Portanto, as seleções favoreciam linhagens que mostrassem baixa interação genótipo x ambiente. Após 1970, com o aparecimento da ferrugem e sua rápida dispersão nas nossas lavouras, enorme ênfase foi dada ao melhoramento para resistência a essa doença, época que também se intensificaram as seleções de café para porte reduzido. No final dos anos 1970 e durante a década de 1980, ênfase adicional foi dada também aos estudos de resistências aos nematóides e ao bicho-mineiro, devido ao aumento da incidência desses problemas fitossanitários.

As investigações sobre a qualidade da bebida foram também intensificadas nessa época, quando se verificou que não só as condições de cultivo e preparo mas também a constituição genética influenciam na determinação da qualidade final. Ao contrário dos períodos precedentes, nos quais prevaleceu o desenvolvimento de poucas cultivares com ampla adaptação, a partir dos anos 1990, explorou-se também a aptidão comercial de materiais com favoráveis interações genótipo x ambiente. Assim, houve o lançamento de maior número de linhagens de cultivares já estabelecidas, que mostravam produções mais altas, porém, com adaptação a regiões mais restritas.

#### **PERSPECTIVAS FUTURAS**

A produtividade por área, inserida em um pacote tecnológico de recomendações, deverá continuar a ser o foco principal do melhoramento no futuro. Os desafios futuros são, no entanto, ainda maiores que aqueles já enfrentados pelos melhoristas no passado. O trânsito intenso de maquinários, de veículos e de pessoas de diferentes regiões e países favorece a disseminação maior de pragas, doenças e suas variações. A migração da cultura para regiões não tradicionais com solos ácidos,

arenosos, restrições de chuva e temperaturas mais elevadas demanda contínuo aprimoramento das cultivares para atender a esses novos ambientes e situações de cultivo. As informações a respeito do aquecimento global são cientificamente válidas e preocupantes. As implicações agronômicas para as futuras lavouras de café são evidentes e outros genótipos serão necessários para fazer frente a essa nova situação. Vários aspectos relativos ao pré-melhoramento e às interações de cultivares com o ambiente estão atualmente em estudo nas instituições de pesquisa e universidades, porém, muitos outros ainda carecem de atenção e precisam ser investigados, principalmente por equipes multidisciplinares integradas.

Resistência genética a pragas e doenças jamais poderá ser negligenciada, pois o binômio planta-patógeno é parte do processo dinâmico normal dos seres vivos. Além de sua relevância ambiental e social, a resistência propicia maior economicidade ao sistema produtivo, beneficia operadores da cadeia produtiva e preserva a saúde do consumidor final. A inserção desses antigos focos do melhoramento em um contexto mais holístico, com suas implicações nos diversos setores da cadeia produtiva do café, deverá ser cada vez mais conhecida pelo público em geral, tornando-se, assim, uma força mercadológica adicional e não somente um valor apreciado somente pelo setor produtivo. Novos ambientes e sistemas de cultivo terão a viabilidade econômica dependente cada vez mais da qualidade diferenciada ou vinculada a nichos mercadológicos específicos. Técnicas, metodologias e novos desenvolvimentos da genética e biotecnologia aumentarão a preocupação com suas implicações sociais e ambientais favoráveis e objetivando obter uma sustentabilidade econômica duradoura. Esses aspectos devem, entretanto, estar em estreita sintonia com uma estratégia de marketing que ensine ao consumidor, de forma honesta e altruísta, os atributos e vantagens de um bom café, de uma lavoura duradoura dos quais nossos descendentes se orgulharão e de uma atividade agroindustrial equilibrada, cuja produção se harmoniza com o ambiente e com a sociedade. Esses conceitos não são aspectos só para o futuro, mas já estão sendo contemplados pelas modernas pesquisas de nossas instituições científicas ao desenvolverem as novas cultivares de

O progresso recente das tecnologias moleculares aplicadas à genética terá, por certo, um marcante impacto no desenvolvimento futuro das novas cultivares de café. Com o avanço da genômica comparativa, as áreas de citologia, citogenética, sistemática e evolução passaram por processo de intenso desenvolvimento, estabelecendo relações entre organismos diversos de forma jamais imaginada. Assim, sabemos hoje que a diferença citogenética entre o tomate e a batata se resume em quatro inversões paracêntricas em seus cromossomos. Entre o tomate e a berinjela identificaram-se 23 inversões paracêntricas e 5 translocações. Isso mostra que nosso conhecimento sobre a diversidade das espécies e sua base genética é ainda muito superficial, gerando duas questões das mais importantes sobre a vida e a agricultura, preocupação científica central

do Projeto Internacional do Genoma das Solanáceas (SOL), que abrange as pesquisas com o cafeeiro, da família Rubiácea, geneticamente muito próxima às Solanáceas, como será explicado mais adiante.

Como um mesmo conjunto de genes e proteínas dá origem a tamanha diversidade morfológica e ecológica? Para a cafeicultura, o corolário que se segue é como o entendimento mais profundo da base genética da diversidade das espécies e das cultivares pode ser usado para melhorar a eficiência da produção, a qualidade, a sanidade e a rentabilidade do café e também prover à sociedade suas necessidades de uma forma amigável ao ambiente, ainda que econômica e socialmente sustentáveis. Os recursos genéticos disponíveis nos bancos de germoplasma e nas áreas nativas que ainda abrigam a diversidade natural do gênero *Coffea* precisarão ser não somente diligentemente multiplicados e zelosamente preservados mas também intensamente estudados com a ajuda das técnicas moleculares para que sejam atingidos esses objetivos.

Com respeito à espécie *C. arabica*, é de extrema urgência que a coleta e a preservação dos recursos genéticos que ocorrem na Etiópia e circunvizinhanças recebam mais atenção e aportes internacionais no interesse daquele país e de toda a cadeia produtiva, ramificada praticamente em todo o mundo. Expansão da agricultura e adversidades políticas têm causado rápida erosão desses preciosos e irrecuperáveis recursos genéticos etíopes. Por mais triste que pareça, alguns materiais dos bancos de germoplasma mantidos fora do continente africano não mais existem na própria Etiópia. Estudos recentes em cevada nativa do sudoeste da Ásia dão conta de que o impacto das mudanças climáticas na biodiversidade das populações silvestres poderá ser bem maior do que se imaginava, principalmente com respeito às conseqüências do aumento da temperatura e da disponibilidade de água. É provável que impactos semelhantes ameacem o café da Etiópia em futuro próximo.

Atualmente, observam-se significativos progressos da genômica, genética quantitativa e da computação ligadas a uma estratégia ampla para modelar e analisar dados de organizações biológicas extremamente complexas, identificando genes que se conservaram ao longo do processo evolutivo de diversificação das espécies, gêneros e famílias, assim como aqueles sujeitos a uma rápida evolução, portanto, relacionados ao próprio processo de formação das espécies. De especial relevância para o cafeeiro são os recentes mapas comparativos entre espécies de Solanaceae com Coffea canephora, mostrando uma impressionante correspondência, gene a gene, de mais de 70% entre o café e o tomate com base nos marcadores Conservative Orthologous Set (COS). Aimplicação direta dessas pesquisas é que o enorme conhecimento acumulado da genética do tomateiro pode ser, de pronto, transferido para o repertório científico do café, representando, para o melhoramento, ganho de milhões de dólares e décadas de pesquisa, instantânea e gratuitamente, adquiridos pelo inusitado parentesco entre esses dois gêneros que se diversificaram há 50 milhões de anos, mas que continuam altamente relacionados geneticamente. Atualmente, são classificados no mesmo Clade ou grupo taxonômico Asteride I. Existe

grande similaridade na arquitetura, no número de cromossomos (café = 12, tomate = 11) e na distribuição de heterocromatina desses cromossomos, assim como considerável proximidade do tamanho do genoma (940 e 640 Mb, respectivamente). Além disso, é notória a enorme linearidade gene a gene na seqüência do genoma de ambos e, como seria de se esperar, uma evidente correspondência de variações morfológicas entre *Solanum* e *Coffea*. Assim, as tecnologias da genômica aplicadas às Solanáceas podem ser utilizadas com o cafeeiro.

O aproveitamento de espécies diplóides no desenvolvimento de novas cultivares do café arábica não é tarefa fácil. Aneuploidia, auto-incompatibilidade, maturação tardia, grãos defeituosos, sabores estranhos e outras características indesejáveis estão comumente associados quando se procede à introgressão de genes dessas espécies silvestres no café arábica. Longa geração, dificuldades inerentes para avaliação de caracteres quantitativos, ocorrência de genes indesejáveis ligados às características de interesse e o desconhecimento das complexas interações genéticas que ocorrem quando se recombinam genes de duas espécies distintas dificultam em muito a execução dos programas de melhoramento, porém, essas novas tecnologias da genômica, principalmente a análise de loci quantitativos (QTL) e a seleção assistida por marcadores moleculares, deverão, se bem empregadas, em muito acelerar tais programas e, mesmo, viabilizar outros, outrora inexeqüíveis.

# **COMENTÁRIOS FINAIS**

Muito ainda pode ser realizado para desenvolver novas cultivares do café arábica no Brasil. Temos os principais componentes para bem executar esse objetivo. A cultura do cafeeiro é tradicional no país. Em sua enorme extensão geográfica, há variados ambientes que, cultivados com variedades apropriadas, podem diversificar a qualidade para atender e criar os mais específicos nichos mercadológicos. Existe competência técnica, industrial e mercadológica que, associada ao conhecimento científico das universidades e instituições e à variabilidade genética dos bancos de germoplasma, principalmente o do IAC, poderá promover grande impulso no desenvolvimento de novas cultivares. É primordial, entretanto, que os diversos setores da cadeia produtiva, incluindo órgãos governamentais, entidades financiadoras e as que executam as pesquisas com o cafeeiro. cooperem entre si e se organizem para tal objetivo. É imprescindível que analise-se o histórico científico e, com isso, entenda-se e acredite-se na importância e no enorme potencial econômico e social que advém do melhoramento genético do café.

Acredita-se que esse seja o futuro, a chave para se manter a supremacia mundial do Brasil que, histórica, social e economicamente, muito deve ao café. Atualmente, somos o maior produtor, o maior exportador e, felizmente também um dos maiores consumidores desse saudável e apreciado produto que desperta e, ao longo do dia, deleita

milhões de pessoas em todos os cantos do planeta.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, A.; MEDINA-FILHO, H.P.; FAZUOLI, L.C.; GUERREIRO-FILHO, O.; LIMA, M.M.A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, v.14, p.135-183, 1991.

CROUZILLAT, D.; RIGOREAU, M., BELLANGER, L.; PRIYONO, P.; MAWARDI, S.; SYAHRUDI, McCARTHY, J.; TANKSLEY, S.D.; ZAENUDIN, I.; PÉTIARD, V. A robusta consensus genetic map using RFLP and microsatellite markers for the detection of QTL. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COFFEE SCIENCE, Bangalore, Índia: Association Scientifique Internationale du Café (ASIC) 2004. p.546-553.

KRUG, C.A.; CARVALHO, A. The genetics of Coffea. **Adv. Genetics**, v.4, p.127-158, 1951.

MEDINA FILHO, H.P., BORDIGNON, R., GUERREIRO-FILHO, O., MALUF, M.P., FAZUOLI, L.C. Breeding of arabica coffee at IAC, Brazil: objectives, problems, and prospects. **Acta Horticulturae**, 745: 393-418, 2007.

MEDINA FILHO, H.P.; CARVALHO, A.; SONDAHL, M.R.; FAZUOLI, L.C.; COSTA, W.M. Coffee breeding and related evolutionary aspects. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant breeding reviews**. Westport: AVI, 1984. v.2, p.157-193.

MEDINA FILHO, H.P.; MALUF, M.P.; BORDIGNON, R.; GUERREIRO-FILHO, O.; FAZUOLI, L.C. Traditional breeding and modern genomics: a summary of tools and developments to exploit biodiversity for the benefit of the coffee agroindustrial chain. **Acta Horticulturae**, 745:351-368, 2007.

CAFÉ e saúde. Disponível em: http://www.cafeesaude.com.br. Acesso 20/04/2007

INTERNATIONAL Solanaceae genomics project (SOL) systems approach to diversity and adaptation. Disponível em http://sgn.cornell.edu/solanaceae-project/. Acesso 20/04/2007

NEW research highlights impact of climate on biodiversity. Disponível em: http://www.scu.edu.au/research/cpcg/sxn12/press.php. Acesso 14/02/2007

# Capítulo 6

# BIOTECNOLOGIA APLICADA AO MELHORAMENTO GENÉTICO DO CAFEEIRO

Eveline Teixeira Caixeta Carlos Henrique Siqueira de Carvalho Eunize Maciel Zambolim Luiz Filipe Protasio Pereira Ney Sussumu Sakiyama

Quatro aspectos podem ser destacados como fundamentais no melhoramento genético de plantas: a caracterização da <u>variabilidade genética</u>, a criação de novas <u>recombinações genéticas</u> por meio da hibridação, a <u>seleção</u> dos melhores recombinantes e a sua <u>multiplicação</u> na forma de nova cultivar. Métodos eficientes de melhoramento, técnicas confiáveis de avaliação fenotípica e métodos estatísticos e delineamentos experimentais apropriados foram desenvolvidos, debatidos e assimilados pelo melhoramento genético de plantas cultivadas.

Os atuais paradigmas do melhoramento genético de plantas envolvem a biotecnologia e merecem também ser debatidos e assimilados corretamente. São eles:

# 1) A transformação genética como forma de transferência de genes sem hibridação.

A introgressão de genes por meio da hibridação é uma das mais importantes estratégias de melhoramento de plantas. Como doadoras de novos genes, utilizam-se espécies, freqüentemente silvestres, botanicamente próximas da espécie cultivada, para possibilitar a hibridação (no melhoramento de *Coffea arabica* utilizam-se, por exemplo, *Coffea canephora*, *Coffea racemosa* e *Coffea liberica* como doadores de genes). A introdução, em uma cultivar, de genes da própria espécie ou de espécies afins, por meio da transformação genética, pode ser efetuada em menor espaço de tempo, comparada aos métodos de melhoramento com hibridação. A transformação genética permite também a introgressão de

genes de espécies não relacionadas com a espécie cultivada. Para o cafeeiro, tanto as técnicas necessárias de clonagem de genes, quanto as de transformação estão disponíveis, embora ainda não exploradas na forma de novas cultivares por razões outras.

# 2) A avaliação de genótipos, por meio de marcadores de DNA e não somente de fenótipos.

A seleção indireta de características quantitativas e qualitativas, a avaliação de divergência genética para escolha de genitores, os estudos de genealogia, evolução e filogenia, a confirmação do sucesso de hibridações, a análise de pureza genética de linhagens e cultivares, a identificação de cultivares para efeito de proteção de direitos, etc. são metodologias amplamente preconizadas e utilizadas com sucesso no melhoramento de plantas. Estas metodologias são geralmente aplicadas com base em um número limitado de características fenotípicas, qualitativas ou quantitativas. Marcadores de DNA aumentam grandemente o potencial dessas metodologias por apresentarem herança simples. Para entender isso, pense no marcador de DNA como um gene qualquer já usado no melhoramento, de herança simples. Agora, pense em milhares deles (dependentes de estudos), espalhados em todo o genoma, inclusive muito próximos a genes ou QTLs (quantitative traits loci) de interesse. A maior ou a menor importância das técnicas de marcadores de DNA no melhoramento do cafeeiro estarão relacionadas a maior ou a menor dificuldade dos programas de melhoramento em trabalhar com base em fenótipos para atingir seus objetivos e metas.

# 3) A análise do gene como uma molécula de DNA e não apenas como um "fator herdável" associado a uma segregação fenotípica.

O objetivo do melhoramento é a transferência, a fixação ou o aumento da fregüência de alelos favoráveis numa população. Geralmente, os genes responsáveis pela característica a ser melhorada são observados quanto ao número e às interações intra-alélicas e epistáticas, associados à segregação fenotípica. Na maioria dos casos, o conhecimento das funções bioquímicas de tais genes é irrelevante e, portanto, ignorado, especialmente para características quantitativas. Estes "fatores herdáveis" podem ser mapeados e, em alguns casos, se qualitativos, clonados. As funções bioquímicas de vários genes já são conhecidas há muito tempo. O fato novo é o crescimento exponencial das informações sobre as funções dos genes em muitas espécies. O livre acesso a bancos de dados com informações sobre següências e funções de proteínas e genes e os projetos de següenciamento de genomas abriram caminho para novas abordagens da genética aplicada ao melhoramento. O Projeto Brasileiro do Genoma Café, que consiste no següenciamento de següências expressas (Expressed Sequence Tags ou EST), está à disposição de melhoristas e geneticistas dispostos a tentarem novas estratégias adicionais de melhoramento.

# 4) A multiplicação *in vitro* (Micropropagação) de plantas como forma alternativa à multiplicação por sementes ou estacas.

A multiplicação *in vitro* é a mais antiga aplicação da biotecnologia no melhoramento de plantas e a sua importância em algumas espécies é indiscutível. Em café robusta, a cultura de células (biofábrica) já é utilizada com sucesso na França, que produz plântulas clonadas para a África. Em café arábica, o melhoramento de cultivares híbridas superiores às cultivares tradicionais de linhagens endogâmicas poderá impulsionar a produção de mudas clonadas via biofábricas.

Até passado recente, as diferentes opiniões sobre as possíveis contribuições da biotecnologia para o melhoramento genético de plantas dividiram grupos de pesquisadores em todo o mundo. No Brasil, a recente introdução (inicialmente ilegal, mas bem sucedida) da soja transgênica encerrou a polêmica. Ou, pelo menos, deveria. Daqui para frente, não obstante as dificuldades normais da interação entre especialistas de áreas diferentes, o foco das discussões deveria estar nas possíveis formas de cooperação para o alcance dos objetivos comuns e também dos específicos do melhoramento e da biotecnologia. Dessa forma, a biotecnologia poderá caminhar na direção de ocupar um papel tão importante no melhoramento de plantas quanto o fazem hoje a fitopatologia e a estatística, inclusive na cultura do café.

Dentre as tecnologias que podem contribuir com a genética e o melhoramento do cafeeiro, destacam-se os marcadores moleculares, a genômica, a cultura de tecidos e a produção de plantas transgênicas, que serão tratados a seguir.

#### **MARCADORES MOLECULARES**

Os marcadores moleculares podem ser utilizados como estratégia auxiliar em várias etapas do melhoramento, como: (a) na conservação de bancos de germoplasma; (b) na caracterização de germoplasma para identificar genes envolvidos em processos específicos e determinar variabilidade genética disponível; (c) na escolha de genitores para cruzamentos e formação de populações; (d) no planejamento da estratégia de melhoramento; (e) na certificação de cruzamentos; (f) na seleção (seleção assistida por marcadores, SAM); (g) na caracterização de cultivares desenvolvidas e recomendadas; (h) no monitoramento da pureza genética das sementes produzidas e distribuídas aos produtores e (f) na proteção de variedades. Os marcadores de DNA constituem, ainda, ferramentas eficientes para mapeamento genômico, estudos de ligação, análise gênica e de locos quantitativos (QTL), análise de pedigree, análise de bibliotecas para clonagem de genes, estudo de filogenia e evolução das espécies.

Para o cafeeiro, a tecnologia de marcadores moleculares já vem sendo utilizada por vários grupos, em diferentes estudos.

### Filogenia e evolução

O gênero *Coffea* é constituído por, aproximadamente, cem espécies até então identificadas. Apesar de apenas as espécies *C. arabica* e *C. canephora* serem de importância econômica, os melhoristas buscam conhecer e estudar as demais, pois estas servem como reservatório de genes de interesse que não são encontrados nas espécies cultivadas.

Estudos de filogenia molecular das espécies de *Coffea* foram realizados usando-se marcadores para detectar variação na seqüência da região ITS2 (*Internal Transcribed Spacer*) e do DNA do cloroplasto. O entendimento da filogenia das espécies é importante para que o melhorista defina as estratégias de introgressão de genes de espécies diferentes.

A constituição do genoma e a origem de *C. arabica* também têm sido objetos de extensiva investigação. Estudos utilizando marcadores RFLP (*Restriction Fragment length polymorphism*), FISH (*Fluorescent in situ hybridization*) e GISH (*Genomic in situ Hybridization*) demonstraram que *C. arabica* é um alotetraplóide, resultante da hibridação natural de *C. eugenioides* com *C. congensis* (Raina et al., 1998) ou com *C. canephora* (Lashermes et al., 1999). Além disso, trabalhos com marcadores RFLP sugeriram que, na meiose, os cromossomos homeólogos de *C. arabica* não pareiam, não devido à diferenciação estrutural, mas sim a fatores de regulação de pareamento (Lashermes et al., 2000).

### Diversidade genética

A caracterização molecular tem sido utilizada para revelar a diversidade genética dos acessos de café, fornecendo novas ferramentas para a conservação e a utilização mais eficiente dos recursos genéticos pelos melhoristas. As informações moleculares são úteis na avaliação da redundância e de deficiências das coleções de germoplasma, gerando informações sobre a eficiência do processo de coleta, manutenção e ampliação de um banco de germoplasma. Além disso, o estudo de diversidade molecular fornece informações fundamentais para auxiliar os melhoristas na escolha de genitores, que poderão integrar esquemas de cruzamentos, bem como no direcionamento do enriquecimento da base genética durante o andamento de um programa de melhoramento.

Marcadores RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) foram utilizados para a caracterização e estimação de distâncias genéticas entre acessos do banco de germoplasma do Programa de Melhoramento da UFV/EPAMIG e do IAPAR. Exemplo de marcador RAPD usado para estudo de importantes acessos da UFV/EPAMIG encontra-se na Figura 1. Teixeira-Cabral et al. (2002) estimaram que a reprodutibilidade dos marcadores RAPD foi de 76,88% e recomendaram a utilização de dados replicados para distinguir genótipos geneticamente próximos. Dados de agrupamento com base em distâncias genéticas entre 23 linhagens de Catimor, medidas com marcadores RAPD, foram coerentes com os dados de genealogia dessas linhagens, mostrando que estes marcadores foram mais eficientes para diferenciar grupos de linhagens de Catimor do que descritores morfológicos comumente utilizados.

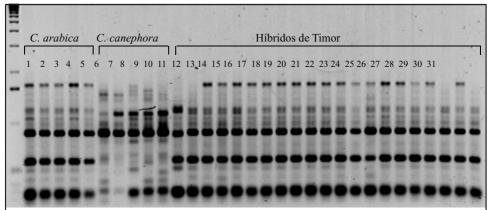


FIGURA 1: Perfil eletroforético de cafeeiros obtidos com o primer RAPD OPL-11. Os acessos pertencem ao banco de germoplasma da UFV/EPAMIG. *C. arabica* (1-5), *C. canephora* (6-10) e Híbridos de Timor (11-31).

A variabilidade genética de acessos de *Coffea* de outros países, como Índia e Etiópia, também tem sido analisada por meio de marcadores como o ISSR (*Inter-simple Sequence Repeat*), SSR (*Sinple Sequence Repeat*) e AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*).

#### Caracterização de cultivares melhoradas

Em virtude da baixa diversidade genética observada entre cultivares de *C. arabica*, descritores morfo-agronômicos não têm sido, na maioria das vezes, eficientes para identificar as cultivares e permitir a diferenciação entre elas. Portanto, a inclusão dos padrões moleculares pode auxiliar a caracterização das cultivares de *C. arabica*, que poderão ser incluídas no grupo de espécies cujas cultivares passam a ser protegidos pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC). Com esse propósito, na UFV, marcadores RAPD foram utilizados para estimar as distâncias genéticas entre 16 linhagens comerciais de *C. arabica* e, apesar da pequena variabilidade total, verificaram-se locos polimórficos mesmo entre linhagens bastante aparentadas. Caracterização da variabilidade genética de linhagens comerciais de *Coffea* desenvolvidas pelo IAC foi, também, realizada utilizando marcadores RAPD, SSR e AFLP.

# Mapa de ligação

Uma das aplicações de maior impacto da tecnologia de marcadores moleculares no melhoramento de plantas é o desenvolvimento de mapas genéticos. Uma das várias vantagens de se obter o mapa de ligação de uma espécie é a disponibilidade de um referencial para nele e, por meio dele, serem localizados os muitos genes de interesse agronômico e elucidar as relações de ligação de tais genes. As ligações ou a independência dos genes detectadas por meio do mapa irão refletir nas estratégias de melhoramento. Além da utilidade para o melhoramento genético convencional, os mapas genéticos saturados são também úteis para a clonagem de genes. A saturação é imprescindível para posicionar

precisamente um gene de interesse entre duas marcas aproximamente ligadas.

Paillard et al. (1996) desenvolveram um mapa parcial de ligação em café, utilizando uma população de duplo-haplóides de *C. canephora*. Também foi construído um mapa de ligação completo para *C. canephora* (Lashermes et al., 2001) e um outro parcial a partir de um cruzamento interespecífico entre as espécies diplóides *C. pseudozanguebarie* x *C. liberica* (Ky et al., 2000).

Em *C. arabica*, a construção de mapas de ligação saturados e, portanto, com ampla cobertura do genoma, tem sido dificultada pelo baixo nível de polimorfismo entre cultivares e pela presença de poliploidia nesta espécie. Mesmo com as dificuldades, três mapas parciais de ligação com base em marcadores RAPD foram construídos recentemente para *C. arabica* L. (Pearl et al., 2004; Teixeira-Cabral et al., 2004; Oliveira et al., 2003b).

# Seleção assistida por marcadores (SAM)

A SAM baseia-se na concepção de que é possível inferir a presença de um gene por meio da presença de um marcador fortemente ligado a este gene. Inicialmente, são identificados marcadores moleculares ligados ao gene de interesse e, por meio desses marcadores, a herança e a introgressão do gene podem ser analisadas nos programas de melhoramento.

Alguns marcadores moleculares ligados a genes controlando características qualitativas foram identificados em café, como auto-incompatibilidade em *C. canephora*, resistência ao CBD, resistência à ferrugem, porte da planta e resistência a *Meloidogine exigua*. Os marcadores ligados ao gene de resistência de *M. exigua* foram utilizados, posteriormente, para avaliar a introgressão do gene em linhagens possivelmente resistentes a este patógeno.

Usando os marcadores é possível não só selecionar plantas que contenham os genes de interesse, mas também que carregam o mínimo do genoma do genitor doador. Os marcadores moleculares possibilitam a seleção de vários caracteres ao mesmo tempo, permitem a identificação rápida de plantas geneticamente superiores em cada geração e reduzem o tamanho da população a ser conduzida em cada geração, minimizando esforços e recursos nas avaliações.

Foram feitas simulações em computador, visando medir a eficiência da SAM em *C. arabica*. Á SAM foi utilizada para a escolha de 2% dos genótipos mais semelhantes geneticamente ao genitor recorrente, para integrar o próximo ciclo de retrocruzamentos. Observou-se que, com apenas dois retrocruzamentos assistidos, foi possível recuperar a mesma proporção do recorrente que seria alcançada na quinta geração, na ausência da seleção assistida (Fernandez & Lashermes, 2002).

Oliveira et al. (2003a) utilizaram 134 marcadores RAPD para estudar uma população de 59 plantas RC<sub>1</sub> oriundas do cruzamento entre uma linhagem do Híbrido de Timor e a cultivar Catuaí Amarelo, este utilizado

como recorrente. Foi constatado que 15 plantas apresentaram mais do que 81% de recuperação do genoma do Catuaí, tendo, dessas plantas, duas exibido 92% de recuperação, com apenas um retrocruzamento.

### **ANÁLISE GENÔMICA**

Nos últimos anos, termos como genômica e bioinformática têm invadido as pesquisas em biologia, genética e melhoramento. Essa revolução está ligada a importantes progressos nas metodologias e tecnologias que permitem o seqüenciamento de DNA em grande escala.

O seqüenciamento do genoma de várias plantas tem facilitado e acelerado a identificação de genes responsáveis por características agronômicas desejáveis, possibilitando a manipulação subseqüente de genes de interesse por meio de técnicas de genética molecular. Na era da genômica em plantas, um dos objetivos é buscar, no melhoramento, manipulações genéticas dirigidas, aumentando a eficiência de obtenção de variedades bem sucedidas.

A cultura do café também está sendo beneficiada por essa nova revolução da genômica. Está em andamento o Projeto Brasileiro do Genoma Café, que consiste no seqüenciamento em larga escala de seqüências expressas (*Expressed Sequence Tags* ou EST). O objetivo do projeto é disponibilizar tecnologias modernas de genômica para que a comunidade científica possa trabalhar em diferentes aspectos da cadeia produtiva do café.

A primeira fase do projeto, o seqüenciamento, foi finalizada e gerou um banco de dados de ESTs, contendo mais de 30 mil unigenes diferentes. As pesquisas se concentraram em *Coffea arabica*, que responde por cerca de 70% da produção nacional. Entretanto, também foram obtidas seqüências de *C. canephora* e *C. racemosa*, espécies que apresentam resistência a pragas e doenças e outras características de elevado interesse agronômico. Foram seqüenciados 214.964 clones provenientes de 37 bibliotecas de cDNA, representando estádios específicos do desenvolvimento de células e de tecidos do cafeeiro. Essas ESTs de café representam, portanto, milhares de genes expressos em seus diferentes órgãos, obtidos em vários estágios de desenvolvimento e submetidos a condições de estresse biótico e abiótico.

A segunda fase do projeto, denominada de genômica funcional, consiste em conhecer e utilizar as seqüências do banco de dados gerado. O termo genômica funcional refere-se ao desenvolvimento e às aplicações de metodologia experimentais para acessar a função dos genes, utilizando-se informações obtidas do seqüenciamento do genoma. A pesquisa do genoma funcional é a etapa mais importante do programa e demanda o conhecimento de pesquisadores de várias disciplinas para responder a questões relativas à organização dos genes no genoma, às funções bioquímicas e fisiológicas dos genes e como estes interagem entre si e com o ambiente.

O banco de ESTs de café hoje disponível está sendo utilizado por diferentes pesquisadores para: (a) desenvolver novos e eficientes marcadores moleculares, que poderão ser usados para assistirem os programas de melhoramento; (b) identificar e localizar genes de interesse agronômico; (c) estudar a função de genes dentro de vias metabólicas; (d) estudar a regulação dos genes em resposta aos diferentes estresses; (e) gerar informações que visam direcionar as manipulações genéticas nos programas; (f) clonar genes, permitindo incluir a engenharia genética entre as estratégias do melhoramento e (g) ampliar a base de conhecimento do cafeeiro.

### Identificação de novos marcadores moleculares

O desenvolvimento de poderosos marcadores de DNA, como os microssatélites e os *Single Nucleotide Polymorphisms* ou SNP, tem sido beneficiado com a era da genômica, pois o desenvolvimento e a identificação dos mesmos têm sido facilitados e viabilizados pelo següenciamento do DNA.

Os SNPs correspondem a posições do DNA em que existe uma alternância dos nucleotídeos, em uma freqüência alélica mínima de 1% em uma dada população. Essas variações de ponto ocorrem com alta freqüência no genoma, o que possibilita a marcação próxima ou até mesmo no loco do gene de interesse, tornando o SNP um poderoso marcador de DNA.

Os SNPs podem ser detectados por meio de várias técnicas, a maioria delas envolvendo um conhecimento prévio das seqüências de DNA de diferentes genótipos. O seqüenciamento em larga escala do genoma tem permitido a identificação de SNPs por meio da exploração das milhares de seqüências presentes nos bancos de dados. Os bancos de dados de ESTs, como do Projeto Brasileiro do Genoma Café, apresentam elevado grau de redundância e o fato de as seqüências serem derivadas de tecidos de vários indivíduos torna a utilização desse banco muito promissora para a identificação de novos SNPs.

Outro marcador beneficiado com o seqüenciamento em larga escala é o microssatélite ou SSR. Esses marcadores estão substituindo rapidamente outros marcadores em vários tipos de estudos genéticos, principalmente devido a sua reprodutibilidade e simplicidade técnica, pequena quantidade de DNA requerida, baixo custo de seu uso, rapidez, grande poder de resolução, co-dominância e altos níveis de polimorfismo. Além dessas características, os microssatélites parecem ter uma distribuição freqüente e aleatória, permitindo uma cobertura completa do genoma.

A disponibilidade de milhares de seqüências, geradas pelo Projeto Brasileiro do Genoma Café, tem proporcionado oportunidade de desenvolver esses poderosos marcadores de forma direta e simples, por meio de análise eletrônica. Com o auxílio de recursos computacionais, as seqüências depositadas no banco estão sendo analisadas, os microssatélites identificados e os *primers*, que flanqueiam os

microssatélites, estão sendo desenhados e mapeados. Uma vez desenvolvidos, eles podem ser utilizados com as vantagens e a rapidez típica da técnica de PCR. Alguns marcadores SSR desenvolvidos a partir do Projeto Brasileiro do Genoma Café podem ser visualizados na Figura 2.

O conhecimento de seqüências de DNA permite, ainda, o desenvolvimento de um conjunto de *primers* específicos, que correspondem a genes de interesse. Esses *primers* são utilizados em uma simples reação de PCR para detectar seus respectivos genes, simplificando e otimizando o uso dos marcadores moleculares como ferramenta auxiliar no melhoramento. Marcadores desse tipo, envolvidos com a resistência do cafeeiro à ferrugem, bicho-mineiro e nematóide, estão sendo desenvolvidos

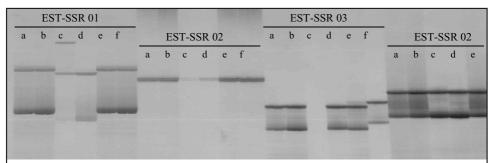


FIGURA 2. Análise eletroforética, em gel de policrilamida 6% corado com prata, dos produtos amplificados com *primers* SSR provenientes dos dados do Projeto Brasileiro do Genoma Café. EST-SSR 01, EST-SSR 02, EST-SSR 03, EST-SSR 04 correspondem a *primers* testados em *C. arabica* (a, b), *C. canephora* (c,d) e Híbridos de Timor (e).

# Identificação e estudo da função dos genes

A análise das seqüências do genoma de café, juntamente com os estudos de genômica funcional, pode identificar genes envolvidos em processos de interesse agronômico, os quais não eram de conhecimento do melhorista. Com base nessas informações, novos direcionamentos podem ser adotados nos programas de melhoramento, buscando a incorporação da maioria dos genes que influenciam a característica de interesse.

Para identificar e entender a função dos vários genes, o primeiro estudo realizado com as informações geradas pelas ESTs seqüenciadas é a análise das seqüências de DNA. Nesta análise são pesquisadas semelhanças entre os genes do café e genes de outras espécies, previamente identificadas. O objetivo dessa estratégia é designar uma provável função para esses genes, pois se estima que 50% dos genes das plantas superiores tenham uma função semelhante à encontrada em outros organismos. Os dados obtidos nos inúmeros projetos de seqüenciamento já desenvolvidos servem como referência de informações necessárias para correlacionar as seqüências de um gene de café e a sua função específica. No entanto, essa análise comparativa, geralmente, não é suficiente para definir com precisão e confiabilidade a função do gene e, muitas vezes, são

necessárias confirmações experimentais. Para essa confirmação são utilizadas outras técnicas da genômica funcional.

Utilizando análise das ESTs do Projeto Brasileiro do Genoma Café e outras metodologias de genômica, estão sendo desenvolvidos trabalhos visando à identificação de genes envolvidos na resistência à ferrugem, na resistência a nematóides, na maturação de frutos e no estresse abiótico.

# Clonagem de genes

O uso da tecnologia do DNA recombinante ou engenharia genética tem permitido ampliar as possibilidades de estratégias que podem ser utilizadas pelo melhoramento de plantas. Características como resistência a pragas, doenças e agrotóxicos, tolerância ao estresse abiótico, incremento nutricional e alterações morfológicas podem ser melhoradas com o auxílio dessa tecnologia. Para utilizar essa estratégia é necessário que, primeiramente, os genes que controlam as características desejáveis sejam isolados e caracterizados. Os projetos genoma permitem a identificação de vários desses genes, possibilitando a futura introdução dos mesmos em variedades de interesse.

As informações geradas pelo genoma funcional permitem, ainda, analisar os organismos geneticamente modificados. Esta análise é feita por meio dos estudos dos efeitos na expressão global de todos os genes em um transgênico e estudos de alterações em alimentos causadas pela transgenia.

### Ampliação da base de conhecimento

Várias informações básicas vêm sendo adquiridas com os dados dos projetos genoma. Um exemplo seriam as análises comparativas de genomas de diferentes organismos, permitindo inferir sobre a evolução das espécies. Isso é especialmente importante para o melhoramento de plantas, o qual necessita incorporar genitores de espécies diferentes, como é o caso do café.

O estudo de evolução entre espécies bem distintas também tem trazido informações importantes. A detecção de genes comuns em espécies diferentes sugere a possibilidade de eles terem funções importantes e conservadas, como aqueles envolvidos em regulação gênica, na estrutura da cromatina, pareamento cromossômico e replicação.

As pesquisas básicas provenientes da genômica visam beneficiar não só o melhoramento genético do cafeeiro, mas também proporcionar bases moleculares para solucionar problemas da fisiologia, bioquímica, biologia celular e fitopatologia.

# PROPAGAÇÃO VEGETATIVA IN VITRO (MICROPROPAGAÇÃO)

Conforme detalhado em capítulo anterior, o desenvolvimento de uma cultivar de café é um processo longo, que pode consumir até 30 anos de trabalho. Isso acontece porque o processo de melhoramento em geral

requer um ou mais cruzamentos e vários ciclos de seleção, a fim de que as características de interesse sejam reunidas e fixadas na nova cultivar, permitindo a produção de plantas uniformes por meio de sementes. Todas as cultivares de café arábica desenvolvidas no Brasil foram obtidas por esse processo.

Outra forma para o desenvolvimento de cultivares de café é pela seleção de plantas matrizes e a sua posterior multiplicação por propagação vegetativa. Nesse método, a seleção das plantas com as características de interesse pode ser feita em um tempo muito mais curto, cerca de 8 a 10 anos. A propagação vegetativa produz clones da planta matriz, possibilitando a multiplicação de híbridos e de plantas superiores que ainda segregam para uma ou mais características. Dessa forma, torna-se mais fácil produzir uma cultivar clonal que reúna várias características de grande utilidade agronômica, como, por exemplo, resistência ao bicho-mineiro, à ferrugem e a nematóide, além de alta produtividade e bebida de boa qualidade.

Um pré-requisito importante para a viabilização comercial dessa tecnologia é que ela possa ser realizada em larga escala. Para o cafeeiro, duas técnicas de propagação vegetativa atendem a esta exigência: a) a estaquia, ou seja, a multiplicação por estacas de ramos ortotrópicos e b) a micropropagação, ou propagação vegetativa "in vitro". A estaquia tem sido bastante utilizada em café conilon. O cafeeiro conilon exibe características que facilitam este processo porque é uma planta naturalmente multicaule, o que aumenta em muito o número de estacas disponíveis para propagação. Um exemplo significativo do potencial da propagação vegetativa de café conilon pode ser observado no estado do Espírito Santo. Até 1992, as lavouras desse café naquele estado eram implantadas a partir de sementes obtidas de plantas selecionadas em plantações comerciais. Como resultado, as lavouras formadas eram bastante desuniformes, apresentado plantas com grande variação em várias características agronômicas, tais como arquitetura, produtividade, época de maturação e tipo de semente. A partir de 1992, ocorreu a liberação comercial de cultivares clonais de café conilon com produtividade bem mais elevada que as plantas multiplicadas por semente e com características agronômicas bem definidas. A adoção de cultivares clonais e de outras tecnologias que se seguiram à sua utilização proporcionou um aumento de produtividade de cerca de 150% nos últimos dez anos, no estado do Espírito Santo.

Todavia, para a espécie arábica, embora a estaquia seja utilizada para a produção de mudas em pequena escala em alguns países, como no Quênia, essa técnica não tem sido utilizada para a produção de mudas em larga escala, principalmente devido à maior dificuldade para a obtenção de um grande número de estacas. A técnica mais adequada para a multiplicação em grande quantidade do cafeeiro arábica é a propagação por embriogênese somática a partir de folhas. De uma única folha é possível produzir milhares de mudas.

Resumidamente, a produção de mudas clonais via embriogênese somática é baseada no seguinte protocolo (Figura 3): inicialmente são coletadas folhas da planta matriz e levadas para um laboratório de cultura

de tecidos, onde as folhas são desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio e cortadas em explantes quadriculares com de cerca de 0,7 cm de lado. A seguir, os explantes são colocados em placas de Petri com meio de cultura gelificado contendo sais mineirais, vitaminas, açúcar e reguladores de crescimento para que ocorra a formação de calos. Após um período de aproximadadamente seis meses, há fomação de calos embriogênicos, ou seja, aqueles calos capazes de dar origem a embriões. Estes calos são multiplicados em meio líquido e a seguir, transferidos para biorreatores, para que possam formar embriões e dar origem a plântulas. Essas plântulas são transferidas para tubetes ou bandejas com substrato em casa de vegetação para que possam ser aclimatizadas e, a seguir, transferidas para viveiro para completar o desenvovimento e estarem aptas ao plantio no campo. Este processo consome, aproximadamente, 20 a 22 meses.

Os clones formados são geneticamente idênticos à planta matriz, possuindo as mesmas características agronômicas. O aparecimento de plantas anormais ou com alterações morfológicas que possam comprometer a produção é baixo, cerca de a 2,3% a 3,8% do total (Ducos et al., 2003).

O sistema radicular de mudas propagadas por embriogênese somática apresenta tamanho igual ou superior ao de mudas formadas a partir de sementes, e plantas jovens obtidas por micropropagação

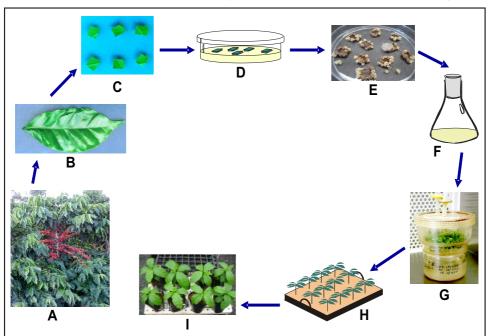


FIGURA 3. Figura 1. Esquema da propagação vegetativa de café via embriogênese somática. A) Planta matriz, B) folha para coleta de explantes, C) explantes preparados, D) explantes plaqueados em placa de Petri com meio de indução de calos, E) início de formação de calos, F) crescimento de calos em meio líquido, G) regeneração de plantas em biorreator, H) crescimento das plantas em bandejas ou tubetes, I) mudas clonais prontas para plantio no campo.

apresentam o mesmo crescimento vegetativo que plantas oriundas de sementes sob condições de baixa disponibilidade de água no solo.

### Perspectivas futuras

No Brasil, várias instituições de pesquisa e universidades estão realizando a seleção de plantas matrizes de café arábica visando à multiplicação vegetativa. As plantas selecionadas apresentam características de alto valor agregado que certamente irão aumentar a competitividade do produtor de café. O grande desafio no momento é viabilizar economicamente a produção comercial de mudas obtidas por métodos de propagação vegetativa em larga escala, de forma que o seu custo seja acessível ao produtor. É bem provável que, em breve, a cultura de café arábica possa se beneficiar das vantagens de cultivar plantas de café multiplicadas vegetativamente, com características que ainda não estão disponíveis nas cultivares propagadas por sementes, como, por exemplo, plantas com resistência simultânea ao bicho-mineiro, à ferrugem e a nematóides.

# **PLANTAS TRANSGÊNICAS**

A produção das plantas transgênicas ocorre por meio da adição de DNA exógeno às dezenas de milhares de genes que fazem parte do genoma da planta, pelo processo de transformação genética. Ela envolve o conhecimento das técnicas de engenharia genética, de cultura de tecidos e de melhoramento vegetal. Permite a incorporação de características de interesse agronômico encontradas em diferentes espécies, ampliando as possibilidades de melhoramento para resistência a pragas e doenças, tolerância a estresses bióticos, tolerância a herbicidas, entre outras características. Além disso, é possível realizar a transformação em cultivares elite, acelerando o processo de melhoramento, o que é fundamental no caso de plantas perenes.

Os métodos de transformação mais utilizados para a produção de plantas transgênicas são a transformação via *Agrobacterium tumefaciens* e a transformação via biobalística. A *Agrobacterium* é uma bactéria de solo fitopatogênica, que ocasiona a doença conhecida como galha-de-coroa. Ela tem a capacidade de transferir fragmentos de DNA para as plantas, chamados de T-DNA. Atraída por compostos fenólicos liberados em ferimentos da planta, a bactéria transfere o T-DNA que contém genes similares a citocininas que desregulam o crescimento celular, além de genes para síntese de nopalina e octopina. Indução desses genes provoca o surgimento de tumores ou galhas nas regiões infectadas. Por meio das técnicas de engenharia genética, é possível substituir os genes originalmente do T-DNA da bactéria por genes que codificam características agronômicas desejáveis. Portanto, a bactéria serve como um vetor biológico para transformação e somente os genes com características de interesse agronômico são introduzidos no genoma da planta.

O método de biobalística para transformação vegetal consiste na aceleração de partículas de metal recobertas com DNA contra o tecido vegetal. Nesse processo, o DNA, juntamente com micropartículas de ouro ou tungstênio, é impulsionado em alta velocidade, penetrando nas células para serem incorporadas ao genoma. Por meio das técnicas de cultura de tecidos, as células que receberam os genes via *Agrobacterium* ou via biobalística são selecionadas e regeneradas, produzindo as plantas transgênicas.

Vários grupos de pesquisa vêm realizando com sucesso a transformação genética, tanto de *C. arabica* quanto de *C. canephora*, seja por meio de *Agrobacterium* ou do processo de biobalística (para revisão Ribas et al., 2006a). Os objetivos dos trabalhos são diversos, visando desde a produção de plantas com resistência a insetos, como a diminuição do teor de cafeína e a tolerância a estresses abióticos como o controle da maturação. A maioria dos trabalhos está sendo realizada em plantas em casa de vegetação, com apenas uma exceção em que testes de campo foram iniciados. A seguir serão discutidos os principais trabalhos e aplicações da transgenia na cultura do cafeeiro.

#### Café com resistência a insetos

A produção de plantas de café com resistência às duas principais pragas, o bicho-mineiro e a broca-do-café, faz parte do objetivo de vários programas de melhoramento genético. Entretanto, as fontes de resistência, para serem utilizadas em melhoramento convencional dentro do gênero *Coffea* são poucas, além da dificuldade da hibridização interespecífica, principalmente com *C. arabica*.

Proteínas e genes de *Bacillus thurigiensis* (*Bt*) têm sido amplamente utilizados para combater pragas, seja no controle biológico ou biotecnológico por meio da introdução de genes *Bt* em plantas. Três proteínas de *Bt* apresentam toxicidade ao bicho-mineiro: *cry1Ac*, *cry1B* e *cry1E* (Guerreiro Filho et al., 1998). O potencial de utilização do gene *cry1Ac* foi demonstrado em plantas transgênicas de *C. canephora* resistentes ao bicho-mineiro, tanto em casa de vegetação como em testes de campo (Leroy et al., 2000. Perthuis et al., 2005). Cerca de 70% dos eventos testados foram resistentes e todas as plantas apresentaram crescimento e produção similares aos das plantas controle. Proteínas de Bt também têm potencial para controlar a broca do café. O gene de *Bt cry13B1* vem sendo utilizado em plantas transgênicas de milho para controle de coleópteros.

Além dos genes de *Bt*, genes de inibidores de α-amilase estão sendo utilizados em trabalhos de transformação visando resistência à broca (Grossi de Sá et al., 2004). Plantas transgênicas de *C. arabica* com estes genes já foram produzidas e devem ser testadas para controle da broca nos próximos anos (Barros comunicação pessoal). O controle da broca-do-café, além do potencial de reduzir aplicações de pesticidas, pode também representar um ganho adicional, pois uma menor infestação de broca deverá diminuir a presença de *Aspergillus flavus* e *A. ocraceous* e,

consequentemente, presença menor de ocratoxina no café produzido.

A produção de plantas transgênicas com genes para resistência a insetos tem sido motivo de grande controvérsia entre lados favoráveis e contrários à utilização dessa tecnologia em plantas anuais. No caso de plantas perenes, como o cafeeiro, cuja renovação de plantações pode ocorrer após 25 anos ou mais, haverá constante pressão seletiva, sendo fundamental a implementação de formas de manejo integrado de pragas. O manejo deverá incluir o cultivo de linhas não transgênicas para refúgio, o uso de agentes biológicos naturais, como o próprio *Bt* e outras práticas agronômicas para manter a população de insetos resistentes sob controle.

#### Café com resistência a herbicidas

Em plantações de café, o controle de ervas daninhas é altamente recomendado. Quando é negligenciado, a competição por água e nutrientes pode resultar em perdas de até 20% da produção. Devido ao custo cada vez mais alto da mão-de-obra, além da própria escassez de trabalhadores rurais, a utilização de plantas de café resistentes a herbicidas poderá oferecer tanto o benefício econômico como uma maior facilidade de manejo da cultura. Genes que conferem resistência a uma série de herbicidas (epsps - glifosato; bxn – bromoxinil; ahas – sulfoniluréias; bar – glufosinato de amônio) vêm sendo utilizados para a produção de plantas transgênicas de soja, milho, algodão, canola e trigo.

Em café, plantas transgênicas *C. arabica* e *C. canephora* com resistência a glufosinato de amônia (Finale ®) foram produzidas e testadas em casa de vegetação (Ribas et al., 2005a, 2006a). As plantas foram resistentes até oito vezes à dose de aplicação recomendada para o herbicida. A futura utilização de cafeeiros com resistência a herbicidas também deve seguir normas de manejo integrado, visando controlar o surgimento das populações de ervas daninhas resistentes ao herbicida utilizado. Os trabalhos nesta linha deverão incluir a piramidação de genes de diferentes classes de herbicidas, permitindo uma rotação de herbicidas com princípio ativo diferente, diminuindo a probabilidade do aparecimento de populações resistentes.

# Diminuição de cafeína

A venda de café descafeinado representa cerca de 10% do mercado mundial. Recentemente, fontes de materiais genéticos de *C. arabica* com baixo teores de cafeína foram identificadas para propósito de melhoramento tradicional e vêm sendo utilizadas para a introdução da característica em cultivares de elite.

Plantas de cafe transgênicas de *C. canephora* com baixo teor de cafeína foram produzidas por meio da técnica de interferência de RNA (RNAi) para o gene para teobromine sintase (*CAMXT1*), um dos principais produtos intermediários na biossíntese da cafeína (Ogita et al., 2004). Folhas de plantas transformadas tiveram redução de até 70%, tanto de teobromina como de cafeína, em comparação com plantas controle. Análises de tecidos embriogênicos de *C. arabica*, também transformados

para RNAi de *CAMXT1*, mostraram inibição de 85% e 100% de teobromine e cafeína, respectivamente.

### Uniformidade de maturação

A uniformidade da maturação dos frutos está diretamente relacionada com a qualidade do café produzido. A colheita de frutos cereja produz, normalmente, as melhores características organolépticas no café. A presença de frutos verdes ou passa causa mudanças na acidez, no amargor e, conseqüentemente, na qualidade do café produzido. A maturação dos frutos pode ser modificada por meio do controle genético da floração ou de estágios da maturação dos frutos.

Vários trabalhos com frutos climatérios demonstraram que é possível controlar a maturação pela utilização de tecnologia antisenso ou de RNAi. Os genes alvo para controle são, geralmente, os envolvidos na síntese de etileno ou os responsáveis por enzimas de despolimerização da parede celular e das substâncias pécticas. Dois dos principais genes responsáveis pela síntese de etileno em frutos de cafeeiro foram clonados: *ACC sintase* e *ACC oxidase* (Neupane et al., 1999; Pereira et al., 2005). Plantas transgênicas de *C. arabica* e *C. canephora* com genes anti-senso de *ACC oxidase* já foram obtidas (Ribas et al., 2003, 2005a) e encontram-se em casa de vegetação para análise da maturação dos frutos.

A inibição de genes após o controle inicial de etileno durante a maturação também deverá ser uma opção para controle da maturação. Vários desses genes foram identificados, como expansinas, poligalacturonases e pectinametilesterases, e podem ser utilizados com o objetivo de uniformizar a maturação dos frutos (Budzinski et al., 2005).

#### Café com tolerância a estresses abióticos

O avanço de estudos de genoma e proteoma em plantas também vem permitindo a identificação e a caracterização de genes e proteínas relacionados à resposta a estresses abióticos. Entre esses genes, fatores de transcrição da família DREB (dehidration-responsive element binding) vêm sendo utilizados para a transformação de plantas modelo, demonstrando potencial para aumentar a tolerância aos estresses abióticos. Vários desses genes, como cor15a, cor6.6, rd29A, rd17, kin1 e erd10, foram encontrados nos bancos genômicos de café (Vinecky al., 2005) e poderão ser utilizados em experimentos de transformação genética.

Genes codificando compostos com função osmoprotetora também têm sido utilizados para transformação genética e proteção de plantas contra seca. Trabalhos recentes com o aumento de produção de prolina, por meio da introdução de genes heterólogos de *P5CS* (-pyrroline-5-carboxylate synthetase) em citros e cana-de-açúcar, demonstraram uma diferença significativa na tolerância a estresse hídrico das plantas transformadas (Molinari et al., 2007). Trabalhos de transformação de café com genes de *P5CS* já foram iniciados no laboratório de biotecnologia do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), utilizando promotores constitutivos (35S-CaMv) e induzidos (Rd29A) para a obtenção de plantas

tolerantes ao estresse hídrico.

# **COMENTÁRIOS FINAIS**

Os conhecimentos gerados pelos avanços recentes de estudos em genômica e proteômica em café deverão propiciar um avanço grande no entendimento genético, bioquímico e fisiológico do cafeeiro, como também fornecer genes para serem utilizados na transgênia. A identificação de genes envolvidos na produção de cafeína, alcalóides, compostos fenólicos e diterpenos deverá ter uma grande aplicação para a produção de plantas com bebida com baixos teores de cafeína, aroma diferenciado e com maior valor nutracêutico. Além disso, a transformação do cafeeiro poderá ser usada para a validação das funções de genes, por meio da sua superexpressão ou inibição, auxiliando estudos de bioquímica, fisiologia, fitopatologia e outras áreas afins. A identificação de promotores específicos e ou induzidos deverá permitir uma regulação precisa dos trangenes, aumentando a precisão e a biossegurança da tecnologia.

A técnica de transformação genética de plantas de café, apesar de apresentar alguns gargalos, vem sendo realizada por vários grupos de pesquisa, devendo, gradualmente, ser um importante componente nos programas de melhoramento no médio e no longo prazo. A utilização comercial de plantas transgênicas de café plantas poderá trazer benéficos para diferentes partes da cadeia produtiva, assim como para o consumidor. Entretanto, a aceitação da tecnologia dependerá não somente dos produtores, mas principalmente do mercado consumidor. Nos dias de hoje, dificilmente haveria uma ampla aceitação de cafés transgênicos, mesmo com todos os pré-requisitos de legislação de biossegurança sendo cumpridos. Por outro lado, como a maioria dos cafés transgênicos ainda se encontra em experimentos de casa de vegetação, qualquer previsão para o lançamento de uma cultivar comercial de café transgênico leva para o longo prazo, considerando o tempo necessário tanto para testar os materiais no campo quanto para a incorporação de novos genes. Entretanto, o contínuo progresso na utilização e na monitoração de plantas transgênicas de outras espécies deverá ser um aspecto importante para facilitar a aceitação de cafeeiros transgênicos pelo mercado consumidor, no momento oportuno.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUDZINSKI, I.G.F.; CAÇÃO, S.M.B.; OLIVEIRA, C.A.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Análise de genes expressos durante estádios finais da maturação de frutos de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina, PR: Embrapa Café, 2005, CD-Rom.

FERNANDEZ D.; LASHERMES P. Molecular tools for improving coffee

(Coffea arabica L.) resistance to parasites. In: JAIN, S.M.; BRAR, D.S.; AHLOOWALIA, B.S. (Ed.). **Molecular techniques in crop improvement.** Dordrecht: Kluwer Academic, 2002. p.327-346.

GROSSI de SÁ, M.F.; PEREIRA, R.A.; BARROS, E.V.S.A.; VALENCIA, A.; BATISTA, J.; OLIVEIRA NETO, O.B.; SILVA, M.C.M.; BERCOT, M.; FIGUEIRA, L.Z.; O uso de inibidores de alfa-amilases no controle da brocado-café. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MANEJO DA BROCA-DO-CAFÉ, 2004, Londrina. **Anais...** Londrina, PR, IAPAR, 2004.

GUERREIRO FILHO, O.; DENOLF, P.; PEFEROEN, M.; ESKES, A.B.; FRUTOS, R. Susceptibility of the coffee leaf miner (Perileucoptera spp.) to Bacillus thuringiensis Delta-Endotoxins: a model for transgenic perennial crops resistant to endocarpic insects. **Current Microbiology**, v.36, n.3, p.175-179, 1998.

KY, C.L.; BARRE, P.; LORIEUX, M.; TROUSLOT, P.; AKAFFOU, S.; CHARRIER, A.; HAMON, S.; NOIROT, M. Interspecific genetic linkage map, segregation distortion and genetic conversion in coffee (Coffea sp.). **Theoretical and Applied Genetics**, v.101, p.669-676, 2000.

LASHERMES, P.; COMBES, M.C.; PRAKASH, N.S.; TROUSLOT, P.; LORIEUX, M.; CHARRIER, A. Genetic linkage map of Coffea canephora: effect of segregation distortion and analysis of recombination rate in male and female meioses. **Genome**, v.44, p.589-596, 2001.

LASHERMES, P.; COMBES, M.C.; ROBERT, J.; TROUSLOT, P.; D'HONT, A.; ANTHONY, F.; CHARRIER, A. Molecular characterization and origin of the Coffea arabica L. genome. **Molecular and General Genetics**, v.261, p.259-266, 1999.

LASHERMES, P.; PACZEK, V.; TROUSLOT, P.; COMBES, M.C.; COUTURON, E.; CHARRIER, A. Single-locus inheritance in the allotetraploid Coffea arabica and interspecific hybrid C. arabica x C. canephora. **The Journal of Heredity**, v.91, n.1, p.81-85, 2000.

LEROY, T.; HENRY, AM.; ROYER, M.; ALTOSAR, I.; FRUTOS, R.; DURIS, D.; PHILIPPE, R. Genetically modified coffee plants expressing the Bacillus thuringiensis cry1Ac gene for resistance to leaf miner. **Plant Cell Rep.** v.19, p.382-389, 2000.

MOLINARI, H.C.B.; MARUR, C.J.; BEPALHOK-FILHO, J.C.; DARO, E.; CAMPOS, M.K.; FREITAS, J.F.; CARVALHO, R.P.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Evaluation of the stress-inducible production of proline in transgenic sugarcane (Saccharum spp.): osmotic adjustment, chlorophyll fluorescence and oxidative stress. **Physiology Plantarum**, 2007. In press.

NEUPANE, K.R.; MOISYADI, S.; STILES, J. Cloning and characterization of

fruit-expressed ACC synthase and ACC oxidase from coffee. In: ASIC COLLOQUIUM, 18., 1999, Helsinki. **Proceedings...** Helsinki, Finland: ASIC,1999.p.322-326.

OGITA, S.; UEFUJI, H.; MORIMOTO, M.; SANO, H. Application of RNAi to confirm theobromine as the major intermediate for caffeine biosynthesis in coffee plants with potential for construction of decaffeinated varieties. **Plant Mol. Biology**, v.54, p.931-941, 2004.

OLIVEIRA, A.C.B.; SAKIYAMA, N.S.; RUFINO, R.J.N.; ZAMBOLIM, L. Recuperação assistida por marcadores RAPD do genótipo recorrente em população de retrocruzamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. WORKSHOP INTERNACIONAL DE CAFÉ & SAÚDE, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, BA: GROSSI 2003a. p.103.

OLIVEIRA, A.C.B.; SAKIYAMA, N.S.; ZAMBOLIM, L.; CAIXETA, E.T.; PEREIRA, A.A. Mapa de ligação gênica do cafeeiro arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, BA: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2003b. CD-Rom.

PAILLARD, M.; LASHERMES, P.; PETIARD, V. Construction of a molecular linkage map in coffee. **Theoretical and Applied Genetics**, v.93, p.41-47, 1996.

PEARL, H.M.; NAGAI, C.; MOORE, P.H.; STEIGER, D.L.; OSGOOD, R.V.; MING, R. Construction of a genetic map for arabica coffee. **Theoretical and Applied Genetics**, v.108, p.829-835, 2004.

PEREIRA, L.F.P.; GALVÃO, R.M.; KOBAYASHI, A.K.; CAÇÃO, S.M.B.; VIEIRA, L.G.E. Ethylene production and ACC oxidase gene expression during fruit ripening of Coffea arabica L. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.17,n.3, p.283-289, 2005.

PERTHUIS, B.; PRADON, J.; MONTAGNON, C.; DUFOUR, M.; LEROY, T. Stable resistance against the leaf miner Leucoptera coffeella expressed by genetically transformed Coffea canephora in a pluriannual field experiment in French Guiana. **Euphytica**, v.144, n.3, p.321-329, 2005.

RAINA, S.N.; MUKAI, Y.; YAMAMOTO, M. In situ hybridization identifies the diploid progenitor species of Coffea arabica (Rubiaceae). **Theoretical and Applied Genetics**, v.97, p.1204-1209, 1998.

RIBAS, A.F.; KOBAYASHI, A.K.; CAÇÃO, S.M.B.; PEREIRA, L.F.P.; AYUB, R.A.; VIEIRA, L.G.E. Transformação genética de Coffea canephora P. mediada por Agrobacterium tumefaciens com gene heterólogo de ACC-

Oxidase na orientação anti-senso. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, BA: Embrapa Café, 2003. p.106-107.

RIBAS, A.F.; GALVÃO, R.M.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Transformação de Coffea arabica com o gene da ACC-oxidase em orientação antisenso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 51, 2005, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: Embrapa Café, 2005a. CD-Rom.

RIBAS, A.F.; KOBAYASHI, A.K.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Genetic transformation of Coffea canephora P. particle bombardment. **Biology Plant**, v.49, n.4, p.493-497, 2005b.

RIBAS, A.F.; KOBAYASHI, A.K.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Production of herbicide-resistant coffee plants (Coffea canephora P.) via Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation. **Brazilian Archives Biology Technology**, v.49, p.11-19, 2006a.

RIBAS, A.F.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Genetic transformation of coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, SP, v.18, n.1, p. 83-94, 2006b.

TEIXEIRA-CABRAL, T.A.; SAKIYAMA, N.S.; ZAMBOLIM, L.; PEREIRA, A.A.; BARROS, E.G.; SAKIYAMA, C.C.H. Reproducibility of RAPD markers and its efficiency for coffee tree grouping analysis. **Crop Breeding and Applied Biotecnology**, v.2, n.1, p.121-130, 2002.

TEIXEIRA-CABRAL, T.A..; SAKIYAMA, N.S.; ZAMBOLIM, L.; PEREIRA, A.A.; SCHUSTER, I. Single-locus inheritance and partial linkage map of Coffea arabica L. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, p.416-421, 2004.

VINECKY, F.; BRITO, K.M.; SILVA, F.R. da; ANDRADE, A.C. Análise *in silico* de genes potencialmente envolvidos na resposta aos estresses abióticos, presentes na base de dados do genoma café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISADOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Londrina, PR: Embrapa Café, 2005. CD-Rom.



# CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DA CULTIVAR DE CAFÉ

José Braz Matiello

A recomendação de cultivares para plantio em uma região ou fazenda deve ser feita por um técnico especializado. O produtor deve estar bem informado, evitando, assim, prejuízos futuros com o plantio de uma cultivar inadequada à sua área.

A escolha da cultivar deve ser feita de forma combinada com a adoção do sistema de espaçamento e de manejo desejados. Além disso, há necessidade de serem observadas as condições climáticas da região e o nível tecnológico do produtor porque o desempenho da cultivar de café é influenciado pelo ambiente e pelas condições de cultivo.

#### CARACTERÍSTICAS DA CULTIVAR

As características vegetativas e reprodutivas inerentes a cada cultivar já foram detalhadas anteriormente, devendo ser analisadas pelo técnico ou produtor, antes da tomada de decisão para seu plantio. Os aspectos mais importantes a serem observados são: produtividade, vigor, porte, resistência a pragas e doenças e maturação e qualidade dos frutos.

# ADAPTAÇÃO À REGIÃO E AO NÍVEL TECNOLÓGICO DO PRODUTOR

Para avaliar a adaptação das cultivares à região produtora, devem ser conhecidas as condições e os problemas que a região e a propriedade apresentam, destacando-se o clima, o solo, a topografia e o nível de tecnologia empregado pelo produtor.

Os resultados obtidos em ensaios regionais, em que são avaliadas as cultivares e linhagens promissoras, juntamente com as informações obtidas das observações de lavouras comerciais, dão base para uma indicação

mais segura nesse sentido.

Além da influência que a temperatura, a precipitação e as características físicas e químicas do solo exercem sobre as plantas (produção e qualidade dos frutos), devem ser considerados os efeitos paralelos desses fatores sobre as pragas e doenças que venham a causar problemas às plantas.

# **Temperatura**

Cultivares de café arábica são mais indicadas para regiões de clima mais ameno, com temperaturas médias inferiores a 21°C-22°C, sendo as regiões mais quentes indicadas para cultivares de café robusta-conilon. Essa é uma indicação geral, não sendo, no entanto, uma regra excludente, pois, sob condições especiais, é possível cultivar café robusta em áreas um pouco mais frias e café arábica em regiões mais quentes. A arborização e, principalmente, a irrigação podem ser usadas para auxiliar na adaptação às condições ambientais. Vários experimentos e grandes plantações comerciais têm mostrado boa produtividade de cultivares arábica, mesmo em regiões de temperatura média anual na faixa de 23°C a 24,5°C.

A cultivar Catuaí tem se mostrado mais adaptada aos extremos de temperatura. Nas regiões mais altas e frias é menos afetada pelo vento e, nas regiões quentes, é aquela que apresenta menor abortamento de florada (estrelinhas). Parece que outras cultivares, como IBC-Palma e Acauã, também se adaptam bem a regiões mais quentes. Por outro lado, nas regiões muito frias, em altitudes elevadas (na região Centro-Sul, acima de 900 a 1.000 m), a maturação da cultivar Catuaí ocorre muito tardiamente, sendo mais indicadas para essas regiões cafés de maturação bem precoce, tais como as cultivares Icatu 3282, Bourbon Amarelo, Catucaí 785-15, Canário, Maracatiá ou cultivares de maturação mediana, como a Acaiá, embora cresça muito nessas regiões. Algumas seleções de maturação mais precoce em desenvolvimento poderão ser úteis nessas regiões. Cultivares Icatu, apesar de sua origem híbrida entre arábica e robusta, não têm se adaptado a regiões quentes.

A utilização de espaçamentos adequados associados à correta escolha da cultivar também é um fator que contribui para o processo de maturação dos frutos. É recomendado um espaçamento um pouco mais aberto nas áreas mais frias, de altitudes elevadas ou naquelas de faces pouco expostas ao sol.

Em áreas sujeitas à geada não é indicado o uso de cultivares com maturação tardia. Isso porque as geadas antecipadas, que podem ocorrer nos meses de maio ou junho, podem afetar a planta com seus frutos ainda verdes, causando prejuízos à safra do mesmo ano. Em regiões sujeitas à geada, o uso de cultivares com baixo vigor não é indicado, pois elas não terão boa capacidade de recuperação após a ocorrência do fenômeno. Essa indicação é válida para a escolha do talhão dentro da propriedade, considerando que as áreas mais altas, com melhor escoamento do ar frio, devem ser preferidas para o plantio de cultivares de maturação tardia, como a Catuaí, ou cultivares menos vigorosas, como algumas derivadas de

Sarchimores e Catimores.

#### Chuva

Quando a chuva é limitante, com déficits hídricos superiores a 100–150 mm, a opção pelo cultivo de cultivares arábica deve considerar o uso da irrigação. Já o conilon pode suportar déficits de até 200–300 mm, pois a capacidade do seu sistema radicular e a característica de maior retenção foliar não limitam drasticamente a produtividade.

Em geral, as cultivares de café arábica de porte baixo têm apresentado melhor tolerância a períodos de seca. Dentre elas, podem ser citadas as cultivares Acauã, IBC-Palma II, Siriema e Azulão (Catucaí 36/6 cv 366). Cafeeiros das cultivares Obatã, Icatu e Catucaí 785-15 têm se mostrado menos tolerantes ao estresse hídrico. Em locais de altitude intermediária, que apresentem temperaturas médias anuais entre 21°C e 23°C e com pouca chuva, como ocorre nas áreas continentais de vales como o do Rio Doce, em Minas Gerais, quando não houver condições de irrigação, é indicado plantar cafeeiros conilon, de preferência arborizados.

#### Solo

Não existem grandes variações entre as variedades atualmente em cultivo quanto à tolerância a certas deficiências do solo. Aliás, os programas de melhoramento do cafeeiro não têm dedicado trabalhos voltados ao estudo do comportamento das plantas em diferentes solos. Verificou-se, apenas, que a cultivar Mundo Novo e, principalmente, a Acaiá, são mais exigentes em magnésio e zinco. Por outro lado, a Catuaí é mais exigente em boro.

Algumas linhagens da cultivar Icatu que têm se mostrado mais tolerantes ao frio tendem a exigir mais potássio, pois foi observado que o teor foliar desse nutriente é mais elevado nessas linhagens.

Há evidências, também, de que as cultivares com maturação mais precoce e mais concentrada, pelo fato de reunir suas necessidades em um período mais curto, tendem a ser mais exigentes em nutrição.

No aspecto da física do solo, os resultados de pesquisa comprovam a melhor penetração das raízes do conilon em solos com maior densidade.

Outra característica importante no solo é a presença de pragas ou doenças, sendo mais crítica a população de nematóides. Por isso, sempre que a região for problemática e, principalmente, quando a área de plantio já foi cafezal, deve-se analisar a ocorrência das espécies de nematóides e adotar as medidas de controle que envolvam manejo cultural (rotação de culturas, etc.), dando prioridade ao uso de cultivares resistentes ou à utilização de porta-enxertos resistentes a nematóides.

# Pragas e doenças

A combinação das condições de umidade e temperatura, nos aspectos macro, topo e microclimáticos, influencia na ocorrência de pragas e doenças e contribuem para a maior ou menor suscetibilidade da planta.

Regiões úmidas e frias têm mais problema de Phoma sp., Ascochyta

sp. e Pseudomonas sp. Doenças provocadas por estes patógenos são de difícil controle, justamente por serem muito dependentes do clima. Não existe grande diferenciação entre cultivares em relação à tolerância a essas doenças. Apenas as cultivares Catucaí Amarelo 2 SL e Catucaí Amarelo 20/15 cv 479 têm mostrado melhor comportamento em regiões com alta incidência dessas doenças. Dois ensaios realizados em regiões de altitude elevada, no Espírito Santo e em Minas Gerais, mostraram maior produtividade e menor ataque de *Phoma* sp. e *Ascochyta* sp. nessas linhagens de Catucaí Amarelo. Foi verificada, recentemente, tolerância a *Phoma* sp. e *Ascochyta* em cafeeiros robusta, especialmente o Apoatã.

Cultivares de porte baixo, compactas, como a Catuaí, tendem a ser mais protegidas de ventos frios. Por outro lado, mantêm, dentro da copa, maior umidade (de orvalho), o que facilita o ataque de doenças. Essas doenças causam secas da ponta de ramos laterais e ponteiros e induzem à bifurcação dos ramos secundários, terciários, etc. A planta de Catuaí atacada sucessivamente por essas doenças acaba ficando "embatumada" e, assim, tem sua floração reduzida

Condições de temperaturas médias anuais entre 19°C e 22°C são muito favoráveis ao crescimento e ao desenvolvimento do café arábica, mas também coincidem com a condição ideal para a evolução da ferrugem (Hemileia vastatrix). Nesse caso, principalmente quando se tratarem de plantios adensados, em que a umidade permanece por mais tempo na folhagem, favorecendo a evolução da doença e dificultando o controle mecanizado, torna-se importante o cultivo de cultivares resistentes a essa doença.

Em regiões mais quentes, nas quais a temperatura média fica próximo à faixa superior de aptidão para o café arábica e, principalmente, onde coincidem condições de baixa umidade e alta insolação, os ataques de cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e bicho-mineiro (*Leucoptera coffeela*) são mais intensos e podem se tornar um grave problema para a lavoura de café. Para a cercosporiose, ainda não existe material com resistência, sendo indicadas cultivares mais vigorosas e aquelas de maturação tardia para atenuar esse problema. Outro ponto importante no manejo da cercosporiose é a associação de uma boa nutrição e práticas de controle químico. Para o bicho-mineiro, a alternativa de cultivares resistentes está em progresso pela pesquisa, havendo, em âmbito experimental, plantas matrizes da cultivar Siriema com bom nível de resistência a esta praga e com boas características produtivas.

# **Topografia**

Em regiões montanhosas, de altitude elevada, normalmente, há maior nebulosidade e, por isso, principalmente na face Noruega, onde a insolação é menor, a maturação do cafeeiro é mais tardia, indicando a necessidade de cultivares com maior precocidade de maturação.

A nebulosidade favorece o crescimento das plantas em altura e, assim, é inadequado o uso de cultivares de porte alto. Também, o uso dessas cultivares dificulta os tratos culturais que só poderão ser efetuados

manualmente e a própria colheita, que exige mais precocemente o uso de escadas na lavoura. Desse modo, o cultivo em áreas montanhosas deve ser feito com cultivares de porte baixo e que apresentem, ainda, características que facilitem os tratos culturais. Não deve ser esquecida a necessidade de a cultivar adaptar-se ao plantio de café adensado, um sistema essencial para viabilizar a exploração de áreas com declive acentuado. Nessa áreas devese dar preferência ao plantio de cultivares resistentes à ferrugem.

### Nível tecnológico do produtor

A indicação da cultivar a ser plantada, como qualquer técnica transferida ao produtor, deve considerar sua capacidade (conhecimento, recursos) de aceitação. Duas alternativas podem ser adotadas: a) melhorar o nível tecnológico do produtor, para que ele possa efetuar um manejo adequado na plantação, que deve acompanhar a introdução de uma cultivar altamente produtiva e, provavelmente, mais exigente e b) Indicar cultivares mais estáveis e adaptadas a um manejo simplificado, para aqueles produtores que não investem em avanços tecnológicos e ou sofrem com a falta de recursos. Em ambos os casos, o auxílio de um técnico extensionista será essencial para orientar a escolha da cultivar mais adaptada àquela situação. De maneira geral, materiais rústicos, mais vigorosos e com resistência a pragas e doenças são indicados para introdução junto aos produtores de baixa renda, que não possuem condições de adquirir os insumos necessários ao controle de pragas e doenças, bem como para realizar o fornecimento adequado de adubos. São opções, também, para compor uma parte das lavouras de uma fazenda maior, facilitando, com isso. a execução dos trabalhos de controle nas demais áreas. Esses materiais também são indicados no sistema de cultivo orgânico.

Uma cultivar que vem tendo boa aceitação na situação de tratos menos cuidadosos é a 'Acauã', chamada, por alguns produtores, de café de pobre, por ser vigorosa, produtiva, não apresentar seca de ponteiros e ser imune à ferrugem. Também a cultivar Siriema parece apresentar boa adaptação a sistemas de menor nível tecnológico.

# ADAPTAÇÃO AO SISTEMA DE PLANTIO E MANEJO

O desempenho de uma cultivar de café é influenciado pelo sistema de plantio e também pelo manejo empregado na lavoura. Nessa interação pode ser destacado o efeito do espaçamento, do número de plantas por cova e por área, do número de hastes/planta, do manejo dos tratos no cafezal (podas, controle do mato, controle de pragas e doenças, etc.) e do sistema de preparo pós-colheita.

# Espaçamento

Até pouco tempo, na interação entre os fatores cultivar e espaçamento, era considerado apenas o porte das plantas. Recomendavase um espaçamento mais largo para plantas de porte alto e mais fechado

para as cultivares de porte baixo. No entanto, outras características vegetativas e reprodutivas devem ser levadas em conta.

É importante observar a arquitetura da planta, aí incluindo a forma e a distribuição dos ramos na copa e o diâmetro da saia do cafeeiro. Essas características, à semelhança do porte, interferem no fechamento da lavoura e, portanto, em sua capacidade de produzir bem. O vigor das plantas, sua relação folhas/frutos, além do aspecto de maturação, também devem ser analisados. Cafeeiros vigorosos, dependendo do espaçamento, podem ter um fechamento mais precoce. Por outro lado, o vigor desses cafeeiros confere boa recuperação quando as podas corretivas se fizerem necessárias.

A relação folha/fruto é influenciada pelo espaçamento. Um espaçamento adequado pode favorecer ou não a expressão do potencial produção da cultivar. Por exemplo, uma linhagem que tem uma relação folha/fruto baixa e que se depaupera pode ter uma produção por planta diminuída com a utilização de espaçamentos mais adensados, sem afetar ou, até mesmo, podendo favorecer os ganhos na produção por área. Têmse como exemplos cultivares derivadas de catimores e sarchimores que, devido ao seu menor vigor, se depauperam menos em sistemas de plantio adensado.

A maturação dos frutos é afetada pelo espaçamento, pela sua influência na entrada de luz e de calor na planta. Quanto menor o espaçamento utilizado, maior será o tempo necessário para os frutos completarem a sua maturação.

A interação entre cultivar e espaçamento é afetada tanto pela distância entre ruas como pela distância entre plantas na linha, estas, talvez, sendo as mais críticas. Cafeeiros mais compactos, como os da cultivar Catuaí, ou com diâmetro de saia maior, como os das cultivares Mundo Novo (IAC 376-4, IAC 388-I7, etc) e Icatu (IAC 2945, IAC 2944, etc.), exigem maiores distâncias entre plantas na linha (0,70 até 1,0 m). Cultivares e linhagens com plantas mais abertas e mais esguias (menor diâmetro de saia), como a 'Acaiá IAC 474-I9', a 'Mundo Novo IAC 5I5', a 'Maracatiá', a 'Palma II' e a 'Oeiras', podem ser plantadas mais próximas, utilizando-se até 0,50 m na linha. Cultivares com plantas muito compactas podem ter sua arquitetura de copa melhorada por meio de plantios mais próximos na linha (exemplo: 'Acauã').

Para os sistemas de plantio adensado (1,5-2,0 m na rua) ou semiadensado (2,0-3,0 m na rua), deve-se dar prioridade para cultivares que tenham a maioria das seguintes características:

- arquitetura adequada: planta cônica, ramos abertos e diâmetro da saia pequeno;
- maturação (precoce a média);
- boa capacidade de recuperação pós-poda ou pós-geada;
- resistência à ferrugem e à Phoma sp. e Ascochyta sp;
- tolerância à seca;
- maior retenção do café na planta;
- boa capacidade produtiva, principalmente por área.

No sistema semi-adensado, principalmente nas distâncias mais amplas de rua, o porte baixo das plantas também é uma característica desejável, pois a menor altura reduz o sombreamento na parte baixa das plantas da outra rua e permite, assim, maior número de safras sem poda.

Para o sistema renque mecanizado, com distâncias de 3,5 a 4,5 m na rua, as características mais importantes na cultivar são:

- alta capacidade produtiva por planta;
- bom vigor;
- resistência ao bicho-mineiro e ao ácaro da mancha-anular, se possível;
- porte baixo, quando se tratar de colheita mecanizada;
- maturação mais uniforme, para colher mais frutos cereja.

# Manejo

Em cultivares com plantas compactas e de porte baixo, as práticas culturais são facilitadas: as pulverizações, para correção de micronutrientes e controle de pragas e doenças, podem atingir com mais facilidade toda a copa, as podas são menos necessárias e a colheita apresenta melhor rendimento.

No mesmo sentido, cultivares com resistência à ferrugem reduzem a necessidade de controle e, por isso, são indicadas para a utilização em sistemas de manejo simplificado, como em cafezais orgânicos, nas lavouras adensadas e para produtores de menor nível tecnológico.

Tem sido observada uma interação, com vantagem produtiva, para os tratamentos que utilizam fungicidas cúpricos (efeito tônico, nutricional e controle de cercosporiose) e fungicidas-inseticidas de solo, mesmo em cultivares resistentes, tais como 'Icatu', 'Catucaí', 'Sarchimores', etc. O manejo intensivo, com o uso de adubações em níveis mais altos e também com a irrigação, permite conduzir adequadamente cultivares menos vigorosas, mas que possuam outras características de interesse. A arborização melhora o equilíbrio vegetativo/produtivo nos cafeeiros e reduz o estresse pós-colheita, principalmente nas cultivares menos vigorosas e em áreas mais quentes.

O excesso de plantas por área e ou hastes por cova é mais crítico em cafeeiros compactos, pois neles o fechamento da copa já é naturalmente maior e as hastes adicionais reduzem ainda mais a entrada de luz na planta. Cafeeiros com pequeno diâmetro de saia, como os da cultivar Palma II, podem, em espaçamentos normais, ser conduzidos com duas a três hastes por planta, aumentando sua área de ramos produtivos.

# Colheita e preparo

Lavouras em que se utilize a colheita mecânica devem ser formadas preferencialmente a partir de cultivares que apresentem maturação mais uniforme, porte baixo e que mostrem facilidade para a queda de frutos. O preparo de café especiais é facilitado com a utilização de cultivares de maturação mais uniforme e de melhor qualidade de bebida.

# **RECOMENDAÇÕES BÁSICAS**

Na escolha de cultivares, considerando suas características, sua adaptação às condições de cultivo, de ambiente e do tipo de produtor, podem-se resumir as recomendações já discutidas anteriormente, da forma a seguir:

- a) as características do cafeeiro mais importantes na escolha de uma variedade ou linhagem de café a ser plantada são: o vigor das plantas, a sua capacidade produtiva e a boa qualidade dos frutos e grãos, sendo desejável que o material genético apresente, ainda, tolerância às principais pragas e doenças, com prioridade para aquelas mais problemáticas na região de cultivo;
- b) as variedades devem ser adaptadas à região e ao sistema de cultivo, para isso sendo necessário verificar também outras características das plantas, como o porte, a arquitetura da copa e a maturação, analisando sua interação com as condições do clima, do solo e da topografia da área, bem como observar o nível do produtor e adotá-las de acordo com o sistema de manejo a ser utilizado na plantação, em que se destacam o espaçamento, a forma de condução dos tratos, principalmente o controle de pragas/doenças, a nutrição, a irrigação e o sistema de colheita e preparo do café;
- c) das variedades atualmente disponíveis, as mais plantadas são a 'Mundo Novo' e a 'Catuaí', ambas susceptíveis à ferrugem, ocorrendo a introdução gradativa de novos materiais, principalmente aqueles com resistência à ferrugem, em que se destacam as cultivares Catucaí, IBC-Palma, Acauã e os sarchimores ('Tupi', 'Obatã' e 'IAPAR 59') e as lançadas mais recentemente, como 'Oeiras', 'Catiguá', 'Araponga', 'Paraíso' e 'Pau-Brasil'. Dentre os materiais suscetíveis destacam-se as cultivares Rubi, Topázio e Ouro Verde. No que se refere às plantações do robusta-conillon é indicado o uso de clones para a uniformização da produtividade e de outras características na plantação, destacando-se a prioridade para clones resistentes à ferrugem;
- d) na programação de plantio de variedades é interessante adotar combinações que favoreçam o manejo das lavouras e a programação de colheita. Para facilitar e reduzir os custos dessas operações, deve-se considerar o uso de variedades de maturação precoce, média e tardia. Para facilitar o manejo é indicado usar, principalmente quando se tratar de grandes áreas ou de produtores de baixo nível tecnnológico, variedades resistentes, que permitem melhor operacionalização dos tratos nas demais áreas susceptíveis, sem esquecer que têm sido obtidos ganhos de produtividade com tratamentos fitossanitários (com cobre e fungicidas de solo), mesmo nesses materiais susceptíveis;

- e) deve-se dar prioridade a cultivares com resistência múltipla, às pragas e ou doenças mais críticas na região de cultivo;
- f) para a produção de cafés especiais (gourmet) devem ser usadas cultivares que resultem maturação mais uniforme, com favas grandes e melhor qualidade de bebida. Nesses aspectos têm se destacado a 'Bourbon Amarelo', a 'Catucaí 785/15' e a 'Acauã'.

# Capítulo 8

# CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS UTILIZADAS PARA A IDENTIFICAÇÃO DE CULTIVARES DE CAFÉ

Oliveiro Guerreiro Filho Maria Bernadete Silvarolla Carlos Henrique Siqueira de Carvalho Luiz Carlos Fazuoli

A eficiência de vários segmentos da cadeia produtiva, assim como a de agentes de ambientes organizacionais e institucionais, em conjunto, é determinante na destacada participação do café no desenvolvimento econômico e social do país.

Uma das mais destacadas contribuições ao setor se relaciona ao germoplasma cultivado. Um total de 104 cultivares de *Coffea arabica* e dez cultivares de *C. canephora*, todas incluídas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) até 2006, já foi colocado à disposição dos cafeicultores brasileiros. Seis cultivares de *C. arabica* foram protegidas pelas instituições responsáveis pela seleção.

A vasta relação de cultivares de *C. arabica* reúne materiais genéticos com elevada produtividade, excelente qualidade de bebida e adaptadas às mais diversas regiões edafoclimáticas brasileiras. Cultivares resistentes à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), com diferentes arquiteturas de copa e ciclo de maturação, também fazem parte dessa lista.

Apesar da diversidade mencionada, todo esse material é bastante aparentado, em conseqüência da estreita base genética da espécie e também dos principais métodos de melhoramento empregados no processo de seleção. Em muitos casos, são bastante difíceis a discriminação fenotípica e a identificação de uma cultivar.

A caracterização e a identificação de novas cultivares de *C. arabica*, *C. canephora* e de híbridos interespecíficos, especialmente para efeito de registro e proteção, são feitas desde novembro de 2000, com base na utilização de descritores mínimos. Esta relação inclui, em sua grande maioria, características botânicas da plantas ou de órgãos, como haste,

ramos, folhas, flores, frutos e sementes. Características agronômicas, como a precocidade de maturação dos frutos, ou tecnológicas, como o teor de cafeína presente no endosperma e o peso de cem sementes, são também utilizadas.

Apesar de numerosos, na prática, poucos descritores, como porte das plantas, resistência ao fungo *H. vastatrix*, comprimento dos internódios, cor dos frutos maduros e ciclo de maturação, são considerados eficientes na identificação de grupos distintos de cultivares, mas pouco úteis na discriminação entre cultivares de um mesmo grupo. Outros descritores, como a cor das folhas jovens e o diâmetro da copa, são importantes na discriminação de cultivares de Mundo Novo, mas não discriminam cultivares dos grupos Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Icatu Vermelho e Icatu Amarelo (Aguiar et al., 2004).

Neste capítulo são apresentados os principais descritores de cultivares de café arábica, ou seja, aqueles mais comumente utilizados, na prática, para a caracterização de cultivares registradas ou protegidas e passíveis de comercialização.

#### PORTE OU ALTURA DAS PLANTAS

O porte, ou a altura das plantas, é determinado pela interação entre suas características genéticas e o ambiente de cultivo, como espaçamento, tratos culturais, fatores climáticos e edáficos, entre outros.

De modo geral, as cultivares brasileiras de porte baixo foram obtidas a partir da introgressão de alelos das cultivares Villa Sarchi e Caturra, sendo a herança do gene *caturra*, a melhor estudada. As análises genéticas realizadas evidenciaram que o porte baixo é governado por um par de alelos dominantes denominados de *CtCt* e o porte alto por um par de alelos recessivos *ctct*. Assim, o cruzamento entre plantas de porte baixo, como a cultivar Catuaí, com plantas de porte alto, como a cultivar Mundo Novo, dá origem a plantas de porte baixo, mas heterozigotas *Ctct*.

Plantas de uma mesma cultivar podem apresentar maior ou menor altura quando cultivadas em regiões com diferentes tipos de solos ou clima e quando submetidas a diferentes níveis de adubação ou diferentes sistemas de manejo. A cultivar Catuaí Vermelho IAC 44, em regiões tradicionais de cultivo, como o Sul de Minas e a Mogiana, em São Paulo, atinge cerca de dois metros aos quatro anos após o plantio, podendo superar os três metros quando cultivada sob irrigação em regiões de clima mais quente, como o Cerrado Baiano e a região de Patrocínio, MG.

Assim, a classificação das cultivares com base na altura das plantas, um dos descritores para a cultura, deve ser realizada em um mesmo ambiente de cultivo, minimizando, tanto quanto possível, o efeito ambiental na expressão da característica. Cinco classes são adotadas na classificação proposta pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC) (Tabela 1): muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Apesar de sua relativamente fácil classificação, de modo mais prático, porém, adotam-

se dois grandes grupos: porte baixo e porte alto, respectivamente em função da presença ou ausência do gene *Ct*.

**Porte baixo:** são as cultivares com altura semelhante à da cultivar Catuaí, obtidas a partir da introgressão de alelos das cultivares Villa Sarchi (Obatã, Tupi, IAPAR 59, IPR 98) e Caturra (Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Rubi, Topázio). As cultivares Ibairi e Laurina também são consideradas de porte baixo. Nas condições do Sudeste do Brasil, geralmente, apresentam altura entre 1,8 a 2,2m quando adultas.

**Porte alto:** as de porte alto ou muito alto, como as cultivares Mundo Novo, Acaiá e Icatu, possuem os alelos *ctct* e, em geral, apresentam, nas mais tradicionais regiões de cultivo brasileiras, plantas com altura de 2,2 a 3,0m ou mais, quando adultas (Figura 1). As cultivares Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho são consideradas de porte médio na relação oficial de descritores. Na classificação prática proposta, são consideradas de porte alto por serem, ambas, portadoras dos alelos *ctct*.



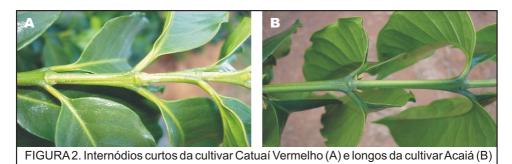


FIGURA 1. Plantas adultas (A) e plantas jovens (B) das cultivares Catuaí Vermelho (porte baixo) e Mundo Novo (porte alto).

# **COMPRIMENTO DO INTERNÓDIO**

Diversas cultivares de *C. arabica*, como 'San Ramón', 'São Bernardo', 'Pacas', 'Laurina', 'Villa Lobos', 'Villa Sarchi' e 'Caturra', têm aspecto mais compacto em relação à cultivar Típica, utilizada como referência nas análises genéticas na espécie (Carvalho & Mônaco, 1972). Estudos conduzidos por Carvalho et al. (1984) evidenciaram a existência de três locos distintos – 'San Ramón' (*Sr*), 'São Bernardo' (*Sb*) e 'Caturra' (*Ct*) – segregando independentemente, em combinações híbridas diversas realizadas entre as cultivares mencionadas, como responsáveis pela expressão do caráter. Posteriormente, resultados oriundos de hibridações diversas entre 'Caturra', 'Pacas' e 'Villa Sarchi' indicaram que as três cultivares possuem o alelo *caturra* (Carvalho et al., 1991).

Segundo a tabela de descritores mínimos, as cultivares brasileiras de café podem apresentar internódios curtos, como 'Tupi', 'IAPAR 59' ou 'Acauã'; médios, como 'Catuaí' ou 'Topázio' ou longos, como 'Mundo Novo' e 'Acaiá' (Figura 2).



# DIÂMETRO DA COPA

Como a redução no comprimento dos internódios se manifesta tanto nas hastes ortotrópicas como nos ramos plagiotrópicos, a expressão dessa característica tem conseqüência direta na altura das plantas, como visto no item anterior, e também no diâmetro da copa das árvores. Assim como em relação ao porte, as cultivares podem ser classificadas em cinco classes distintas em relação ao diâmetro da copa das árvores: muito pequeno ('Villa Lobos'), pequeno ('IAPAR 59'), médio ('Catuaí', 'Rubi' e 'Topázio'), grande ('Acaiá') e muito grande ('Mundo Novo').

Algumas cultivares do germoplasma Mundo Novo dificilmente são identificadas a partir de suas características morfológicas. Apenas o diâmetro da copa separa as cultivares IAC 388-17-1 e IAC 376-4. Em Garça, município da Alta Paulista, no estado de São Paulo, cafeeiros da cultivar Mundo Novo IAC 388-17-1, com quatro anos após o plantio, apresentam cerca de 0,3 m a mais de diâmetro que IAC 376-4 (Costa et al., 1983). Estudos conduzidos em Campinas, por Aguiar et al. (2004), corroboraram esses resultados e levaram os autores a sugerir a inclusão de uma nova categoria – extremamente grande – na identificação do diâmetro da copa, na tabela de descritores de café.

# **RESISTÊNCIA À FERRUGEM**

A ferrugem-do-cafeeiro, causada pelo fungo *H. vastatrix*, é a principal doença do cafeeiro no Brasil. A classificação das cultivares de *C. arábica*, em relação ao nível de resistência ou de suscetibilidade à doença, é feita com base no tipo de reação das lesões e na intensidade do ataque do fungo (Eskes & Braghini, 1981). Mas, em termos práticos, três níveis são utilizados para a classificação das plantas. São eles:

Altamente resistente: inclui as cultivares com ausência completa de infecção visível ou que apresentam apenas reação de hipersensibilidade visível macroscopicamente (Fleks), lesões cloróticas, pequenas tumefações sem esporulação, ou seja, o fungo não se multiplica na planta.

Nessa categoria estão as plantas consideradas imunes à doença. Em geral, as cultivares derivadas de 'Híbrido de Timor' – Catimores ou Sarchimores – apresentam alta resistência à ferrugem (Figura 3). Evidentemente, essa classificação está sujeita a alteração, devido à possibilidade de surgirem novas raças de ferrugem;

**Moderadamente resistente**: cultivares em que há ocorrência da doença, mas as pústulas são pequenas e em número reduzido. As lesões podem ser cloróticas, geralmente esporulando nas bordas. A ferrugem pode não causar dano econômico, principalmente em anos de baixa produção. Em geral, essa resistência é oriunda de *C. canephora*, como, por exemplo, nas cultivares lcatu e Catucaí;

**Suscetível**: abrange as cultivares em que a ferrugem causa dano econômico. Em regiões ou anos de alta incidência do fungo, o ataque é bastante severo, com a formação de grande número de lesões com intensa esporulação, queda de folhas e, conseqüentemente, dano econômico significativo. As cultivares Bourbon, Catuaí (Figura 3), Rubi, Topázio, Laurina, Acaiá e Mundo Novo se encontram nessa categoria.





FIGURA 3. Diferentes níveis de resistência a *H. vastatrix* apresentados pelas cultivares Obatã – altamente resistente (A) e Catuaí Vermelho – suscetível (B).

#### **COR DO FRUTO MADURO**

A cor amarela dos frutos é controlada pela ação de um par de alelos recessivos *xcxc* denominados *xanthocarpa* (Krug & Carvalho, 1940). Plantas homozigotas *XcXc* produzem frutos com exocarpo vermelho. Sendo a dominância parcial, plantas heterozigotas *Xcxc* têm frutos com exocarpo laranja, às vezes com pequenas estrias vermelhas, mas, como suas progênies segregam na geração seguinte, a característica é fixada a partir de autofecundações controladas e descarte dos heterozigotos. Em todas as cultivares da espécie *C. arabica* registradas, os frutos maduros são de coloração vermelha ou amarela.

*C. racemosa*, uma espécie silvestre do gênero *Coffea*, nativa de Moçambique, apresenta frutos maduros de coloração vinho-escuro, quase pretos. Cultivares como 'Siriema' ou populações ainda em seleção,

derivadas de hibridações entre *C. arabica* e *C. racemosa*, apresentam frutos de coloração vermelha a vinho. Variações na tonalidade da cor vermelha são também observadas em cultivares derivadas de hibridações entre *C. arabica* e *C. canephora*. Algumas delas, como 'Catucaí Vermelho 785-15', 'Tupi' e 'Catiguá', apresentam frutos de cor vermelha mais escura, quase vinho. Variação na intensidade da cor amarela é também conhecida, como se observa na cultivar Topázio (Figura 4).







FIGURA 4. Frutos de coloração vermelha das cultivares Catuaí Vermelho [A] e Tupi [B] e amarela da cultivar Icatu Precoce [C].

Cultivares de *C. canephora* possuem grande diversidade de cores e formas de frutos. Ilustrações e comentários são apresentados na seção sobre Conilon (Capítulo 10).

#### **FORMATO DO FRUTO**

A forma dos frutos das diversas espécies do gênero *Coffea* é bastante variável (Anthony & Dussert, 1996), podendo ser considerados arredondados, obovados, ovais, elípticos ou oblongos. Na relação de descritores do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), para cultivares nacionais de *C. arabica*, *C. canephora* e de híbridos interespecíficos, apenas três formas são listadas: redondos, elípticos e oblongos.

Em geral, os frutos das cultivares de café arábica são oblongos, ou seja, ligeiramente alongados (Figura 5).



FIGURA 5. Frutos oblongos (A) ou arredondados (B).

Apenas algumas cultivares, contudo, têm frutos arredondados, como as cultivares Ibairi IAC 4761 e Tupi IAC 1669-33 (Figura 5).

#### **TAMANHO DO FRUTO**

Assim como a forma, o tamanho dos frutos é bastante variável entre as diferentes espécies do gênero *Coffea*. A relação de descritores do SNPC

tem cinco categorias para essa característica, mas a maioria das cultivares comerciais se concentra nas categorias intermediárias de pequeno a grande. Apenas as cultivares Ibairi IAC 4761 e Maragogipe têm frutos muito pequenos ou muito grandes, respectivamente (Figura 6). Apesar da qualidade excelente da bebida, são pouco produtivas e cultivadas em escala muito pequena no Brasil.

Cultivar	Classe*	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Referência
Mokka	Muito pequeno	93	-	Krug et al. (1938)
Bourbon	Pequeno	134	-	Krug et al. (1938)
Mundo Novo	Médio	145	129	Aguiar (2001)
Acaiá	Grande	154	132	Aguiar (2001)
Maragogipe	Muito grande	180	-	Krug et al. (1938)

<sup>\*</sup>Tabela de descritores de café do SNPC.

O tamanho dos frutos e o tamanho das sementes têm herança quantitativa, sendo, portanto, bastante influenciados pelo ambiente de

cultivo. Apenas nas cultivares Maragogipe e Mokka, a herança é qualitativa, sendo o tamanho dos frutos condicionado, respectivamente, pelos alelos *MgMg* e *momolrlr*.

Nas demais cultivares, frutos e sementes de uma mesma planta podem variar de tamanho de um ano a outro. Assim, os dados apresentados na tabela anterior servem como exemplo da variação média de tamanho entre cultivares tomadas como referência.



FIGURA 6. Frutos de diferentes tamanhos das cultivares Ibairi (A), Bourbon Vermelho (B), Obatã (C) e Maragogipe (D) de *C. arabica*.

#### TAMANHO DA SEMENTE



FIGURA 7. Sementes das cultivares Ibairi (A), Laurina (B), Mundo Novo (C), Catuaí Vermelho (D), Obatã (E) e Maragogipe F).

O tamanho das sementes do cafeeiro é bastante variável. Elas podem ser muito grandes ('Maragogipe'), grandes ('Obatã'), médias ('Catuaí' e 'Mundo Novo'), pequenas ('Laurina') e muito pequenas ('Ibairi') (Figura 7). Diversidade similar é observada em relação ao formato que permite a classificação das sementes em quatro categorias: curtas e estreitas, como as sementes do 'Ibairi'; curtas e largas, como as sementes da cultivar Catuaí; longas e estreitas, como as sementes da cultivar

Acaiá e médias em relação ao comprimento e à largura, como são as sementes da cultivar Mundo Novo.

#### COR DAS FOLHAS JOVENS

A cor das folhas jovens em *C. arabica* pode ser verde ou bronze-claro e escuro (Figura 8). Segundo Krug & Carvalho (1942), a característica é monogênica com dominância incompleta, sendo o gene denominado *Br* pelos autores. Plantas com brotos verdes e bronze escuro são, respectivamente, homozigotas para os alelo *br* e *Br*. Plantas heterozigotas *Brbr* apresentam folhas jovens de coloração bronze-claro.

Estudos conduzidos por Aguiar et al. (2004) evidenciaram a importância desse descritor na identificação de cultivares do germoplasma Mundo Novo, sendo possível separar as cultivares Mundo Novo IAC 376-4 e Mundo Novo IAC 388-17, que possuem brotos verde (*brbr*), das cultivares Mundo Novo IAC 501, Mundo Novo IAC 515 e Mundo Novo IAC 379-19, com folhas novas de coloração bronze (*BrBr*). Os autores relatam também que a discriminação das cultivares do germoplasma Icatu é dificultada, uma vez que as cultivares deste grupo não possuem essa característica fixada. O mesmo ocorre com a cultivar Bourbon Amarelo IAC J18, que tem com

parentais o 'Amarelo de Botucatu' (*BrBr*) e o 'Bourbon Vermelho' (*brbr*), e não foi selecionada para essa característica (Carvalho et al., 1957). Plantas da cultivar Catuaí têm brotos verdes, enquanto as cultivares Rubi, Topázio e Catucaí têm, em geral, brotos de coloração bronze.

Algumas plantas das espécies *C. arabica* e *C. canephora* apresentam coloração púrpura dos brotos. A característica que se expressa na forma homozigota recessiva *prpr* (Carvalho, 1958) não é observada nas cultivares brasileiras registradas até o presente.



FIGURA 8. Brotos de coloração verde (A), bronze claro (B), bronze escuro (C) e púrpura (D) em *C. arabica*.

# CICLO DE MATURAÇÃO

Trata-se de uma característica poligênica com importante efeito ambiental, como região de cultivo, face de exposição do terreno, disponibilidade de nutrientes e incidência de agentes bióticos, entre outros. Pode, assim, variar em uma mesma lavoura, de um ano a outro. Quando se consideram apenas a componente genética da variação, o ciclo de maturação, o período entre a antese e a maturação dos frutos, pode-se

classificar em muito precoce (Tupi, IPR98), precoce (Bourbon Amarelo), médio (Mundo Novo, Rubi), tardio (Catuaí) ou muito tardio (Obatã).

#### TAMANHO DA FOLHA

Pelos descritores, são três as classes para o comprimento e largura das folhas: curtas e estreitas ('Bourbon'), longas e largas ('Obatã'), ou

médias ('Mundo Novo'). Na prática, elas são classificadas em relação ao tamanho, como: muito grandes ('Maragogipe'), grandes ('Obatã'), médias ('Catuaí'), pequenas ('Bourbon'), muito pequenas ('Laurina') e minúsculas ('Ibairi').

Excluindo-se o efeito ambiental, as cultivares podem ser classificadas em função do menor ao maior comprimento das folhas na seguinte ordem: 'Ibairi', 'Laurina', 'Bourbon', 'Catuaí', 'Rubi' e 'Topázio'; 'Mundo Novo' e 'Icatu', 'Obatã' e 'Tupi', 'Maragogipe' (Figura 9).



FIGURA9. Folhas das cultivares Ibairi (A), Laurina (B), Bourbon Amarelo (C), Catuaí Vermelho (D), Obatã (E) e Maragogipe (F) de *C. arabica*.

Dados publicados por Krug et al. (1938), referentes apenas às variedades conhecidas à época e apresentados na tabela abaixo, destacam as diferenças apresentadas anteriormente.

Cultivar	Comprimento	Largura	Índice	Ápice
Mokka ou Ibairi	58	19	3,0	9,5
Laurina	74	31	2,4	5,5
Bourbon	120	50	2,4	14,1
Maragogipe	144	65	2,2	12,9

Outras características também podem ser utilizadas na caracterização das cultivares. No entanto, procurou-se valorizar, neste capítulo, os descritores usados mais genericamente, tanto por produtores como por profissionais ligados à cultura do cafeeiro. Certamente, existem casos de difícil identificação, nos quais o uso de descritores específicos, como composição química ou marcadores moleculares, por exemplo, podem auxiliar sobremaneira. Os capítulos 9 e 10, referentes à descrição das cultivares de *C. arabica* e *C. canephora*, trazem detalhes adicionais das principais cultivares brasileiras, como a forte ondulação nas bordas das folhas novas da cultivar Catucaí 785-15.

QUADRO 1. Características avaliadas e respectivas classes segundo lista oficial de descritores mínimos para a cultura do cafeeiro publicada pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares.\*

Planta/ órgão	Característica	Classes fenotípicas
Planta	Formato	Cilíndrico, cônico, cilíndrico-cônico, cônico invertido
	Altura da planta	Muito baixa, baixa, média, alta, muito alta
	Diâmetro da copa	Muito pequeno, pequeno, médio, grande, muito grande
	Comprimento do internódio	Curto, médio, longo
	Ramificação plagiotrópica: tipo	Ereta, semi-ereta, horizontal, semipendente
	Ramificação plagiotrópica: intensidade	Baixa, média, alta
	Ramo ortotrópico: quantidade	Baixa, média, alta
	Ramo ortotrópico: flexibilidade	Baixa, média, alta
	Resistência a H. vastatrix	Ausente, presente
	Ciclo de maturação	Muito precoce, precoce, médio, tardio, muito tardio
	Ciclo até 1ª produção após plantio	Precoce, médio, tardio
Folha	Comprimento	Curto, médio, longo
	Largura	Estreita, média, larga
	Forma	Elíptica, ovalada, lanceolada
	Cor da folha jovem	Verde, bronze, verde e bronze, púrpura

Largura	Estreita, média, larga
Forma	Elíptica, ovalada, lanceolada
Cor da folha jovem	Verde, bronze, verde e bronze, púrpura
Cor da folha adulta	Verde-clara, verde-escura, púrpura
Ondulação das bordas	Ausente, presente
Intensidade de ondulação	Fraca, média, forte
Profundidade da nervura 2 <sup>ária</sup>	Baixa, média, alta
Domácias	Ausente, parcialmente desenvolvida, bem desenvolvida
Pubescência das domácias	Ausente, presente

Flor	Inflorescências/axila	Baixa, média, alta
	Flores/inflorescência	Baixa, média, alta
	Pólen	Fértil, estéril
	Compatibilidade	Autocompatível, parcialmente compatível, auto-incompatível

Fruto	Tamanho	Muito pequeno, pequeno, médio, grande, muito grande
	Formato	Redondo, elíptico, oblongo
	Cor	Amarela, vermelho-alaranjada, vermelho-média, vermelho-escura
	Sépala	Ausente, presente
	Grau aderência ao ramo	Baixo, médio, alto

Semente Comprimento	Curto, médio, longo
Largura	Estreita, média, larga
Espessura	Fina, média, grossa
Cor do endosperma	Amarela, verde
Tonalidade da película prateada	Clara, escura
Aderência da película prateada	Fraco, médio, forte
Teor de cafeína	Baixo, médio, alto
Massa de cem sementes	Baixo, médio, alto

<sup>\*</sup> Adaptado de Aguiar et al. (2004). Elaborado a partir da tabela de descritores de café (*Coffea arabica*, *Coffea canephora* e híbridos interespecíficos) publicada pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.T.E. **Descritores para caracterização de cultivares e linhagens de café tipo arábica.** 2001. 98p. Dissertação (Mestrado)-Instituto Agronômico, Campinas, SP.

AGUIAR, A.T.E.; GUERREIRO-FILHO, O.; MALUF, M.P. GALLO, P.B.E.; FAZUOLI, LC. Caracterização de cultivares de *Coffea arabica* mediante utilização de descritores mínimos. **Bragantia**, Campinas, SP, v.63, n.2, p.179-192, 2004.

ANTHONY, F.; DUSSERT, S. **Descriptors for Coffee.** *Coffea* **spp. and** *Psilanthus* **spp.** Rome: International Plant Genetic Resources Institut, 1996. 39p.

CARVALHO, A. Advances in coffee production technology. Recent advances in our knowledge of coffee trees. 2 - **Genetics Coffee and Tea Industries and the Flavor Field**, v.81, p.30-36, 1958.

CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H.P.; FAZUOLI, L.C.; COSTA, W.M. Genética de *Coffea*: XXVI. Hereditariedade do porte reduzido do cultivar Caturra. **Bragantia,** Campinas, SP, v.43, n.2, p. 443-458, 1984.

CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H.P.; FAZUOLI, L.C.; GUERREIRO FILHO, O.; LIMA, M.M.A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, v.14, n.1, p.135-183, 1991.

CARVALHO, A.; ANTUNES FILHO, H.; MENDES, J.E.T.; LAZZARINI, W.; REIS, A.J.; ALOISI SOBRINHO, J.; MORAES, M.V.; NOGUEIRA, R.K.; ROCHA, T.R. Melhoramento do cafeeiro: XIII. Café Bourbon Amarelo. **Bragantia**, Campinas, SP, v.16, n.28, p.411-455, 1957.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L.C. Transferência do fator caturra para o cultivar Mundo Novo de *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, SP, v.31, p.379-399, 1972.

COSTA, W.M.; FAZUOLI, L.C.; CARVALHO, A.; NUNES, J.B.P.; BARONI, R.L. Seleções regionais de Mundo Novo. Comportamento de progênies na Região da Alta Paulista (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., Poços de Caldas, MG. 1983. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1983. p.105-107.

ESKES, A.B.; TOMA-BRAGHINI, M. Assessment methods for resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.). **PI. Prot. Bull. FAO**, v.29, p.56-66, 1981.

KRUG, C.A.; CARVALHO, A. Genética de Coffea III. Hereditariedade da cor amarela dos frutos. **Boletim Técnico do Instituto Agronômico do Estado**, Campinas, SP, v.82, p.1-16, 1940.

KRUG, C.A.; CARVALHO, A. Genética de *Cofeea*. V. Hereditariedade da coloração bronzeada das folhas novas de *Coffea arabica* L. **Bragantia**, Campinas, SP, v.2, n.6, p.199-220, 1942.

KRUG, C.A.; MENDES, J.E.T.; CARVALHO, A. **Taxonomia de Coffea arabica L:** descrição das variedades e formas encontradas no Estado de São Paulo. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 1938. 57p. (Boletim Técnico, 62).

# Capítulo 9

# CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA (Coffea arabica L.)

Luiz Carlos Fazuoli Carlos Henrique Siqueira de Carvalho Gladyston Rodrigues Carvalho Oliveiro Guerreiro Filho Antônio Alves Pereira Saulo Roque de Almeida José Braz Matiello Gabriel Ferreira Bartholo Tumoru Sera Waldênia de Melo Moura Antônio Nazareno Guimarães Mendes Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca Maria Amélia Gava Ferrão Romário Gava Ferrão Antônio de Pádua Nacif Maria Bernadete Silvarolla

Este capítulo apresenta todas as cultivares da espécie arábica disponíveis para plantio comercial no Brasil. Estão também aí incluídas algumas cultivares ainda não liberadas para cultivo em larga escala, mas que estão em fase final de melhoramento e são plantadas experimentalmente.

Inicialmente, no item Origem, é relatada a origem genética de cada cultivar, as instituições de pesquisa e ou ensino que participaram de seu desenvolvimento e alguns aspectos importantes relativos aos métodos e critérios de melhoramento. A seguir, são descritas as características morfológicas e agronômicas da cultivar e é apresentada uma ficha técnica contendo um resumo com as principais características, a fim de auxiliar na identificação da cultivar. Essa ficha técnica foi elaborada tendo como base os principais descritores de cultivares de café arábica, ou seja, aqueles mais comumente utilizados para a caracterização de cultivares e que foram detalhados no capítulo 9 deste livro. Além dos descritores, a ficha técnica contém também outras características consideradas relevantes.

Ao final são fornecidas as recomendações de plantio, indicando as melhores condições de cultivo, como regiões onde a cultivar se encontra mais bem adaptada, tipos de solo, clima e sistemas de cultivo mais adequados àquela cultivar.

Até o final da década de 1990, a denominação de uma cultivar geralmente vinha acompanhada do número da linhagem. Por exemplo, a cultivar Catuaí Amarelo possuía várias linhagens, tais como a H2077-2-5-62, 2077-2-5-74 e a cultivar Mundo Novo possuía as linhagens LCMP376/4, LCP479/19 etc. Todavia, em 1999, devido às exigências da Lei de Proteção de Cultivares, cada uma das antigas linhagens foi registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) como uma nova cultivar. Assim, atualmente usa-se o termo Catuaí Amarelo em referência a um grupo de cultivares e, por exemplo, Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Amarelo IAC 74, como cultivares e não mais como linhagens. Esta classificação é utilizada para todas as cultivares de café.

# **CULTIVARES DE PORTE BAIXO**

#### 'ACAUÃ'

### Origem

A cultivar Acauã é oriunda do cruzamento entre 'Mundo Novo IAC 388-17' e 'Sarchimor' (IAC 1668) realizado por técnicos do IBC em 1975/76, no Paraná, onde foi registrada com a numeração IBC – PR 82010. Posteriormente, em 1991, na geração  $F_{\rm 3}$ , a planta 82010-5-3 foi introduzida na Fazenda Experimental de Caratinga, MG, também do IBC e, mais recentemente, por técnicos da Fundação Procafé, em Varginha, Manhuaçu e Coromandel, MG. Atualmente, a cultivar Acauã encontra-se em geração  $F_{\rm 6}$  e está sendo liberada para plantio comercial.

#### Características

A cv. Acauã apresenta formato de copa característico dos Sarchimores, ou seja, a planta é baixa, com a copa ligeiramente arredondada e compacta, sendo mais baixa, mais larga e mais compacta que a 'Catuaí' (Figura 1). Possui ramificação secundária abundante e alto grau de enfolhamento. Os frutos maduros são vermelhos-escuros e as sementes de formato alongado (Figura 1). Apresenta boa produtividade, mas alta percentagem de sementes do tipo moca (cerca de 20% a 30%). Nos ensaios de comportamento, a 'Acauã' tem apresentado boa tolerância à seca, mantendo-se bem enfolhada durante todo o ano. Caracteristicamente, a cv. Acauã apresenta frutos e sementes longas, o que facilita a sua identificação; a bebida é de boa qualidade e o ciclo de maturação dos frutos é tardio. É altamente resistente (imune) à ferrugemdo-cafeeiro e tolerante ao nematóide *M. exigua*.

# Recomendações de plantio

É indicada para regiões mais secas, para áreas infestadas com *M. exigua* e para locais onde o controle da ferrugem é muito importante. Tem apresentado bom comportamento na região do Alto Paranaíba e da Zona da Mata, em Minas Gerais e em Vitória da Conquista, na Bahia.

Por ser uma cultivar nova, é recomendável que seja plantada em pequena escala, a fim de avaliar o seu comportamento na nova região.

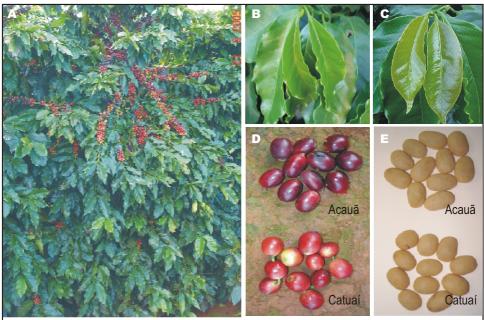


FIGURA 1. (A) Planta adulta cultivada na região de Coromandel, MG. Detalhe da brotação nova que pode ser verde (B) ou bronze (C). (D) Os frutos maduros de 'Acauã" são de coloração mais escura que os de 'Catuaí', e as sementes (E) mais alongadas.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo a médio
Copa	Cilíndrica e bastante enfolhada
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelho-escura
Formato do fruto	Oblongo, porém, mais alongado que 'Catuaí'
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Longo e estreito
Ciclo de maturação	Tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente (imune)
Resistência a nematóide	Moderadamente resistente a M. exigua
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'ARAPONGA MG1'

#### Origem

A cultivar Araponga MG1 é derivada da hibridação artificial entre a cultivar Catuaí Amarelo IAC 86 e a seleção de Híbrido de Timor UFV 446-08, realizada pela equipe da EPAMIG/UFV, no campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. Após a hibridação, foi adotado o método genealógico de melhoramento de plantas. A primeira geração (F1) foi obtida e conduzida no campus da UFV, em Viçosa, MG, sob a designação de H 516. A planta H 516-2 foi selecionada e as suas progênies F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub> foram testadas na Fazenda Experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais. Foi selecionada a planta H 516-2-1-1-18 e a sua progênie, em geração F<sub>5</sub>, foi testada em ensaios de competição na Fazenda Itatiaia, no município de Araponga, MG, e na Fazenda Experimental da EPAMIG, no município de Machado, MG. Esta mesma geração foi cultivada em campo de multiplicação e seleção na Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, de onde foram selecionadas 25 plantas, que deram origem à cultivar Araponga MG1, em geração F<sub>6</sub>. O nome Araponga foi dado em referência ao município no qual foi realizada parte do processo de melhoramento dessa cultivar.

#### Características

Ensaios de comportamento realizados nos municípios de Araponga e Machado, em Minas Gerais, mostraram que a 'Araponga MG1' possui produtividade, altura e diâmetro de copa ligeiramente superiores ao da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44. Essa cultivar destaca-se pelo alto vigor vegetativo, boa arquitetura das plantas, alta produtividade e resistência à ferrugem, proporcionando redução no custo de produção e menor impacto ao meio ambiente, por permitir menor utilização de defensivos agrícolas no manejo da cultura. A qualidade de bebida é idêntica à das cultivares comerciais de Catuaí e Mundo Novo, conforme testes realizados durante o processo de seleção da cultivar.

# Recomendações de plantio

Essa cultivar é indicada para as regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais e de outros estados do Brasil, aptas para o cultivo da espécie *Coffea arabica*. Considerando o porte baixo, pode ser recomendada para plantios com espaçamento de 2,0 a 3,5 metros entre fileiras e de 0,5 a 1,0 metro entre plantas na fileira.

Representa também uma opção para a produção de café orgânico, em razão de ser resistente à ferrugem alaranjada do cafeeiro, que constitui a principal doença da cultura. Seu porte baixo facilita a colheita manual e mecânica dos cafeeiros, além de possibilitar maior densidade de plantio.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Formato da copa	Cônico
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente (imune)
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

# 'CATIGUÁ MG1', 'MG2' e 'MG3'

# Origem

Em 1980, a equipe de melhoristas da EPAMIG/UFV realizou um cruzamento artificial entre um cafeeiro da cultivar Catuaí Amarelo IAC 86 e uma planta de Híbrido de Timor (UFV 440-10), a qual foi doadora da resistência à ferrugem. A primeira geração (F1) foi obtida e conduzida na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, sob a designação de H 514-1 a 16. As plantas H 514-7 e H 514-11 foram selecionadas e suas progênies, na geração F2, foram testadas na Fazenda da EPAMIG, em Patrocínio, MG, de onde foram selecionadas as plantas H 514-7-14, H 514-7-16 e H 514-11-5. As progênies H 514-7-14 e H 514-7-16, em geração F<sub>3</sub> foram testadas na Fazenda Experimental de Patrocínio, enquanto a progênie H 514-11-5 foi testada na Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, onde realizou-se novo ciclo de seleção, que originou a H 514-11-5-5. Várias outras progênies irmãs, em geração F<sub>4</sub>, foram avaliadas no município de Senhora de Oliveira, em Minas Gerais. As progênies das plantas H 514-7-14-2 e H 514-7-16-3, em geração F<sub>4</sub>, foram plantadas na EPAMIG de Patrocínio, dando origem às cultivares Catiguá MG1 e Catiguá MG2, em geração F<sub>5</sub>. Uma mistura de sementes da progênie H 514-11-5-5 foi multiplicada na Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso. com a designação de H 514-11-5-5-1, na geração F<sub>4</sub> Nesse campo, foram selecionadas 20 plantas que constituíram a progênie H 514-11-5-5-1-1, que originou a cultivar Catiguá MG3, em geração F<sub>6</sub>. O nome Catiguá refere-se à denominação original da cidade de Patrocínio, MG, onde se realizou parte do processo de seleção dessa cultivar.

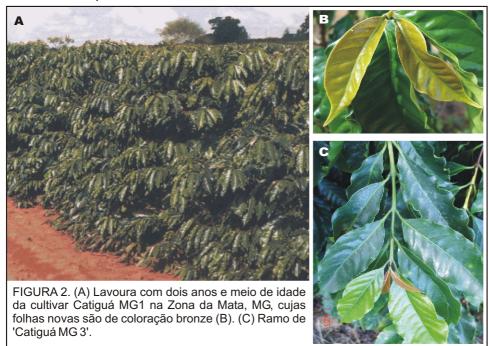
#### Características

As cultivares Catiguá (MG1, MG2 e MG3) são resistentes às raças prevalecentes do fungo causador da ferrugem-do-cafeeiro e a Catiguá MG3 também apresenta resistência ao nematóide das galhas da espécie *Meloidogyne exigua*. A altura das plantas, o diâmetro médio da copa e a produtividade são semelhantes aos das cultivares Catuaí Vermelho IAC 144 e IAC 15. A cor das folhas novas é bronze na 'Catiguá MG1' (Figura 2B), bronze e verde na 'Catiguá MG2' e bronze-claro 'Catiguá MG3'. As cultivares Catiguá podem ser facilmente identificadas porque as suas folhas são ligeiramente lanceoladas e estão posicionadas em ângulo agudo em relação ao ramo, sugerindo um formato de espinha de peixe (Figura 2C). Além disso, os frutos, quando bem maduros, são de coloração vermelha intensa

# Recomendações de plantio

Essas cultivares são indicadas para as regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais e de outros estados do Brasil, aptas para o cultivo da espécie *Coffea arabica*. Considerando o porte baixo dessas cultivares, podem ser recomendadas para plantios com espaçamento de 2,0 a 3,5 metros entre fileiras e de 0,5 a 1,0 metro entre plantas na fileira.

Representa também uma opção para produção de café orgânico, em razão de serem resistentes à ferrugem-alaranjada-do-cafeeiro, que constitui a principal doença da cultura. A cultivar Catiguá MG3 também apresenta resistência ao nematóide das galhas. Seu porte baixo facilita a colheita manual e mecânica dos cafeeiros, além de possibilitar maior densidade de plantio.



Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Formato da Copa	Cônico
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze ('Catiguá Mg1')
	Bronze e verde ('Catiguá Mg2')
	Bronze-claro ('Catiguá MG3')
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente (imune)
Resistência a nematóide	Suscetível ('Catiguá Mg1 e Mg2')
	Resistente a M. exigua ('Catiguá MG3')
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

# CATUAÍ AMARELO (cultivares do grupo Catuaí com frutos amarelos)

# Origem

Cultivares obtidas pelo cruzamento de 'Caturra Amarelo', prefixo IAC 476-11, com 'Mundo Novo' IAC 374-19. O híbrido resultante recebeu o prefixo IAC H2077. Na população  $F_3$  (IAC H2077-2-5), foram obtidos cafeeiros homozigotos para porte baixo e para frutos amarelos, mas, com o desejado vigor da 'Mundo Novo'. Essa nova combinação foi denominada de Catuaí Amarelo, tendo como características principais o porte baixo (tipo Caturra) e frutos com exocarpo (casca) amarelo.

A cultivar foi liberada, pelo Instituto Agronômico de Campinas, para fins comerciais, em 1972. Durante mais de 20 anos considerou-se que existia somente uma cultivar 'Catuaí Amarelo' e várias linhagens dentro desta cultivar, como, por exemplo, IAC 86, IAC 74 e IAC 62. Todavia, em 1999, devido às exigências da Lei de Proteção de Cultivares, cada uma das antigas linhagens foi registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) como uma nova cultivar. Assim, atualmente usa-se o termo Catuaí Amarelo em referência a um grupo de cultivares e, por exemplo, Catuaí Amarelo IAC 62 e Catuaí Amarelo IAC 74, como cultivares e não mais como linhagens.

#### Características

São cultivares suscetíveis à ferrugem e aos nematóides. As plantas são vigorosas e apresentam altura média de 2,0 a 2,3m e diâmetro da copa de 1,8 a 2,0 m. Em algumas regiões cafeeiras, essas dimensões são bem maiores, como é o caso de Patrocínio e de Coromandel, MG (Figura 3 A). O sistema radicular é vigoroso e, dependendo do tipo de solo, pode se distribuir em profundidades superiores a dois metros (Figura 3D), Os internódios da haste principal e dos ramos laterais são curtos e as ramificações secundárias e terciárias abundantes. As folhas novas são de cor verde-clara e as adultas são verde-escuras e brilhantes (Figura 3 C). As inflorescências são em número de 3 a 5 por axila foliar e o número de flores, por inflorescência, também de 3 a 5. Os florescimentos principais ocorrem nos meses de setembro e outubro, e a maturação dos frutos, de maio a julho. Em média, o período entre a fertilização e a maturação completa dos frutos, nas condições de Campinas, é de 230 dias. O peso médio do fruto maduro varia de 1,10 a 1,24 g e o peso médio de 1.000 sementes, do tipo chato, de 112 a 125 g. O valor da peneira média dos grãos do tipo chato varia de 16,5 a 16,7. A porcentagem de sementes normais, do tipo chato, é de 82,3% a 89,1%. O rendimento oscila em torno de 50%.

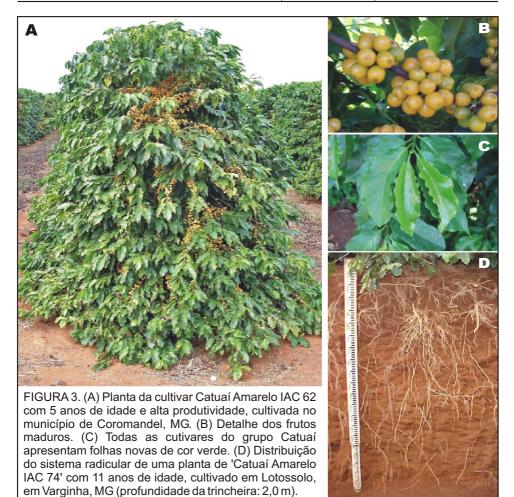
A produção média de café beneficiado, por hectare, em espaçamentos normais, de 3,5 por 0,5 rn, em regiões com temperaturas mais elevadas, ou de 3,5 x 0,7-1 m, em regiões mais amenas, pode ser de 30 a 40 sacas beneficiadas por hectares; produções bem maiores podem ser obtidas em anos de elevada produção e em espaçamentos menores. Em áreas irrigadas, no espaçamento de 3,80 x 0,50 m, a produtividade média é de 60 sacas de café beneficiado por hectare. A qualidade da bebida é excelente e a participação da 'Bourbon Vermelho' é de 75%, o que explica a qualidade do produto.

# Recomendações de plantio

As cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) em 1999 e mais recomendadas para plantio têm os sufixos: IAC 17, IAC 32, IAC 39, IAC 47, IAC 62, IAC 74, IAC 86 e IAC 100. A mais cultivada é a IAC 62. A cultivar IAC 66 está em fase de registro pelo IAC e também poderá ser recomendada.

As cultivares do grupo Catuaí Amarelo vêm apresentando ampla capacidade de adaptação, sendo altas as produções na maioria das regiões cafeeiras onde são plantadas. Seu porte pequeno permite maior densidade de plantio e torna mais fácil a colheita e os tratos fitossanitários. São apropriadas para pequenos proprietários que possuem cafeicultura familiar.

As indicações de espaçamentos adensados são semelhantes às descritas para 'Catuaí Vermelho'.



Ficha Técnica	
Porte (altura da planta):	Baixo
Copa:	Cilíndrica
Diâmetro da copa:	Médio
Comprimento do internódio:	Curto
Ramificação secundária:	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos):	Verde-claro
Tamanho da folha:	Médio
Cor do fruto maduro:	Amarela
Formato do fruto:	Oblongo
Tamanho da semente:	Médio
Formato da semente:	Curto e largo
Ciclo de maturação:	Tardio
Ondulação da borda da folha:	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem:	Suscetível
Resistência a nematóide:	Suscetível
Vigor:	Alto
Qualidade da bebida:	Boa
Produtividade:	Alta

# CATUAÍ VERMELHO (cultivares do grupo Catuaí com frutos vermelhos)

### **Origem**

Originou-se como produto de recombinação a partir de um cruzamento artificial entre cafeeiros selecionados, pela produtividade, das cultivares Caturra Amarelo, IAC 476-11 e Mundo Novo IAC 374-19, de *C. arabica*. A hibridação foi realizada em Campinas, em 1949 e o híbrido recebeu o prefixo IAC H 2077. Teve-se em vista transferir para a cultivar Mundo Novo o fator dominante Caturra (*CtCt*), o qual confere porte baixo, por meio da redução do comprimento dos internódios.

Na população  $F_3$  (IAC H2077-2-5), homozigota, CtCt e heterozigota para os alelos Xcxc, responsáveis pela cor do exocarpo, selecionaram-se plantas com frutos de cor vermelha. Aos descendentes desses cafeeiros na geração  $F_4$  e gerações subseqüentes, caracterizados por serem vigorosos e altamente produtivos, deu-se a denominação de Catuaí Vermelho. O termo Catuaí, em tupi-guarani, significa "muito bom". A cultivar foi lançada para fins comerciais, em 1972, pelo IAC e registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC), em 1999.

#### Características

Estas cultivares são suscetíveis à ferrugem e aos nematóides, mas possuem elevado vigor. A altura das plantas pode atingir 2,0 a 2,4m, em média e o diâmetro da copa, de 1,7 a 2,1m. Em algumas regiões cafeeiras, como em Patrocínio, MG, essas dimensões podem ser bem maiores. Os internódios são curtos e a ramificação secundária é abundante. O sistema radicular é bem desenvolvido. As folhas novas são de cor verde-clara e as adultas, verde-escuro brilhante. As inflorescências ocorrem em número de 3 a 5 por axila foliar, com três a cinco flores por inflorescência. Usualmente, os dois florescimentos principais ocorrem nos meses de setembro e outubro, e a maturação dos frutos, em maio e junho. O número médio de dias desde a fertilização à maturação completa dos frutos, nas condições de Campinas, SP, é de 230. O peso médio do fruto varia de 1,10 a 1,24 g e o peso médio de 1.000 sementes do tipo chato, de 102 a 123 g. O valor da peneira média é 16,5. A porcentagem de sementes normais, do tipo chato, oscila de 82,3% a 89, 1%. O rendimento é em torno de 50%.

A produção média de café beneficiado, em espaçamentos normais, varia de 1.800 a 2.400 kg por ha. Produções de até 6.000 kg podem ser obtidas em anos de elevada produção e em espaçamentos menores. Em plantios adensados ou superadensados, a produtividade anual pode alcançar, em média, até 3.000 kg. Em áreas irrigadas e no espaçamento de 3,8 m x 0,5 m, como ocorre em Barreiras, BA, a produtividade média chega a ser de 3.600 kg/ha. A qualidade da bebida é excelente. A participação da cultivar Bourbon Vermelho em sua formação é de 75%. A uniformidade de uma lavoura de 'Catuaí Vermelho IAC 144' cultivada sob pivô central, está ilustrada na Figura 4.

#### Recomendações de plantio

As cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) em 1999 e mais recomendadas para plantio têm os sufixos IAC 15, IAC 24, IAC 44, IAC 51, IAC 72, IAC 81, IAC 99 e IAC 144. Estas cultivares vêm apresentando ampla capacidade de adaptação, sendo boas as produções na maioria das regiões cafeeiras onde estão sendo plantadas. Em razão do pequeno porte, permitem maior densidade de plantio, tornando a colheita mais econômica e facilitando os tratos fitossanitários. Os espaçamentos indicados variam de 2,0 a 3,5 m entre linhas e de 0,5 a 0,6 m entre plantas, com uma planta por cova, nas regiões mais quentes e, nas regiões frias, de 2,0 a 3,5 m x 0,7 a 1,0 m entre plantas. Atualmente, nos espaçamentos adensados, têm-se utilizado 2,0 x 0,5-0,6 m; 2,5 x 0,5-0,6 m; 2,8 x 0,5-0,6 m e 3,0 x 0,5-0,6 m, obtendo-se, assim, produções anuais elevadíssimas, em torno de 60 a 80 sacas de café beneficiado por hectare.



FIGURA 4. (A) Lavoura de 'Catuaí Vermelho IAC 144' sob pivô central, na região de Pirapora,MG, com detalhes dos frutos maduros (B) e das folhas novas (C) de cor verde.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde-claro
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

# CATUCAÍ (cultivares do grupo Catucaí)

# Origem

O desenvolvimento das cultivares do grupo Catucaí foi iniciado com o aproveitamento de um cruzamento natural entre 'Icatu' e 'Catuaí', ocorrido nos experimentos do ex IBC, em São José do Vale do Rio Preto, RJ. A primeira seleção foi efetuada em 1988, por pesquisadores do então Instituto Brasileiro do Café, IBC, numa população de cafeeiros da cultivar Icatu Vermelho, cujas sementes eram provenientes de Londrina e que tinham sido plantadas no município de São José do Vale do Rio Preto, RJ. Progênies (F<sub>3</sub>) dessas seleções foram plantadas e selecionadas na Fazenda Experimental de Varginha, MG, pertencente ao MAPA/Fundação Procafé. Usando-se o método genealógico de melhoramento, as gerações posteriores foram selecionadas nos municípios de Varginha, Elói Mendes, Manhuacu, Coromandel e Patrocínio, em Minas Gerais; Vitória da Conquista, na Bahia e Marechal Floriano, no Espírito Santo, visando sempre selecionar plantas bastante produtivas, com elevado vigor vegetativo e resistentes à ferrugem-do-cafeeiro. Este programa de melhoramento deu origem a cultivares de frutos amarelos e de frutos vermelhos, atualmente em geração F<sub>6</sub>, as quais foram denominadas de Catucaí, uma combinação das palavras Icatu e Catuaí.

#### Características

Em geral, as cultivares do grupo Catucaí apresentam resistência moderada à ferrugem-do-cafeeiro, o que significa que as plantas podem ser infectadas, mas os danos causados, geralmente, são pequenos, não havendo grande queda de folhas. Além disso, a ferrugem pode ser facilmente controlada por meio de pulverização com fungicidas à base de cobre, triazóis, estrobirulinas ou pela combinação desses produtos. De modo geral, as cultivares do grupo Catucaí apresentam boa capacidade de rebrota, elevado vigor vegetativo e alta produtividade. Todas as cultivares apresentam bebida de boa qualidade, semelhante à da cultivar Catuaí.

A seguir são apresentadas características particulares de algumas cultivares:

- Catucaí Amarelo 2SL: porte baixo a médio, crescimento vegetativo vigoroso, frutos amarelos de maturação média e sementes de tamanho médio (Figura 5D). Em condições de campo, tem-se observado que é menos infectada por *Phoma* que outras cultivares do grupo e que as cultivares Catuaí, Bourbon Amarelo e Mundo Novo;
- Catucaí Amarelo 20/15 cv 479: porte baixo, crescimento vigoroso, plantas bastante uniformes, frutos amarelos, maturação média e

sementes de tamanho médio. Assim como a 2SL, a 20/15 cv 479 também é menos atacada por *Phoma* que outras cultivares comerciais;

- Catucaí Amarelo 24/137: porte baixo, plantas uniformes, frutos amarelos, maturação média e sementes de tamanho médio. Bastante atacada por ferrugem em anos de carga alta;
- Catucaí Amarelo 6/30: porte baixo, plantas uniformes, frutos amarelos, maturação média e sementes de tamanho médio;
- Catucaí Vermelho 24/137 cv 476: porte baixo, plantas uniformes, frutos vermelhos, maturação média e sementes de tamanho médio. Bastante atacada por ferrugem em anos de carga alta;
- Catucaí Vermelho 785-15: é a única cultivar do grupo Catucaí proveniente de cruzamento entre Icatu Vermelho 785 e Catuaí Vermelho, realizado em Caratinga, MG, com o objetivo de se obter uma cultivar de porte baixo com resistência a *M. exígua*. É de porte baixo, plantas uniformes, folhas com bordas bastante onduladas e folhas novas de cor bronze (Figura 5 A), frutos vermelhos e sementes de tamanho médio. É a cultivar deste grupo que apresenta maior precocidade de maturação de frutos, sendo classificada como muito precoce. Os frutos ficam em ponto de colheita 30 a 40 dias antes das cultivares de maturação média. Além disso, apresenta também boa uniformidade de maturação. Todavia, é pouco resistente à falta de água e apresenta baixo vigor vegetativo. É recomendada para espaçamentos mais adensados, para áreas irrigadas e para regiões de altitude mais elevada visando à colheita mais precoce;
- Catucaí Vermelho 36/6 cv 366: também denominada de Azulão. Apresenta porte baixo, ligeiramente superior ao da 'Catuaí', frutos vermelhos, maturação média, sementes de tamanho pequeno a médio, brotos bronze, elevado vigor vegetativo e boa produtividade. A 'Azulão' destaca-se das demais cultivares do grupo Catucaí por apresentar alta resistência à ferrugem e boa tolerância a déficit hídrico. O nome Azulãodeve-se a sua folhagem verde-escura, azulada, durante todo o ano. Indicada para regiões sujeitas a déficits hídricos moderados;
- Catucaí Vermelho 36/6 cv 365 e cv 470: apresentam porte baixo, frutos vermelhos, maturação média, sementes pequenas e elevado vigor vegetativo.

# Recomendações de plantio

São indicadas para plantios em espaçamento com 0,70 a 0,80m entre plantas na linha e para plantio largo ou adensado. Encontram-se bem adaptadas nas regiões Sul e Zona da Mata de Minas Gerais. É recomendável o controle da ferrugem com fungicidas cúpricos em anos de carga baixa e com a combinação de triazóis e estrobirulinas em anos de carga alta.



FIGURA 5. (A) Folhas da cultivar Catucaí Vermelho 785-15, as quais apresentam as bordas bastante onduladas. (B) Frutos em estádio cereja da cultivar Catucaí Vermelho 785-15, mostrando como características principais a uniformidade e a precocidade de maturação. (C) Esta cultivar é 30 a 40 dias mais precoce que 'Catuaí Vermelho IAC 99'. (D) Cultivar Catucaí Amarelo 2SL, na região de Varginha, MG e, em detalhe, frutos e sementes.

Ficha Técnica (germoplasma Catucaí)	
Porte (altura da planta)	Baixo a médio, dependendo da cultivar
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde e bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha e amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Pequeno a grande, dependendo da cultivar
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio, exceto a 785-15, que é muito precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada (maioria das cultivares)
	Bastante ondulada: 785-15
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível, exceto a 785-15, a qual é resistente a M. exígua
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'CATURRA VERMELHO IAC 477' E 'CATURRA AMARELO IAC 476'

### Origem

Tratam-se de duas cultivares de porte baixo, provavelmente originadas de uma ou duas mutações naturais de 'Bourbon Vermelho', de porte alto. A forma amarela pode também ter origem numa mutação natural do próprio 'Caturra Vermelho'. Foram encontradas na Serra do Caparaó, na divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Sementes de plantas com frutos vermelhos ou amarelos foram introduzidas no IAC, provenientes do município de Siqueira Campos, estado do Espírito Santo, em 1937, onde foram selecionadas e liberadas a partir de 1949 e registradas no RNC em 1999, com as siglas Caturra Vermelho IAC 477 e Caturra Amarelo IAC 476.

#### Características

São suscetíveis à ferrugem e caracterizam-se, principalmente, por possuírem porte reduzido, decorrente da redução do comprimento dos internódios dos ramos ponteiros e laterais, proporcionando aspecto compacto aos cafeeiros (Figura 6). Trata-se da primeira mutação de café encontrada com porte reduzido e elevada capacidade produtiva. Dessa maneira, estas cultivares contribuíram para profundas alterações no plano geral de melhoramento do cafeeiro. Apresentam bebida de ótima qualidade, pois têm praticamente 100% do café Bourbon.

Entre os grandes problemas da utilização para o plantio comercial das cultivares Caturra Vermelho IAC 477 e Caturra Amarelo IAC 476, nas condições em que foram plantadas no Brasil, estão a falta de rusticidade e a conseqüente falta de vigor, após algumas colheitas, levando ao depauperamento precoce.

# Recomendações de plantio

A utilização das cultivares de porte baixo Caturra Vermelho IAC 477 e Caturra Amarelo IAC 476, no Brasil, não foi bem sucedida e, em alguns casos, bem avaliada. Em lavouras mais velhas, a produção por planta, em geral, é inferior à das cultivares de porte alto Mundo Novo e Acaiá. A experimentação em plantios adensados e superadensados com estas cultivares de porte baixo não foi devidamente estudada no Brasil. Em locais de elevada altitude e com solos férteis situados em outros países da América Latina, são plantadas, até hoje, utilizando-se, em alguns casos, sistemas de plantio adensado, superadensado ou com arborização (Figura 6). Na Colômbia, a cultivar Caturra Vermelho representa cerca da 65% de área ocupada com café e, na Costa Rica, ao redor de 70%.

No Brasil, em locais de elevada altitude e com solos férteis, estas cultivares devem ser experimentadas no sistema de plantio adensado, devido à maturação mais precoce que devem apresentar em relação às cultivares Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo e Obatã, bem como pela excelente qualidade da bebida, pois são derivadas de Bourbon Vermelho. Os espaçamentos podem variar de 2,0 a 3,5 m entre fileiras, por 0,5m na linha.



FIGURA 6. A. Lavoura de 'Caturra' cultivada sob arborização na Costa Rica. B. Planta adulta em fase de frutificação.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha ou amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'IAPAR 59'

#### Origem

Originou-se do cruzamento entre a cultivar Villa Sarchi CIFC 971/10 e o Híbrido de Timor CIFC 832/2, realizado no Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), em Portugal, onde recebeu a denominação de H 361. A geração F2 (H 361-4) foi recebida pelo IAC que a denominou LC 1669. Em 1975, o IAPAR recebeu do IAC a geração  $F_3$  (LC 1669 Ep127 cv.506), que passou a ser denominada de PR 75163.

A progênie PR 75163-22, na geração F<sub>4</sub>, destacou-se nos ensaios

realizados pelo IAPAR nos municípios de Londrina, Loanda e Carlópolis, no Paraná, dando origem à cultivar IAPAR 59.

#### Características

A cultivar IAPAR 59, segundo análise efetuada no CIFC, apresenta resistência completa à ferrugem-do-cafeeiro, sendo resistente a todas as 45 raças de Hemileia vastatrix. Assim, possui a característica rara de resistência completa duradoura à ferrugem, que vem se mantendo desde 1975, isto é, por mais que 30 anos. Apresenta porte mais baixo, menor diâmetro e volume de copa que a Catuaí, permitindo que ela seja utilizada em plantios adensados. Possui brotos de cor predominantemente bronze, com pequeno percentual de brotos verdes, frutos vermelhos com maturação medianamente precoce, grãos de bom tamanho (peneira média 16, maior que a da cultivar Catuaí) e qualidade de bebida semelhante à da 'Bourbon Vermelho'. Em sistema adensado possui produtividade superior a 'Catuaí'. Cultivar com maior precocidade de produção que a Catuaí e maturação mais uniforme. É bastante produtiva durante os primeiros anos de cultivo, mas pode apresentar intensa seca de ramos se plantada em espaçamento convencional que induza a uma alta produtividade por planta e em regiões quentes. Em regiões de temperaturas amenas e em espacamentos adensados que induz a uma alta produtividade por hectare com baixa produtividade por planta, proporciona altos lucros por economia de agrotóxicos, menor custo por saca e maior produtividade. É igualmente suscetível ao minador das folhas, como as cultivares tradicionais, mas apresenta alta tolerância, suportando maiores níveis de folhas minadas sem desfolhar. O alto potencial produtivo e algumas características morfológicas da 'lapar 59', em comparação com outras cultivares, estão ilustrados na Figura 7.

# Recomendações de plantio

Preferencialmente indicada para regiões mais frias e chuvosas, como as de Ibaiti, Santo Antonio da Platina, Bandeirantes, Cornélio Procópio, Londrina, Assaí, Apucarana, Ivaiporã e Campo Mourão, no estado do Paraná, por amadurecer mais precoce e uniformemente que as cultivares do grupo Catuaí, antecipando a colheita e escapando do dano das geadas precoces sobre os frutos verdes.

É indicada para plantios adensados e superadensados, devido ao pequeno porte, resistência à ferrugem e para evitar o excesso de produção por planta, diminuindo a seca de ramos após a colheita.

Deve ser plantada, preferencialmente, nas partes altas da propriedade, onde o calor e a geada do tipo irradiação ou geada branca são menos intensos. Em torno do quinto ano de colheita, recomenda-se iniciar podas programadas.

Em outras regiões do Brasil de altitudes mais elevadas, com temperatura média anual entre 18º e 20ºC e chuvas suficientes entre setembro e maio, em cultivo adensado mecanizado de 2,8m entre as fileiras

x 0,5m para grandes propriedades e 2,0m x 0,7m para pequenas propriedades, tem boas possibilidades de cultivo.

Nas áreas de baixas altitudes, abaixo de 500m, com temperatura média anual acima de 21°C, só é viável o seu cultivo com sistema que dê melhor suprimento de água no solo (matéria orgânica, cobertura morta, arborização e enxertia sobre porta enxertos de *Coffea canephora*).

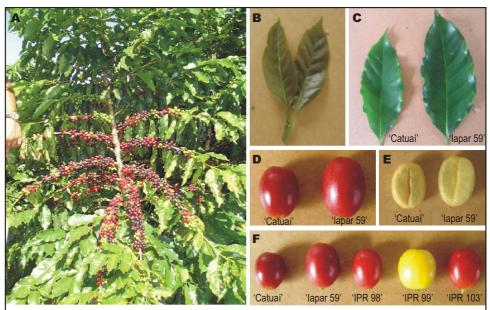


FIGURA 7. (A) 'lapar 59' com alta produção de frutos, cultivada na região de Londrina, PR. (B) As brotações novas são predominantemente bronze e as folhas (C), os frutos (D) e as sementes (E), são um pouco maiores que os da cultivar Catuaí. (F) Comparação entre os tamanho dos frutos das cultivares Catuaí, lapar 59, IPR 98, IPR 99 e IPR 103.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze (predominante) e verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce a médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente (imune)
Resistência a nematóide	Resistente a M. exigua
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'IBC-Palma 2'

## Origem

É proveniente de cruzamento entre 'Catuaí Vermelho IAC 81' e 'Catimor UFV 353', realizado por técnicos do Instituto Brasileiro do Café, em Venda Nova, ES, em 1974. O trabalho de seleção das progênies prosseguiu em Venda Nova até a geração  $F_3$ . A melhor planta foi levada para a Fazenda Experimental de Varginha e as gerações posteriores selecionadas na Zona da Mata de Minas Gerais, Alto Paranaíba e Sul de Minas. Atualmente, a cultivar IBC-Palma 2 encontra-se em geração  $F_6$ .

#### Características

É uma cultivar de porte baixo e copa de formato cilíndrico. Uma das principais características da IBC-Palma 2 é o pequeno diâmetro da copa, com ramos plagiotrópicos bastante curtos, o que confere a ela um formato cilíndrico (Figura 8). Foi desenvolvida para plantios adensados.

# Recomendações de plantio

A cultivar IBC-Palma 2 tem sido testada no Sul e na Zona da Mata de Minas Gerais, sendo recomendada para plantio em pequena escala, para a formação de lavouras sob sistema adensado.



FIGURA 8. Plantas de 'IBC-Palma 2' com 6 anos de idade, cultivadas no município de Coromandel, MG. Notar o pequeno diâmetro da copa e o formato cilíndrico.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Pequeno
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetivel
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'IBC-Palma 1'

# Origem

Originou-se do cruzamento entre 'Catuaí Vermelho IAC 81' e Catimor (UFV 353), realizado em 1974 por técnicos do Instituto Brasileiro do Café (IBC) e posteriormente selecionado até a geração F5 por pesquisadores do IBC e da Fundação Procafé.

#### Características

Tem porte médio, folhas novas de cor verde, maturação média, resistência moderada à ferrugem, bom vigor e boa tolerância à seca. Os frutos são de coloração vermelha e as sementes de tamanho médio.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Médio
Сора	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Regular
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetivel
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

# Recomendações de plantio

Tem apresentado boa adaptação a regiões de temperatura alta, como Coromandel, Varjão de Minas, Pirapora e regiões baixas da Zona da Mata de Minas Gerais.

#### 'IPR 98'

# Origem

Originou-se do cruzamento entre *Coffea arabica* Villa Sarchi CIFC 971/10 e o Híbrido de Timor CIFC 832/2, realizado no Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), em Portugal, onde recebeu a denominação de H 361. A geração  $F_2$  (H 361-4) foi recebida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), que a denominou LC 1669. Em 1975, o Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) introduziu a geração  $F_3$  (LC 1669 Ep127 c.31), que passou a ser denominada PR75163. Dessa progênie de 24 plantas, foi selecionada a planta 21, dando origem à progênie  $F_4$ , PR75163 – 21, que deu origem à progênie  $F_5$ , PR LF 75163 – 21 – 10 (IPR98), selecionada por ter maior ramificação.

## Características

Cultivar do germoplasma Sarchimor, de porte pequeno, vigor vegetativo similar ao da cultivar IAPAR-59 e com resistência completa e duradoura a mais que 45 raças de ferrugem existentes mundialmente. Apresenta formato da planta cilíndrico-cônico similar ao da Acaiá, tamanho da folha médio para grande (pouco menor que 'Catuaí') e diâmetro da copa e comprimento dos internódios similares aos da 'IAPAR-59' (Figura 9 A). Suas principais diferenças em relação à IAPAR-59 são: maturação dos frutos mediana, um pouco mais tardia que 'IAPAR-59', escalonando a colheita com economia de mão-de-obra e infra-estrutura e reduzindo o risco de chuva na colheita. Intensidade de ramificação plagiotrópica (lateral) alta, mais que do 'Catuaí'. Mais adaptada a solo pobre e calor do que a 'IAPAR-59'. Tamanho dos grãos médio, similar aos da 'Catuaí', de frutos vermelhos (Figura 9 B) e brotos de cor verde. Boa qualidade de bebida e alta produtividade.

# Recomendações de plantio

Representa uma opção de cultivar com resistência parcial à ferrugem e maturação dos frutos semitardia para escalonamento de colheita em regiões com altitudes abaixo de 500m, no Paraná e temperatura média anual entre 20°C a 22°C. É indicada para cultivos adensado e semiadensado. Como esta cultivar é muito ramificada, é preferível que o espaçamento entre as plantas seja maior do que o recomendado para a IAPAR-59 e, além disso, o diâmetro da copa de IPR-99 é um pouco maior do que esta cultivar. Os espaçamentos entre plantas podem ser em torno de 0,75m.

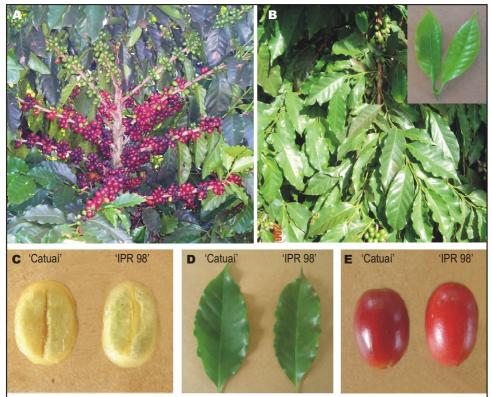


FIGURA 9. (A) Planta de 'IPR 98' em produção no município de Londrina, PR, mostrando em detalhe os brotos de cor verde e a alta ramificação secundária (B). Comparação entre os tamanhos das sementes (C), das folhas (D) e dos frutos (E) das cultivares 'Catuaí e 'IPR 98'.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente (imune)
Resistência a nematóide	Suscetivel
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'IPR-103'

# Origem

Originou-se do cruzamento entre cafeeiros dos grupos Catuaí e Icatu, realizado pelo IAC. Em 1977, o material foi introduzido pelo IAPAR sob a denominação de IAC H 9878-EP 187 c.582, que passou a ser denominada IAPAR 77054. Por meio do método genealógico, foi selecionada a progênie IAPAR 77054 – 40, que deu origem à progênie F<sub>5</sub> IAPARLF 77054-40-10.

#### Características

Possui plantas de porte médio, formato cilíndrico, diâmetro de copa e comprimento de internódios médios, similares aos da 'Catuaí', e folhas de tamanho médio, similares às de 'Mundo Novo'. Apresenta maior vigor vegetativo que o da 'Catuaí' e grande ramificação plagiotrópica secundária. Os frutos são de maturação mais tardia do que os da 'Catuaí', de cor vermelha; as sementes são de tamanho médio e os brotos de cor bronzeclaro (Figura 11). Apresenta moderada resistência à ferrugem-do-cafeeiro, resistência parcial à necrose dos frutos e sistema radicular rústico. A bebida é de boa qualidade e a produtividade alta. Minimiza as geadas e é adaptada ao calor e a solos pobres.

# Recomendações de plantio

Indicada, preferencialmente, para cultivos adensado, semi-adensado e tradicional em regiões mais quentes, com temperatura média anual entre 21°C a 23°C, no Paraná. O espaçamento entre as plantas pode ser em torno de 1,0 m. É indicada para regiões quentes e solos pobres.

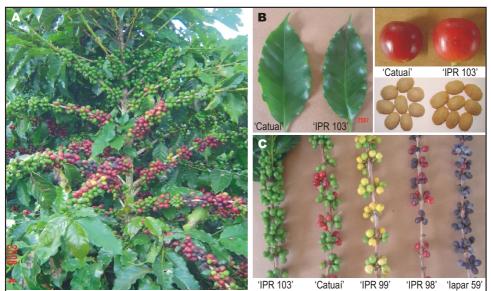


FIGURA 11. (A) Planta da cultivar IPR 103 com 5 anos de idade. (B) Comparação entre os tamanhos das folhas, frutos e sementes das cultivares Catuaí Vermelho IAC 99 e IPR 103 e do estádio de maturação dos frutos das cultivares IPR 103, Catuaí Vemelho IAC 99, IPR 99, IPR 98 e Iapar 59, respectivamente (C).

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Médio
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze-claro
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## 'KATIPÓ'

# Origem

É uma cultivar derivada do germoplasma Catimor (245-3-7), selecionada em Caratinga, MG, durante as décadas de 1970 e 1980, por técnicos do Instituto Brasileiro do Café.

#### Características

A Katipó tem como características principais a alta produtividade durante os primeiros anos de produção, frutos vermelhos, sementes graúdas e ciclo de frutificação curto, sendo considerada precoce (Figura 12). É moderadamente resistente à ferrugem-do-cafeeiro, mas bastante suscetível à cercosporiose e à seca de ramos, durante os anos de carga alta.

# Recomendações de plantio

A cultivar Katipó tem se adaptado bem às condições que proporcionam temperaturas mais amenas, como faces menos expostas ao sol da tarde, locais sombreados e altitudes mais elevadas. Tem sido cultivada com sucesso em algumas regiões da Zona da Mata de Minas Gerais. É recomendada para plantio adensado.



FIGURA 12. Planta de 'Katipó', com 5 anos de idade, cultivada na região de Caratinga, MG (Cortesia Astórico Ribeiro de Queiroz).

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica e compacta
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Médio a baixo
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta (durante os primeiros anos)

## **'LAURINA IAC 870'**

# Origem

Dentre os cafés de porte reduzido com ótima qualidade da bebida, destaca-se a cultivar Laurina, que apresenta menor teor de cafeína que as cultivares comerciais (em torno de 0,6%).

O café 'Laurina', originário da Ilha de Reunião, é conhecido há muitos

anos e é freqüentemente referido na literatura com as designações Murta, Bourbon Pointu, e Smyrna, entre outras. Foi conhecido como espécie distinta e também considerado como um híbrido entre *C. arabica* e *C. mauritiana*. Alguns exemplares desse café se encontravam em uma antiga coleção do Instituto Agronômico e também na Fazenda Mato Dentro, em Campinas, do Instituto Biológico, com a denominação Smyrna, bem como em várias outras localidades do estado de São Paulo e de outras regiões cafeeiras das quais foram recebidas sementes. Não se sabe se constituem mutações independentes do mesmo fator ou se todos procedem, originalmente, da mesma região da Ilha de Reunião. O IAC selecionou várias plantas de 'Laurina' que receberam a designação de 'Laurina IAC 870', a qual foi registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) em 1999.

## Características

Comparado à cultivar *Tipica*, as plantas de 'Laurina' têm porte menor, forma cônica, são multicaules, têm ramificação densa, ramos laterais e internódios curtos, folhas pequenas e elípticas, folhas novas de coloração verde, frutos e sementes pequenos e afilados na base. As flores são de forma e tamanho normais. No entanto, o café 'Laurina' é bastante suscetível ao agente da ferrugem e pouco produtivo.

Os resultados das análises genéticas realizadas no IAC permitiram concluir que as características vegetativas dessa cultivar são controladas por um par de fatores genéticos recessivos, sendo as plantas de 'Laurina' de constituição Irlr. A partir dos híbridos F1 e de retrocruzamentos com 'Laurina', ocorrem plantas normais de 'Laurina' nas proporções esperadas com base na segregação de um par de fatores genéticos recessivos. Da hibridação com o café 'Murta' (tt Nana) resultam plantas normais e 'Murta', indicando que 'Laurina' é portadora dos alelos tt e deve ter-se originado do 'Bourbon Vermelho', o que está de acordo com a origem comum desses dois cafés, na Ilha de Reunião, antigamente denominada Bourbon.

As hibridações entre cafeeiros 'Laurina' de várias procedências resultaram apenas em plantas de 'Laurina', não havendo indicações se as mutações são ou não independentes. A produção de 'Laurina' é pequena e o seu rendimento de café cereja para beneficiado é baixo, em torno de 7; o rendimento em porcentagem é de cerca de 35% (café beneficiado em relação ao café coco), porém, a bebida é suave, de ótima qualidade e o cafeeiro parece ter resistência a condições de estiagem mais prolongada. A análise do teor de cafeína nas sementes mostrou que a cultivar Laurina tem 0,6%, aproximadamente a metade do teor encontrado em outras cultivares de *C. arabica* (1,2%).

# Recomendações de plantio

Seleções de 'Laurina IAC 870' poderão ser plantadas experimentalmente no sistema de plantio adensado ou superadensado

para a obtenção de produto somente para mercados especiais. Portanto, não se recomenda, até o presente, o seu plantio em escala comercial mais abrangente.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo (multicaule)
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Pequeno
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Pequeno
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Elíptico
Tamanho da semente	Muito pequeno
Formato da semente	Largo e estreito
Ciclo de maturação	Precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Baixo
Qualidade da bebida	Excelente (baixo teor de cafeína, 0,6%)
Produtividade	Muito baixa

# 'MARACATIÁ'

# Origem

O desenvolvimento dessa cultivar teve início a partir de um cruzamento natural entre as cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho IAC 81, encontrado em 1989, em uma lavoura de café de seis anos de idade, localizada na Fazenda Santa Adriana, município de Bom Jardim, região serrana do estado do Rio de Janeiro. Dentre as plantas observadas, foi selecionada uma planta de porte baixo e arquitetura cônica, que foi introduzida no programa de melhoramento da Fazenda Experimental de Varginha, em 1989. Gerações posteriores foram desenvolvidas em Varginha e, principalmente, em Carmo de Minas, em altitude superior a 1.100m. Atualmente, a cultivar encontra-se em geração F4, apresentando boa uniformidade fenotípica.

#### Características

Plantas de porte baixo, arquitetura cônica, diâmetro de saia pequeno, semelhante ao da cultivar Acaiá, maturação precoce, sementes graúdas e produtividade semelhante à da 'Acaiá'. Diferentemente de outras cultivares de porte baixo e suscetíveis à ferrugem, provenientes de cruzamentos entre 'Catuaí' e 'Mundo Novo', a 'Maracatiá' apresenta maturação precoce e pequeno diâmetro de copa, permitindo o plantio mais adensado e suas

sementes são um pouco maiores que as de 'Catuaí' (Figura 13).

# Recomendações de plantio

Regiões de altitude mais elevada (acima de 1.100m) e espaçamento adensado. Em geral, a 'Maracatiá' adapta-se bem às mesmas regiões que a cultivar Acaiá, porém, tem a vantagem de apresentar porte baixo, característica que facilita os tratos culturais em áreas declivosas.

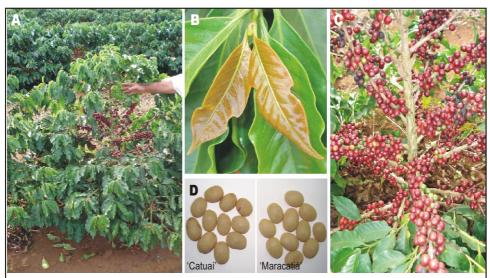


FIGURA 13. (A) Planta em primeira produção, com dois anos e meio de idade, em Varginha, MG. (B) Detalhe das folhas novas de cor bronze, e dos frutos de maturação precoce e bastante uniforme (C). (D) O tamanho das sementes da cultivar 'Maracatiá' é um pouco maior que as da cultivar 'Catuaí Amarelo IAC 74'.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônico
Diâmetro da copa	Pequeno
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Larga e longa
Ciclo de maturação	Precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

# 'OBATÃ VERMELHO IAC 1669-20'

# Origem

É derivada do cruzamento da cultivar Villa Sarchi com o Híbrido de Timor (CIFC 832/2), o qual gerou o híbrido F<sub>1</sub> (H 361/4), realizado pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), em Oeiras, Portugal. Cafeeiros F<sub>2</sub> provenientes do híbrido H 361/4 (Villa Sarchi x Híbrido de Timor) foram plantados, em 1972, em Campinas, apresentando boas produções. Progênies de cafeeiros selecionados foram avaliadas em diversos experimentos e, assim, a seleção continuou por várias gerações. Durante os ciclos de seleção, aparentemente, ocorreram cruzamentos naturais com as cultivares Catuaí Vermelho e ou Catuaí Amarelo, utilizadas como testemunhas nos experimentos. A cultivar Obatã IAC 1669-20 é resultante de uma provável hibridação natural de um cafeeiro de H 361/4 com outro da cultivar Catuaí Vermelho. A 'Obatã IAC 1669-20' foi lançada oficialmente pelo IAC em 2000 e registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC), em 1999.

## Características

É uma cultivar que apresenta elevada resistência à ferrugem. É de maturação tardia e, em algumas regiões, mais tardia do que a própria 'Catuaí Vermelho' (Figura 13). Apresenta, em alguns locais, produção superior à da cv. Catuaí Vermelho, principalmente quando se consideram as primeiras colheitas. A produtividade média, no período de seis anos de colheitas consecutivas, em um experimento em Garça, SP, foi de 37,5 sacas de café beneficiado por hectare/ano, enquanto a de 'Catuaí Amarelo', utilizada como testemunha, foi de 36,4 sacas/ha. Tem porte baixo, internódios de tamanho médio, folhas largas, cor verde nas folhas novas, frutos grandes e vermelhos (Figura 14). As dimensões da altura e do diâmetro da copa são semelhantes às da cultivar Catuaí Amarelo. A porcentagem de grãos normais (chatos) é superior a 85% e a peneira média, em torno de 17%. O rendimento oscila em torno de 50%. É exigente em nutrição.

A qualidade da bebida é muito boa. Na formação da cultivar Obatã IAC 1669-20, a cultivar Bourbon Vermelho teve participação aproximada de 62,5%.

# Recomendações de plantio

Como apresenta elevada resistência ao agente da ferrugem, é indicada preferencialmente para plantios adensados ou em renque. Os espaçamentos podem variar de 2,0 a 3,0 m x 0,5 a 1,0 m, conforme a região cafeeira ou, no adensado mecanizável, de 3,0 a 3,5 m x 0,5 a 1,0 m, ou outros espaçamentos semelhantes aos utilizados no plantio da cultivar Catuaí Vermelho.



FIGURA 14. A cultivar Obatã Vermelho IAC 1669-20 apresenta como características notáveis as folhas novas de cor verde (A), ramos laterais semi-eretos (B), frutos graúdos (C) e alta produtividade(D). (E) Comparação entre a maturação dos frutos de 'Catuaí Vermelho IAC 99' e 'Obatã'.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Alta
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Grande
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Muito tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

# 'OBATÃ AMARELO IAC 4739'

# Origem

A cultivar Obatã Amarelo IAC 4739 é originada de um provável cruzamento natural da cultivar Obatã IAC 1669-20 com 'Catuaí Amarelo', ocorrido em um experimento estabelecido na Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça, SP (Garcafé) na área experimental Dr. Alcides Carvalho. Sementes da planta original IAC 1669-20, cova 16 B, desse experimento, foram retiradas por diversos anos. Nesse processo foram identificadas, nas gerações seguintes, plantas de frutos amarelos com as mesmas características da cultivar Obatã IAC 1669-20. resultantes, provavelmente, de cruzamentos naturais entre cafeeiros 'Obatã' e 'Catuaí Amarelo'. As primeiras seleções de plantas amarelas de 'Obatã' foram efetuadas em 1992, na Estação Experimental de Mococa, em um campo de seleção, e, posteriormente, em 1999, em outra plantação de cafeeiros 'Obatã', em Campinas. Outras seleções foram efetuadas em Alfenas, MG, na fazenda Capoeirinha; em Garca, na Fazenda da Mata; em Franca e em outros locais. Sementes das melhores plantas de frutos amarelos foram retiradas por várias vezes e os cafeeiros obtidos plantados com a finalidade de se avaliar seu potencial produtivo. A progênie derivada da cultivar Obatã que apresenta frutos amarelos e resistência à ferrugem foi designada Obatã Amarelo e recebeu a sigla IAC 4739.

#### Características

A característica principal da cultivar Obatã Amarelo IAC 4739, que a difere da cultivar que lhe deu origem (Obatã IAC 1669-20), é a coloração amarela dos frutos. As outras características são, portanto, similares às da cultivar Obatã IAC 1669-20, conforme ilustrado na Figura 15. É, portanto, resistente à ferrugem e a qualidade da bebida é considerada muito boa. Na formação da cultivar Obatã Amarelo IAC 4739, o café 'Bourbon' teve participação de, aproximadamente, 70%.

# Recomendações de plantio

É indicada, preferencialmente, para plantios adensados ou em renque. Os espaçamentos são os mesmos utilizados para a cultivar Obatã IAC 1669-20. A cultivar Obatã Amarelo IAC 4739 é, atualmente, plantada apenas em pequena escala.

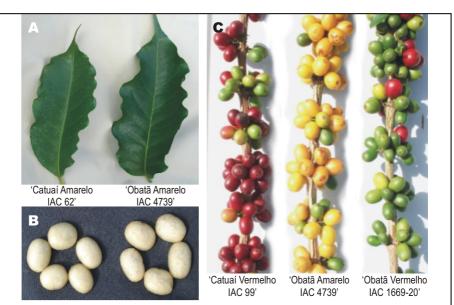


FIGURA 15. Comparação entre os tamanhos das folhas (A) e das sementes (B) das cultivares Catuaí Amarelo IAC 62 e Obatã Amarelo IAC 4739, e do estádio de maturação dos frutos das cultivares Catuaí Vermelho IAC 99, Obatã Amarelo IAC 4739 e Obatã Vermelho IAC 1669-20 (C).

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Alta
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Grande
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Muito tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## **'OEIRAS MG 6851'**

# **Origem**

É resultante do esforço conjunto entre a Universidade Federal de Viçosa e a EPAMIG. Foi desenvolvida pelo método genealógico a partir do híbrido CIFC HW 26/5, resultante do cruzamento entre 'Caturra Vermelho' (CIFC 19/1) e 'Híbrido de Timor' (CIFC 832/1), sendo, portanto, uma cultivar

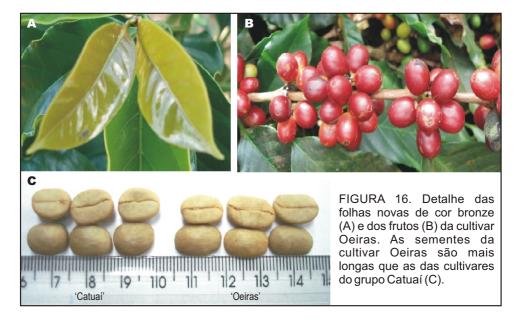
pertencente ao germoplasma Catimor. Na geração  $F_4$ , algumas progênies desse cruzamento destacaram-se quanto à capacidade de produção de frutos, vigor vegetativo, longevidade e resistência à ferrugem-do-cafeeiro; dentre elas, a UFV 1340, da qual foi selecionada, em geração  $F_5$ , a progênie UFV 2983. Uma mistura de sementes das melhores plantas dessa progênie foi registrada em geração  $F_6$  como UFV 6851, a qual deu origem a cultivar Oeiras MG 6851, liberada para plantio comercial na geração  $F_7$ .

### Características

A maioria dos cafeeiros comporta-se como resistente às raças de *Hemileia vastatrix* Berk et Br., prevalecentes nas regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais. No entanto, já se observa, em alguns locais, a ocorrência de plantas com moderada incidência de ferrugem. Apresenta porte baixo e copa de formato cônico, com altura e diâmetro de copa ligeiramente inferiores em relação às cultivares Catuaí Vermelho IAC 44 e IAC 15. Os brotos são de coloração bronze, os frutos são vermelhos e as sementes graúdas e de formato ligeiramente alongado (Figura 16). A maturação é uniforme e intermediária entre as cultivares Mundo Novo e Catuaí Vermelho. Apresenta produtividade semelhante à da cultivar Catuaí Vermelho IAC 44.

# Recomendações de plantio

É preferencialmente indicada para as regiões de elevada altitude do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Sul de Minas e Zona da Mata do estado de Minas Gerais. Em razão de sua resistência à ferrugem-do-cafeeiro e de seu porte e arquitetura, pode ser utilizada em plantios adensados em espaçamentos de 2,0 a 2,5 m entre fileiras e de 0,50 a 0,70 m entre plantas dentro das fileiras.



Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Pequeno
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze-escuro
Tamanho da folha	Médio a grande
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Longo e estreito
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Sem ondulação
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'OURO AMARELO IAC 4397'

## Origem

Foi desenvolvida por meio da seleção de cafeeiros de frutos amarelos provenientes do cruzamento das cultivares Catuaí Amarelo IAC H2077- 2-12-70 e Mundo Novo IAC515-20 (H5010).

#### Características

É uma cultivar suscetível à ferrugem. Os cafeeiros apresentam características semelhantes às da cultivar Ouro Verde, diferindo apenas na coloração dos frutos, que são amarelos, e na coloração das folhas novas, que são bronzeadas. A qualidade da bebida é excelente e a participação do café 'Bourbon' em sua formação é de cerca de 62,5%.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Сора	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio a tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## Recomendações de plantio

As recomendações para o plantio também são semelhantes às indicadas para a cultivar Catuaí Amarelo. As sementes da cultivar Ouro Verde Amarelo IAC 4397 estão sendo multiplicadas e distribuídas em pequena escala.

#### **'OURO BRONZE IAC 4925'**

# Origem

Esta cultivar difere da cultivar Ouro Verde IAC H5010-5 apenas na coloração das folhas novas, que são bronzeadas. Originou-se do mesmo cruzamento ('Catuaí Amarelo IAC H2077-2-12-70' x 'Mundo Novo IAC 515-20'), tendo sido a seleção direcionada para fixar a coloração das folhas novas (BrBr), característica proveniente da cultivar Mundo Novo utilizada no cruzamento. A qualidade da bebida é excelente.

### Características

É semelhante às da cultivar Ouro Verde IAC H 5010-5, diferindo na coloração das folhas novas, que são bronzeadas. É suscetível à ferrugem.

# Recomendações de plantio

As recomendações para a cultivar Ouro Bronze IAC 4925 são as mesmas indicadas para as cultivares Ouro Verde IAC H5010-5 e Catuaí Vermelho. Suas sementes estão sendo multiplicadas e distribuídas em pequena escala.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio a tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### **'OURO VERDE IAC H 5010-5'**

# Origem

Foi desenvolvida a partir da recombinação ocorrida no cruzamento controlado entre cafeeiros selecionados das cultivares Catuaí Amarelo IAC H 2077-2-12-70 e Mundo Novo IAC 515-20. A hibridação (H 5010) foi realizada em Campinas, SP, em 1961. O objetivo foi conferir à cultivar Catuaí, de porte baixo, ainda mais vigor, tentando-se obter recombinação mais produtiva e com outras características agronômicas favoráveis. Nas gerações  $F_2$  e  $F_3$ , selecionaram-se plantas com frutos de cor vermelha, prosseguindo-se as seleções dos descendentes desses cafeeiros até a geração  $F_6$ , a qual denominou-se Ouro Verde IAC H 5010-5. Em 2000, foi lançada oficialmente pelo IAC. As sementes estão sendo distribuídas apenas em pequena escala.

#### Características

Os cafeeiros da cultivar Ouro Verde IAC H5010-5 são suscetíveis à ferrugem e apresentam-se produtivos e mais vigorosos que os da cultivar Catuaí Vermelho. Em um experimento, a altura das plantas atingiu 192 cm e o diâmetro da copa, 202 cm, com oito anos de idade; a cultivar Catuaí Vermelho IAC 81, utilizada como testemunha, atingiu 185 e 184 cm, respectivamente. Portanto, seu porte é baixo, mas, devido ao grande vigor, os cafeeiros apresentam-se um pouco maiores que os da cultivar Catuaí Vermelho IAC 81. Os internódios são curtos e a ramificação secundária abundante. O sistema radicular é bem desenvolvido, o que confere equilíbrio fisiológico adequado à sua vigorosa parte aérea.

As folhas novas são de coloração verde e as adultas, verde-escura brilhante. As ramificações secundárias são abundantes e o enfolhamento ótimo. Usualmente, os dois florescimentos principais ocorrem em setembro e outubro, e a maturação em maio e junho. Os frutos são de coloração vermelha. O período médio, da fertilização à maturação completa dos frutos, em Campinas, SP, é de cerca de 225 dias, semelhantemente à cultivar Catuaí Vermelho. O valor da peneira média é 17 (pouco acima da de 'Catuaí Vermelho') e a porcentagem de sementes do tipo chato é da ordem de 95%. Aqualidade da bebida é excelente e a participação do café 'Bourbon' em sua formação é em torno de 62,5%.

# Recomendações de plantio

Em um experimento no Centro Experimental de Campinas, a produção média de café beneficiado da cultivar Ouro Verde IAC H 5010-5 foi levemente superior à de 'Catuaí Vermelho IAC 81' (2.552 e 2.124 kg de café beneficiado/ha, respectivamente). Devido a sua excelente produção e ao ótimo vigor, esta cultivar de porte baixo é de grande potencial para a cafeicultura brasileira. Os cafeicultores que praticam a cafeicultura familiar

podem também utilizá-la e usufruir de seus atributos. Os espaçamentos indicados para plantio são semelhantes aos assinalados para a cultivar Catuaí Vermelho. Possui também boa tolerância à seca.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio a tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

# 'PARAÍSO MG H 419-1'

# Origem

A cultivar Paraíso é resultante do cruzamento artificial realizado na Universidade Federal de Viçosa, UFV, entre a cultivar Catuaí Amarelo IAC 30 e a seleção de Híbrido de Timor UFV 445-46, proveniente do Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro, em Oeiras, Portugal. Este cruzamento, em geração  $F_{\scriptscriptstyle 1}$  recebeu a designação de H 419, tendo sido obtidas nove plantas que foram testadas para resistência à ferrugem. As gerações seguintes foram avaliadas na Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, da Epamig. A cultivar Paraíso MG H 419-1 é resultante da mistura de sementes de oito progênies, em geração  $F_{\scriptscriptstyle 4}$ .

### Características

A cultivar Paraíso MG H 419-1 apresenta alto nível de resistência ao agente causal da ferrugem-do-cafeeiro. Com relação aos nematóides das galhas, em ensaios de avaliações realizados em quatro populações do nematóide, observaram-se cafeeiros resistentes e suscetíveis, indicando que essa cultivar segrega para essa característica.

Os cafeeiros apresentam altura média de 1,95 m, aos 72 meses após o plantio no campo. Apresenta altura, diâmetro e volume da copa inferior ao da cultivar Catuaí Vermelho IAC 15. A produtividade, obtida em condições de lavoura, na Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, durante as quatro primeiras colheitas, foi superior à da cultivar Catuaí

Vermelho IAC 99. Algumas características desta cultivar são ilustradas na Figura 17.

# Recomendações de plantio

Essa cultivar é indicada para as regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais e de outros estados do Brasil, aptas para o cultivo da espécie *Coffea arabica*. Considerando o porte baixo dessa cultivar, ela pode ser recomendada para plantios com espaçamento de 2,0 a 3,5 metros entre fileiras e de 0,5 a 1,0 metro entre plantas na fileira.

Representa também uma opção para a produção de café orgânico, em razão de serem resistentes à ferrugem-alaranjada-do-cafeeiro que é a principal doença da cultura. Seu porte baixo facilita a colheita manual e mecânica dos cafeeiros, além de possibilitar maior densidade de plantio.

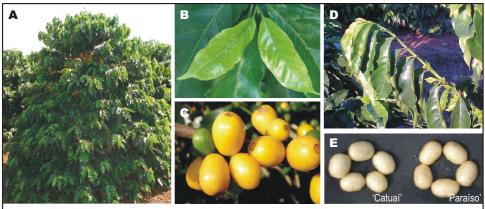


FIGURA 17. Planta da cultivar Paraíso MG H 419-1 com 4 anos de idade cultivada em Varginha, MG (A). Detalhe das folhas novas de cor verde (B), dos frutos (C) e das folhas (D), que em geral apresentam um pequeno arqueamento para baixo. Sementes de 'Catuaí Amarelo IAC 62 comparadas com sementes de 'Paraíso' MG H 419-1(E).

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica, ligeiramente afilada
Diâmetro da copa	Pequeno
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente
Resistência a nematóide	Apresenta plantas resistentes e plantas suscetíveis a <i>M. exigua</i>
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

### **'PAU-BRASIL MG 1'**

# Origem

A cultivar Pau-Brasil MG1 é derivada da hibridação artificial entre a cultivar Catuaí Vermelho IAC 141 e a seleção de Híbrido de Timor UFV 442-34, realizada pela equipe de pesquisadores da EPAMIG/UFV. A primeira geração foi obtida e conduzida na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, sob a designação H 518. As seleções posteriores foram feitas pelo método genealógico de melhoramento de plantas, nas Fazendas Experimentais da EPAMIG, em Patrocínio e São Sebastião do Paraíso, MG e na Empresa DATERRA Atividades Rurais Ltda., em Patrocínio, dando origem à cultivar Pau-Brasil MG1, em geração F<sub>5</sub>.

## Características

A cultivar Pau-Brasil MG1 apresenta alto nível de resistência ao agente causal da ferrugem-do-cafeeiro. A produtividade dessa cultivar foi semelhante à das cultivares Catuaí Vermelho IAC 15 e Catuaí Vermelho IAC 144, em ensaios conduzidos nos municípios de Patrocínio e São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais, respectivamente. Os cafeeiros dessa cultivar apresentam alto vigor vegetativo, boa arquitetura e elevada produtividade.

# Recomendações de plantio

A cultivar Pau-Brasil MG1 tem boa adaptação às principais regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais e de outros estados produtores de café do Brasil. Devido ao seu porte baixo, pode ser recomendada para plantios

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Pequeno
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Elíptico
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Ausente
Resistência à ferrugem	Altamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetivel
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

com espaçamento de 2,0 a 3,5 m entre fileiras e de 0,5 a 1,0 m entre plantas na fileira. Essa característica facilita a colheita manual e mecânica dos cafeeiros, além de possibilitar maior densidade de plantio.

Representa também uma opção para a produção de café orgânico, em razão de serem resistentes à ferrugem-alaranjada-do-cafeeiro, que é a principal doença da cultura.

## 'RUBI MG 1192'

# Origem

A cultivar Rubi MG 1192 é oriunda do cruzamento entre as cultivares Catuaí e Mundo Novo, realizado por técnicos do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) nos anos 1960 e introduzida em Minas Gerais, pela Epamig, nos anos 1970. Várias progênies desse material foram avaliadas em diversos locais da região do Sul de Minas, sendo lançada, até o momento, para cultivo comercial, a linhagem MG 1192, sob a designação de Rubi-MG 1192.

#### Características

A cultivar Rubi apresenta formato de copa característico das cultivares Catuaí, ou seja, a planta é baixa, com a copa ligeiramente arredondada, com maturação dos frutos pouco mais precoce e uniforme que a da cultivar Catuaí (Figura 18). Possui ramificações secundárias abundantes e alto grau de enfolhamento. A angulação dos ramos produtivos é pouco mais aberta que a da cultivar Catuaí, o que permite maior aeração e insolação no interior da planta. Os frutos maduros são vermelho-escuros e as sementes de formato chato. Apresenta boa produtividade e vigor vegetativo, sem depauperamento precoce ou seca de ramos produtivos. Os cafeeiros apresentam folhas novas com coloração predominantemente bronze.

# Recomendações de plantio

É indicada para as principais regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais, já que vem apresentando boa adaptabilidade e estabilidade de produção em diferentes ambientes.

Para o seu plantio, são utilizados espaçamentos que variam de 2,50 a 3,50 m entre fileiras e de 0,60 a 0,80 m entre plantas, dentro das fileiras. Em regiões com altitude acima de 1.200 m, deve-se utilizar espaçamento entre plantas de 0,80 m, uma vez que, em espaçamentos menores, a maturação tem se mostrado desuniforme e tardia.



FIGURA 18. 'Rubi MG 1192', com oito anos de idade, em Varginha, MG, mostrando em detalhe os internódios curtos, folhas novas de cor bronze e os frutos vermelhos em estádio final de maturação.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze (predominante)
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Elíptico
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio e uniforme
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## 'SABIÁ TARDIO'

# Origem

Originou-se do cruzamento entre 'Catimor UFV 386' e 'Acaiá', realizado pela equipe do Instituto Brasileiro do Café, o IBC. As gerações posteriores foram selecionadas pelos pesquisadores do MAPA/Fundação Procafé, pelo método genealógico de melhoramento, procurando selecionar plantas com alta produtividade e resistência à ferrugem. Desse mesmo cruzamento foram também desenvolvidas as linhagens Sabiá 417, de maturação precoce e Sabiá 708, de maturação média, mas que ainda encontram-se em fase de melhoramento.

### Características

A cultivar Sabiá Tardio, também conhecida como Sabiá 398, possui plantas bastante vigorosas, apresentando ramos plagiotrópicos longos e grossos, internódios curtos, copa compacta de formato arredondado, frutos vermelhos, maturação muito tardia, semente pequenas, resistência moderada à ferrugem-do-cafeeiro e altíssima produtividade, principalmente durante as três primeiras produções (Figura 19). Está sempre entre as cultivares mais produtivas, nos ensaios de competição de cultivares realizados no Sul de Minas Gerais. Devido à alta produtividade, é bastante exigente em nutrição.

# Recomendações de plantio

É Recomendada para plantio em pequena escala, em espaçamento largo. É bastante adaptada nas principais regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais. Cuidado especial deve ser dado à adubação da 'Sabiá Tardio' porque é bastante exigente em nutrição.



FIGURA 19. Planta da cultivar 'Sabiá Tardio' com sete anos de idade, exibindo em detalhe a altíssima produção de frutos.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica e compacta
Diâmetro da copa	Médio a largo
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Pequeno
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Muito tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'SACRAMENTO MG 1'

## Origem

A cultivar Sacramento MG1 é derivada da hibridação artificial entre a cultivar Catuaí Vermelho IAC 81 e a seleção de 'Híbrido de Timor UFV 438-52', realizada pela equipe de pesquisadores da EPAMIG/UFV. Na obtenção dessa cultivar foi adotado o método genealógico de melhoramento genético de plantas. A primeira geração  $F_{\scriptscriptstyle 1}$  foi obtida e conduzida no campus da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, sob a designação de H 505. A planta 505-9 foi selecionada e sua progênie  $F_{\scriptscriptstyle 2}$  foi avaliada na Fazenda Experimental da Epamig, em Patrocínio, dando origem à planta selecionada H 505-9-2, cuja progênie  $F_{\scriptscriptstyle 3}$  foi também testada na mesma localidade. A planta H 505-9-2-2 foi, então, selecionada e sua progênie ( $F_{\scriptscriptstyle 4}$ ) foi avaliada na propriedade da Empresa DATERRAAtividades Rurais Ltda., em Patrocínio, MG. Com uma mistura de sementes designada de H 505-9-2-2-1, na geração  $F_{\scriptscriptstyle 5}$ , foi implantado e conduzido um campo de multiplicação de sementes na Fazenda do Rei, em Sacramento, Minas Gerais, dando origem à cultivar Sacramento MG1.

#### Características

A cultivar Sacramento MG1 apresenta alto nível de resistência ao agente causal da ferrugem-do-cafeeiro. A produtividade dessa cultivar foi superior a da cultivar Catuaí Vermelho IAC 15, em ensaios conduzidos nos municípios de Patrocínio e Senhora de Oliveira, Minas Gerais, nas gerações F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub>, respectivamente. Os cafeeiros dessa cultivar apresentam alto vigor vegetativo e elevada produtividade, destacando-se pela precocidade da capacidade produtiva inicial. Os cafeeiros apresentam porte médio, com ramos plagiotrópicos bastante compridos, conferindo

uma arquitetura mais aberta às plantas. Os frutos são de coloração vermelha e as folhas novas são verdes ou bronze (Figura 20).

# Recomendações de plantio

A cultivar Sacramento MG1 apresenta boa adaptação às principais regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais e de outros estados produtores de café do Brasil. É recomendada para plantios com espaçamento de 2,80 a 3,5 metros entre fileiras e de 0,5 a 1,0 metro entre plantas na fileira. Em razão da resistência à ferrugem, essa cultivar pode ser recomendada para o sistema de cultivo orgânico.



FIGURA 20. Fotografia de uma lavoura da cultivar Sacramento MG1 plantada no município de Sacramento, MG, mostrando em detalhe as folhas novas que podem ser bronze ou verde.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde e bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Arredondado
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## 'SAÍRA'

# Origem

Em 1974, na Fazenda Experimental de Caratinga, do Instituto Brasileiro do Café (IBC), foi realizado um cruzamento entre 'Catuaí Amarelo IAC 86' e 'Catindu' (UFV 374, cv 643), o qual foi denominado de HK 29/74. Na geração  $F_2$  deste cruzamento foi selecionada a planta da cova 333, a qual foi introduzida em um ensaio de seleção em Varginha, em 1980, dando continuidade à seleção de plantas pelo método genealógico de melhoramento. Em todas as gerações, as plantas foram selecionadas com base nos critérios de alta produtividade, elevado vigor vegetativo, baixa percentagem de frutos chochos e alta resistência à ferrugem, em ensaios localizados em diversas regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais. A geração  $F_7$ , com plantas fenotipicamente uniformes, recebeu a denominação de Saíra, em referência ao pássaro que possui plumagem verde mesclada com tons variados, à semelhança dos frutos desta cultivar quando em processo de maturação.

#### Características

Possui resistência moderada à ferrugem, porte baixo, semelhante ao da cultivar Catuaí, maturação média a tardia, folhas novas de cor verde ou bronze (Figura 21) e elevado vigor vegetativo.

# Recomendações de plantio

Tem apresentado bom comportamento em diversas regiões cafeeiras e produtividade semelhante à da cultivar Catucaí. Pode ser cultivada em espaçamento largo ou adensado. Todavia, recomenda-se plantio em pequena escala, a fim de avaliar o seu potencial sob o sistema de manejo da propriedade.



Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica e compacta
Diâmetro da copa	Médio a largo
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Médio
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde e bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Pequeno
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio a tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

### 'SIRIEMA 842'

# Origem

O desenvolvimento desta cultivar teve início quando o Dr. Alcides Carvalho, do IAC, enviou ao Dr. Kepler, do então IBC, em Caratinga, MG, sementes da planta IAC 1195-5-6-2. Esta planta foi obtida a partir de um cruzamento natural entre Coffea racemosa e C. arabica cv. Blue Mountain. Posteriormente ocorreram dois retrocruzamenos naturais com C. arabica e a planta selecionada recebeu a sigla IAC 1195-5-6-2. As sementes dessa introdução foram plantadas em Caratinga, MG, onde foi selecionada a planta C1195-5-6-2-119, com alta resistência ao bicho-mineiro. A planta C1195-5-6-2-119 foi, então, cruzada com 'Catimor UFV 417' para incorporar também resistência à ferrugem. Desse cruzamento, a planta 842, com resistência ao bicho-mineiro e à ferrugem, foi selecionada e suas sementes enviadas para Varginha, MG, em 1994. É possível que algumas sementes dessa planta tenham sido resultado de cruzamento e não de autofecundação, com uma cultivar de frutos amarelos, pois, em Varginha, algumas plantas provenientes da planta 842 deram origem a plantas com frutos alaranjados. Em Varginha, foram selecionadas as plantas 842-4 e 842-1. A partir das plantas 842-4 e 842-1, continuou o processo de seleção, pelo método genealógico, nos municípios de Varginha, Coromandel, Varjão de Minas e Manhuaçu, em Minas Gerais, visando sempre selecionar plantas com resistência ao bicho-mineiro e à ferrugem, alta produtividade. boa qualidade de semente e elevado vigor vegetativo. As progênies atualmente em estudo encontram-se em geração F<sub>5</sub>.

#### Características

As progênies da cultivar Siriema 842 apresentam, em geral, folhas ligeiramente coriáceas, mais espessas que as folhas de 'Catuaí' e de coloração verde-escura quando maduras. As plantas possuem porte baixo a médio (Figura 22 A) e os frutos podem ser vermelhos ou amarelos, dependendo da progênie. As sementes são de tamanho médio a grande. A bebida é de muito boa qualidade, provavelmente por ser descendente da cultivar Blue Mountain. É altamente resistente à ferrugem, característica herdada principalmente de 'Catimor UFV 417' e ao bicho-mineiro, cuja resistência é proveniente de Coffea racemosa. Embora o mecanismo de resistência da cv. Siriema 842 ao bicho-mineiro ainda não esteja determinado, acredita-se que suas folhas produzam alguma substância tóxica ou deixem de produzir alguma substância essencial ao bicho-mineiro. Sob ataque de bicho-mineiro, em geral não há formação de minas ou as minas formadas são em pequeno número, pontuais ou em forma de filete (Figura 22 B). Várias pesquisas encontram-se em andamento para esclarecer a origem dessa resistência. Experimentos realizados em regiões com baixa precipitação pluviométrica e observações durante anos com poucas chuvas sugerem que a cv. Siriema 842 é mais tolerante à falta de água que a maioria das cultivares de café atualmente plantadas. Em geral, as plantas permanecem bastante enfolhadas durante todo o ano.

Conforme relatado anteriormente, a cultivar Siriema 842 está em desenvolvimento, a produtividade média ainda não é considerada satisfatória e ainda não foi possível fixar a resistência ao bicho-mineiro, considerando que de 30% a 40% das plantas obtidas por meio de sementes são atacadas por este inseto. Por essas razões, a 'Siriema' ainda não está disponível para plantio em larga escala. A fim de acelerar a liberação comercial da 'Siriema', foram selecionadas plantas matrizes com resistência ao bicho-mineiro, resistência à ferrugem, alta produtividade e boa qualidade de semente para multiplicação vegetativa via cultura de tecidos. A Fundação Procafé, em parceria com a Embrapa, está aperfeiçoando o processo de propagação vegetativa do cafeeiro para multiplicação em larga escala. Plantas da cultivar Siriema que foram produzidas por esse processo estão atualmente sendo avaliadas no campo e espera-se que, em breve, esta tecnologia possa ser utilizada para a produção comercial de mudas.

# Recomendações de plantio

Conforme mencionado, a cultivar Siriema 842 ainda não foi liberada para plantio em larga escala porque algumas características importantes ainda não estão fixadas. Os plantios devem ser realizados somente em caráter experimental.



FIGURA 22. 'Siriema 842' durante a segunda produção (A), mostrando em detalhe folhas novas de coloração verde-clara e folhas maduras verde-escuras (B). Comparação entre um ramo de uma cultivar suscetível a bicho-mineiro (à esquerda) e da cultivar Siriema, em uma região com alta incidência de bicho-mineiro (C). As plantas da cultivar Siriema são altamente resistentes ao bicho-mineiro e as poucas minas formadas são pequenas, pontuais, ou em forma de filete, como na fotografia (D).

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo a médio
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha e amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Muito precoce a médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Resistente
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Média

## 'TOPÁZIO MG 1190'

# Origem

A cultivar Topázio é oriunda do cruzamento entre as cultivares Catuaí Amarelo e Mundo Novo, realizado por técnicos do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), na década de 1960. Posteriormente, com a introdução desse material em Minas Gerais, pelo Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária (EPAMIG-UFLA-UFV), a seleção foi intensificada, culminando com a liberação da cultivar Topazio MG-1190 para plantio comercial.

### Características

A cultivar Topázio selecionada e lançada em Minas Gerais possui porte baixo, como o das cultivares Catuaí, com altura por volta de 2,0 metros e diâmetro médio de copa de 1,8 m, aos sete anos. Tem excelente produtividade e elevado vigor vegetativo, não exibindo depauperamento precoce depois de elevadas produções. O número de ramificações secundárias é abundante. A angulação dos ramos produtivos é pouco mais aberta que a das cultivares Catuaí, o que permite maior aeração e insolação no interior da planta. A maturação de frutos é intermediária às cultivares Catuaí e Mundo Novo em época e uniformidade. Os frutos são de coloração amarela e as folhas, quando novas, são, predominantemente, de cor bronze-escuro (Figura 23), marcador genético que as difere das cultivares Catuaí que apresentam brotos verdes.

# Recomendações de plantio

É indicada para as principais regiões cafeeiras de Minas Gerais, já que vem apresentando boa adaptabilidade e estabilidade de produção nos diferentes ambientes, inclusive na cafeicultura irrigada, onde tem-se mostrado bastante produtiva e com menor bienalidade de produção.

Seu cultivo tem sido indicado tanto para o sistema adensado quanto para o convencional, desde que respeitado o espaçamento entre plantas de 0,70 a 0,80 m, visando explorar a maturação mais uniforme dos frutos. Analogamente ao que foi comentado para a cultivar Rubi, nas regiões com altitude acima de 1.200 m, deve-se utilizar espaçamento entre plantas de 0,80 cm, uma vez que, em espaçamentos menores, a maturação dos frutos tem se mostrado desuniforme e tardia.





FIGURA 23. Detalhe da cor das folhas novas e dos frutos das cultivar 'Topázio MG 1190'.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo a médio
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Médio
Ramificação secundária	Abundante
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze (predominantemente)
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

### 'TUPI IAC 1669-33'

# Origem

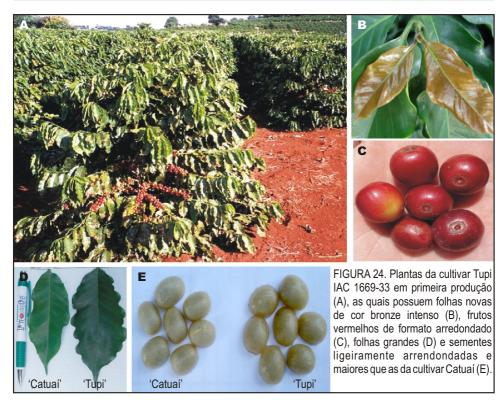
Derivada do híbrido H 361/4 ('Villa Sarchi' x Híbrido de Timor CIFC 832/2), esta cultivar é de porte baixo e mais precoce que as cultivares Catuaí Vermelho e Obatã, tendo sido obtida por seleção genealógica. A cultivar Tupi IAC 1669-33 foi lançada oficialmente pelo IAC, em 2000 e registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC), em 1999.

### Características

É resistente à ferrugem e tem boa produção, semelhante à apresentada pela cultivar Catuaí Vermelho. As folhas novas são de coloração bronzeada e os frutos, grandes, vermelhos, de formato arredondado e de maturação precoce (Figura 24). A altura e o diâmetro da copa, em média, aos seis anos de idade, são menores do que nas cultivares Obatã e Catuaí Vermelho. Suas sementes são maiores que as da Catuaí Vermelho, com peneira média em torno de 17. A qualidade da bebida foi determinada no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) e classificada como normal, semelhante à da cultivar Catuaí Vermelho. A participação da cultivar 'Bourbon' na sua formação é de, aproximadamente, 50%.

# Recomendações de plantio

É indicada, preferencialmente, para plantios adensados, superadensados ou em renque. Atualmente, recomenda-se seu plantio em solos férteis e clima ameno. É uma cultivar exigente em nutrição. Os espaçamentos adensados podem variar de 2,0 a 2,8 m x 0,5 a 1,0 m, conforme a região cafeeira ou, no adensado mecanizável, de 2,8 a 3,5 m x 0,5 a 0,6 m. É típica de cafeicultura familiar.



Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Сора	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze-escuro
Tamanho da folha	Grande
Cor do fruto maduro	Vermelho-escura
Formato do fruto	Arredondado
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetivel
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## 'TUPI AMARELO IAC 5162'

# Origem

Deve ter sido originado do cruzamento natural de cafeeiros da cultivar Tupi IAC 1669-33, de frutos vermelhos com a cv. Catuaí Amarelo.

#### Características

É resistente ou moderadamente resistente à ferrugem e apresenta boa produção, semelhante à cultivar Tupi IAC 1669-33. As folhas novas são de coloração bronze e os frutos são amarelos e de maturação precoce.

# Recomendações de plantio

É indicada para plantios adensados. É também exigente em nutrição. Atualmente, encontra-se, ainda, em fase experimental no estado de Minas Gerais, em Patrocínio e em Altinópolis, no estado de São Paulo.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Grande
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Arredondado
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## 'TUPI RN IAC 1669-13'

# Origem

O IAC recebeu, em 1971, sementes do híbrido CIFC H361/4 ('Villa Sarchi' X Híbrido de Timor), na geração  $F_2$ , que constituíram a base para a obtenção da cultivar Tupi RN IAC1669-13. Os cafeeiros  $F_2$  do híbrido H361/4 receberam a designação de IAC 1669 e, em avaliação de experimento em Campinas, verificou-se que a planta IAC 1669-13 destacou-se entre as demais, em função de sua produção, do tamanho de sementes e da resistência à ferrugem e ao nematóide *Meloidogyne exigua*.

## Características

Apresenta boa produção, pois, em plantios irrigados, produziu 91, 50 e 89 sacas beneficiadas por hectare nos três primeiros anos, respectivamente, em espaçamento de 3,68 x 0,5 m, confirmando o seu valor agronômico. A análise dos tipos de sementes revelou que a cultivar Tupi RN IAC 1669-13 apresenta grãos grandes com peneira média 18,4% e 90,2%,

8% e 1,8% de grãos tipos chato, moca e concha, respectivamente.

As folhas novas são de coloração verde, diferenciando-a da cv. Tupi IAC1669-33, que apresenta broto bronze. O seu porte é baixo e os frutos grandes e vermelhos, com maturação média (mais precoce que 'Catuaí'). As dimensões da altura e do diâmetro da copa são semelhantes às da cv. Tupi IAC 1669-33 e um pouco menores que as da cv. Catuaí Vermelho IAC 144. Semelhantemente à cultivar Tupi IAC 1669-33 também é exigente em nutrição. Considerando-se que a participação do café Bourbon em sua formação é de 50%, uma vez que a cv. Villa Sarchi parece ser originada da cv. Bourbon, esperava-se que apresentasse boa qualidade de bebida, o que foi confirmado por informações do engenheiro agrônomo José Carlos Grossi, que constatou que seus grãos têm tido ampla aceitação no mercado.

Sementes da cultivar Tupi RN IAC 1669-13 foram testadas para resistência a *M. exígua*. O índice de galhas neste material foi 0,5, com pequenos engrossamentos, porém, sem galhas típicas e, no Catuaí Vermelho IAC 144, o índice de galhas foi 4,5, com presença de galhas típicas, indicando tratar-se de material altamente resistente (Figura 25). No que se refere à reação à ferrugem, verificou-se que, em condições de campo, até o presente momento, o material permanece resistente às raças prevalecentes nos locais em que a cultivar foi plantada.

# Recomendações de plantio

Devido a sua resistência múltipla com homozigoze para o gene de resistência à ferrugem e ao nematóide *M. exigua* (*MeMe*), a cultivar Tupi RN IAC 1669-13 poderá ser plantada via sementes, constituindo mais uma opção para os cafeicultores brasileiros. Inicialmente, recomenda-se seu plantio em solos com alta fertilidade, em maiores altitudes (clima ameno) e em pequena escala, principalmente para áreas infestadas com o nematóide *M. exigua*.



FIGURA 25. Comparação entre os sistemas radiculares das cultivares Tupi RN IAC 1669-13 (à esquerda) e Catuaí Vermelho IAC 144 (à direita), após infestação com *M. exigua*. Notar que praticamente não houve formação de galhas na cultivar Tupi RN 1669-13, contrastando com a presença de um grande número de galhas na cv. Catuaí.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Baixo
Сора	Cônica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Grande
Cor do fruto maduro	Vermelha escura
Formato do fruto	Arredondado
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce a médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Altamente resistente
Resistência a nematóide	Resistente a M. exigua
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## **CULTIVARES DE PORTE ALTO**

# ACAIÁ (cultivares do grupo Acaiá)

# Origem

Originou-se da seleção de plantas individuais da cultivar 'Mundo Novo', sendo, portanto, um 'Mundo Novo' por origem. O nome Acaiá, em tupi-guarani, significa frutos com sementes grandes, o que caracteriza as cultivares deste grupo. É possível que as sementes maiores de 'Acaiá' tenham provindo da cultivar Sumatra, que participou da origem de 'Mundo Novo'.

Na progênie P 474 de 'Mundo Novo' foram obtidas plantas com sementes maiores, de peneira média um ponto a mais que a de outras seleções de Mundo Novo. Verificou-se também que suas progênies S2 apresentavam sementes maiores do que as de 'Mundo Novo'. Os descendentes de prefixo IAC 474 deram origem às cultivares do grupo Acaiá, as quais começaram a ser distribuídas aos cafeicultores a partir de 1977. Nesta época havia apenas a cultivar Acaiá e suas linhagens. Em 1999, cada uma das linhagens da cultivar Acaiá foi registrada, individualmente, como uma nova cultivar no Registro Nacional de Cultivares (RNC).

#### Características

São cultivares suscetíveis à ferrugem, mas apresentam boa produção de café beneficiado e são rústicas. A altura média das plantas adultas é de 4,2 m (4,1 a 4,4 m) e o diâmetro médio da copa, de 1,8 m (1,6 a 2,0 m), apresentando copa de formato mais fino que 'Mundo Novo' (Figura 26). A cor das folhas novas é, geralmente, bronze e os ramos secundários são menos abundantes do que na maioria das cultivares Mundo Novo. Os dois florescimentos principais ocorrem em setembro a outubro e a maturação

dos frutos, de abril a julho, nas condições do estado de São Paulo. O número médio de dias desde a fertilização à maturação completa dos frutos, nas condições de Campinas, SP, é de 220 dias.

O peso médio de 1.000 sementes do tipo chato alcança 140, com variação de 135 a 144 g. O valor da peneira média varia de 18,0 a 19,0 e o rendimento médio, isto é, a relação entre o peso de café maduro e o de beneficiado, é de 5,6. O rendimento, em porcentagem, é de 50% (relação entre o café beneficiado e o café em coco). A porcentagem média de sementes do tipo chato é de 80,6% (77,8% a 84,5%). A produção média da 'Acaiá' é de 30 sacas de café beneficiado por hectare, podendo variar de 25 a 35 sacas por hectare. Em plantios adensados e ou irrigados, conseguemse maiores produções (cerca de 60 sacas/ha), tendo a máxima alcançada, em experimentos, sido de 100 sacas/ha. A qualidade da bebida é muito boa. Por sua origem, a composição da cultivar Acaiá é cerca de 50% de 'Bourbon Vermelho' e 50% de 'Típica' ('Sumatra').

# Recomendações de plantio

As cultivares do grupo Acaiá que foram registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC), em 1999 e se encontram em distribuição, têm os seguintes sufixos: IAC 474-1, IAC 474-4, IAC 474-6, IAC 474-7, IAC 474-19, IAC 474-20. A cultivar Acaiá IAC 474-19 é a mais plantada, principalmente no Sul de Minas Gerais.

As cultivares Acaiá têm boa capacidade de adaptação às regiões cafeeiras do Brasil e podem ser indicadas, principalmente quando se pretende utilizar colheita mecânica e obter sementes maiores. Elas são especialmente indicadas para o plantio adensado na linha, pois apresentam ramos laterais mais curtos e seus frutos são mais uniformes na maturação. Os espaçamentos 2,0-3,0 m x 0,5 m têm sido utilizados em plantios adensados e 3,6 - 4,0 m x 0,5 - 0,7 m, em plantios que permitem mecanização.



FIGURA 26. Lavoura da cultivar Acaiá IAC 474-19 no Sul de Minas Gerais, região onde esta cultivar apresenta bom desenvolvimento e alta produtividade. Em detalhe a cor das folhas novas.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Alto
Copa	Cônica ou cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Longo e estreito
Ciclo de maturação	Precoce a médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

## 'ACAIÁ CERRADO MG 1474'

# Origem

Esta cultivar pertence também ao grupo Acaiá originalmente desenvolvido pelo IAC. É derivada da cultivar Acaiá IAC 474-1, tendo sido lançada em 1995 pelo Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária (EPAMIG-UFLA-UFV). Os trabalhos se iniciaram em Viçosa, com a seleção de plantas individuais na progênie LCP-474-1, que se mostrava muito heterogênea para vários caracteres de interesse. Por meio da seleção entre e dentro de progênies, o material foi avançado e as avaliações realizadas principalmente na região do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba de Minas Gerais, região do "Café do Cerrado". Ao final de cinco ciclos de seleção, chegou-se à cultivar Acaiá Cerrado MG 1474.

### Características

A cultivar Acaiá Cerrado MG 1474 apresenta porte alto, cafeeiros com copa de formato cônico afilado (Figura 27). Os frutos maduros são vermelhos e grandes e as sementes de formato chato. Apresenta elevada produção, excelente vigor vegetativo, bom enfolhamento o ano todo, com maior concentração de floradas (2-3) no início da primavera. A maturação dos frutos é precoce e uniforme, sementes com elevado percentual de classificação em peneiras altas (17 e acima), característica comercial de grande interesse. Na região do cerrado, tem sido plantada para proporcionar o escalonamento da colheita em áreas cultivadas com as cultivares Catuaí. Dessa forma, tem sido possível maximizar

processamento da colheita bem como melhorar a qualidade da bebida, devido à possibilidade de se colher maior quantidade de frutos cereja.

#### Recomendações de plantio

A cultivar Acaiá Cerrado MG 1474 tem despertado o interesse dos cafeicultores para o plantio adensado, em razão do seu menor porte (3,1m de altura) reduzido diâmetro de copa (aproximadamente 1,90m) e arquitetura adequada. São recomendados espaçamentos entre 2,0 a 2,5 metros entre fileiras e de 0,60 a 0,80 m entre plantas na linha. Embora o material tenha porte alto, com o manejo por meio de podas programadas (a cada 4 a 5 colheitas), tem sido possível obter altas produtividades nessas condições de plantio e tem sido considerada adequada para a colheita mecanizada.

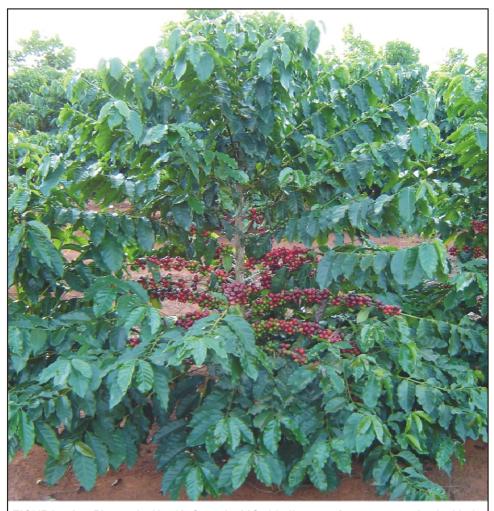


FIGURA 27. Planta de 'Acaiá Cerrado MG 1474' com três anos e meio de idade, fotografada na região de Patrocínio, MG.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Alto
Copa	Cônica ou cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Baixa
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Longo e estreito
Ciclo de maturação	Precoce a médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

# **BOURBON AMARELO** (cultivares do grupo Bourbon de frutos amarelos)

#### Origem

A forma xantocarpa (frutos amarelos) de Bourbon foi examinada pela primeira vez pelo Dr. Carlos Arnaldo Krug, em 1930, em Pederneiras, SP, sendo sua origem pouco conhecida. Pode ter sido originada da mutação de 'Bourbon Vermelho' ou também surgido como produto de recombinação do cruzamento natural entre 'Bourbon Vermelho' e 'Amarelo de Botucatu', pois, nas populações originais em que foi selecionada, foram encontradas algumas plantas de fenótipo semelhante ao da cultivar Bourbon Vermelho e outras ao da cultivar Amarelo de Botucatu. Além disso, a produção média de suas melhores seleções é superior à da 'Bourbon Vermelho' em 32% a 45%.

O Instituto Agronômico de Campinas, por meio da Seção de Genética, efetuou, em 1945, a seleção de numerosas plantas em Jaú (SP), cujas progênies foram estudadas em vários locais, originando o material genético da cultivar Bourbon Amarelo, indicada para o plantio.

#### Características

Uma das características principais das cultivares do grupo Bourbon Amarelo refere-se à precocidade de maturação de seus frutos que, de acordo com a região, pode variar de 20 a 30 dias, em relação à 'Mundo Novo'. Em regiões altas e mais frias, essa diferença pode acentuar-se. No entanto, é bem suscetível à ferrugem.

Sua produção média é cerca de 30% a 50% menor do que as das cultivares Mundo Novo, Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo. A produção

média atual de café beneficiado das cultivares recomendadas pode atingir, em média, 25 sacas beneficiadas por hectare. As plantas adultas, com 10 e 12 anos, podem alcançar altura média de 2,6 m (2,4 a 2,8 rn) e diâmetro da copa, a 50 m do solo, de 2,3 m (2,2 a 2,4 rn) (Figura 28). A coloração das folhas novas é verde-clara. Os florescimentos principais ocorrem de setembro a outubro, nas condições de São Pauto e a maturação, de março a maio, conforme o local. O número de dias que vai desde a fertilização à maturação, nas condições de Campinas, é de 203. O peso do fruto maduro é, em média de 1,0 g; o peso de 1.000 sementes do tipo chato é em média de 118,5 g e a sua densidade absoluta média de 1,063. O valor da peneira média é de 16,6 (16,3 a 16,9).

A relação entre o peso médio do café maduro e o de beneficiado é, em média, de 5,7 (5,4 a 6,2) e o rendimento, em porcentagem, oscila em torno de 50%. A porcentagem de sementes do tipo chato é, em média, de 87,4% (82,3% a 90,5%). A qualidade da bebida é reconhecidamente superior à de outras cultivares de *C. Arabica*, cujos frutos foram colhidos e processados nas mesmas condições.

#### Recomendações de plantio

Devido à característica de ser mais precoce do que as cultivares Mundo Novo, Catuaí Vermelho e Catuaí Amarelo, mesmo sendo menos produtiva a cultivar Bourbon Amarelo é indicada para plantio em condições especiais, tais como: obtenção de produto com qualidade da bebida superior, objetivando mercados especiais; necessidade de porcentagem menor de cafeeiros na formação de lavouras extensivas, possibilitando melhor distribuição de mão-de-obra na colheita e também melhor qualidade do produto, devido à possibilidade de colher maior quantidade de frutos maduros e plantio em locais ou regiões de maiores altitudes e com temperaturas médias menores (regiões mais frias), onde pode haver, em determinados anos, coincidência da época de maturação nas cultivares um pouco mais tardias, como 'Catuaí' e 'Obatã', com o próximo florescimento, causando sérios problemas para a produção do ano seguinte. Essas condições são semelhantes às recomendadas para as cultivares do grupo Bourbon Vermelho.

Os espaçamentos recomendados para as cultivares Bourbon Amarelo são menores que os utilizados para 'Mundo Novo', podendo variar de 3,0 a 3,8 m entre linhas, por 0,6 a 0,8 m entre plantas, utilizando-se uma planta por cova. É importante ressaltar que o grupo Bourbon Amarelo é altamente suscetível à ferrugem, exigente em nutrição e apresenta menor vigor vegetativo que o grupo Mundo Novo.

As cultivares Bourbon Amarelo registradas pelo IAC no Registro Nacional de Cultivares (RNC) e recomendadas para o plantio nas condições especificadas anteriormente, possuem os seguinte sufixos: IAC J2, IAC J9, IAC J10, IAC J19, IAC J20, IAC J22 e IAC J24. A cultivar Bourboun Amarelo IAC J6 também poderá ser plantada, apesar de ainda não estar registrada.

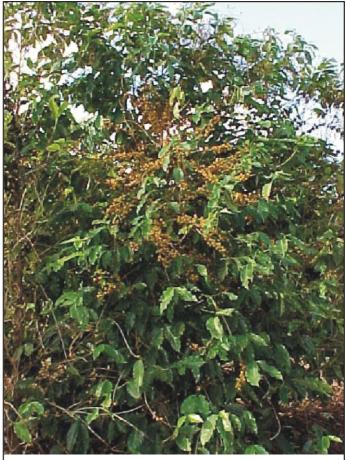


FIGURA 28. Planta adulta da cv. Bourbon Amarelo IAC J19'.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Médio a alto
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Grande
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Baixa
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde-clara
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce a médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Baixo
Qualidade da bebida	Excelente
Produtividade	Média

# **BOURBON VERMELHO** (cultivares do grupo Bourbon de frutos vermelhos)

# Origem

Em 1859, chegaram ao Brasil sementes de café que o Governo Central mandara buscar na Ilha de Reunião, antiga Bourbon, por ter informações de que eram mais produtivas que a cultivar Típica e de boa qualidade. Por terem frutos vermelhos, os cafeeiros originados dessas sementes passaram a ser chamados de 'Bourbon Vermelho'.

Grande atenção foi dada, no IAC, à seleção de plantas matrizes de 'Bourbon Vermelho' em numerosas propriedades agrícolas do estado de São Paulo, por tratar-se de café dos mais cultivados e produzidos, por ocasião do início dos trabalhos de melhoramento, em 1932. Suas progênies, estudadas simultaneamente nas estações experimentais do Instituto Agronômico de Campinas, Ribeirão Preto e Pindorama, revelaram sensível variabilidade quanto à capacidade produtiva, destacando-se, entre as melhores, as de prefixo LC 370, LC 376 e LC 662. As sementes dessas progênies foram multiplicadas em larga escala para distribuição aos lavradores, a partir de 1939. Foi com o estudo das progênies de 'Bourbon Vermelho' que se determinou a possibilidade de efetuar, com boa margem de segurança, a seleção precoce ou antecipada em C. arabica. Também foi com material de 'Bourbon Vermelho' homozigoto, obtido a partir da duplicação de número de cromossomos de plantas haplóides e de progênies homogêneas, obtidas por autofecundações sucessivas, que se determinou que grande parte da variabilidade da produção do cafeeiro deve-se a fatores ambientais. Verificou-se que, nessas plantas homozigotas ou homogêneas, o efeito da variação do ambiente é bastante acentuado, possivelmente devido à menor capacidade dessas plantas em adaptarem-se às variações do meio ambiente.

#### Características

Arbusto de 2 a 3 m de altura, de forma mais ou menos cilíndrica, ramos laterais secundários e terciários abundantes, formando principalmente na base da planta, muitas palmetas. As folhas novas são verde-claras, tornando-se verde-escuras quando maduras, elípticas, levemente coriáceas, com lâmina e margem mais onduladas do que as da cultivar Típica.

É altamente suscetível à ferrugem, menos vigorosa e produtiva que a cultivar Mundo Novo (aproximadamente 50% a menos). O diâmetro da copa também é menor que o da cultivar Mundo Novo. Os frutos são de coloração vermelha e a maturação é precoce (20 a 30 dias antes em 'Mundo Novo'). A peneira média é em torno de 16 e a porcentagem de grãos normais de, aproximadamente, 95%. O rendimento oscila em torno de 50%. A qualidade da bebida é reconhecida pelos apreciadores de café como superior à de outras cultivares por seu aroma e sabor.

## Recomendações de plantio

No passado, a cultivar Bourbon Vermelho foi muito importante para a cafeicultura brasileira. Desde as primeiras introduções, a partir de 1859, ocupou paulatinamente um lugar de destaque na cafeicultura do país e foi responsável pela implantação da cultura do café em muitas cidades do Brasil, levando riqueza e progresso para essas regiões.

Atualmente, essa cultivar é indicada somente para aqueles cafeicultores que desejam obter um produto diferenciado em relação à qualidade da bebida e que possam agregar valor ao seu café na venda de cafés especiais. O IAC selecionou e liberou várias linhagens desta cultivar a partir de 1939. Dentre elas, destacam-se Bourbon Vermelho IAC 370 e IAC 662. Várias propriedades agrícolas tradicionais no plantio de café possuem lotes da cultivar Bourbon Vermelho, selecionada pelo IAC. Em 1999, a linhagem IAC 662 foi registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC), em 1999, como 'Bourbon Vermelho IAC 662'.

Os espaçamentos recomendados podem variar de 3,0 a 3,8 rn entre linhas por 0,6 a 0,8 m entre plantas, utilizando-se uma planta por cova.

		nutrição.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Médio a alto
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Grande
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Baixa
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Baixo
Qualidade da bebida	Excelente
Produtividade	Média

#### **'IBAIRI IAC 4761'**

# Origem

É derivada do cruzamento da cultivar Mokka, de porte reduzido com a cultivar Bourbon Vermelho. A cultivar Mokka de porte reduzido tem excelente qualidade da bebida. É, aparentemente, oriunda da Ilha de Reunião, onde é conhecida há muitos anos, e não está relacionada com o café exportado pelo porto de Mokka, no lêmen, nem com o defeito de

semente tipo moca, formada quando se desenvolve uma única semente no fruto. A cultivar Mokka, além de porte reduzido, caracteriza-se pela forma cônica da copa, pelos ramos laterais curtos, internódios bem curtos e folhas pequenas, porém, providas de domácias grandes e salientes. As flores são menores que as da cutivar Típica, os frutos são arredondados e pequenos e as sementes, normais, bem pequenas, sendo o produto, no entanto, tido como de muito boa qualidade. Embora seja derivada da cv. Bourbon Vermelho, apresenta produção muito baixa, sendo também bastante suscetível a *Hemileia vastatrix*. Nas análises genéticas, verificou-se que as plantas da cultivar Mokka são homozigotas para dois pares de fatores, sendo um deles Laurina (IrIr), com alelos recessivos e o outro Mokka (momo), com dominância incompleta. As plantas Mokka de porte reduzido têm a constituição IrIr mono e são relacionadas com a cultivar Laurina. A cultivar Ibairi IAC 4761, que representa o café Mokka, de porte normal semelhante à 'Bourbon Vermelho', tem a constituição genética LrLr momo.

#### Características

É uma cultivar muito suscetível à ferrugem. Nas hibridações com 'Bourbon Vermelho' efetuadas no IAC, ocorreram plantas de constituição LrLr momo e Lrlr momo, quando novas, com ramos laterais ocorrendo tardiamente, a partir da axila do 20° ao 30° par de folhas, enquanto na cultivar Típica isso ocorre a partir do 9° ao 12° par de folhas. As folhas são maiores que as da cultivar Mokka de porte reduzido e as domácias são bem desenvolvidas. Após o plantio no campo, a ramificação e o porte tornam-se normais. A produção é bem maior de que a do Mokka de porte reduzido, assemelhando-se à da 'Bourbon Vermelho'. Os frutos e sementes são pequenos. A cultivar Mokka de porte reduzido traz os alelos Laurina recessivos na condição homozigota e o teor de cafeína, reduzido (0,6%). O mesmo não ocorre com Mokka de porte normal (LrLrmomo), em que o teor é cerca de 1,1%, semelhante ao da cultivar Típica.

A combinação genética LrLrmomo de porte alto, derivada do cruzamento de Mokka de porte reduzido com 'Bourbon Vermelho', foi denominada, no IAC, de 'Ibairi IAC 4761' (em tupi-guarani, significa fruta doce pequena). Apresenta excelente qualidade da bebida, de aroma e sabor intensos.

# Recomendações de plantio

A cultivar Ibairi IAC 4761 (Mokka de porte normal) pode ser cultivada, em pequena escala, em regiões que tenham condições de produzir bebida de boa qualidade e no sistema de plantio adensado ou superadensado, com a finalidade de obter um produto mais interessante para mercados especiais. Os espaçamentos podem variar de 3,0 a 3,5 m x 0,5 a 0,7 m. Portanto, até o presente, esta cultivar não está sendo recomendada para plantio em escala comercial mais abrangente. É indicada somente para cafeicultores que queiram ter um café especial e que tenham um mercado já determinado.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Médio
Copa	Cônica
Diâmetro da copa	Pequeno
Comprimento do internódio	Curto
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Pequeno
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Muito pequeno
Formato da semente	Curto e estreito
Ciclo de maturação	Precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Baixo
Qualidade da bebida	Excelente
Produtividade	Muito baixa

#### ICATU AMARELO (cultivares do grupo lcatu de frutos amarelos)

#### Origem

O desenvolvimento das cultivares do grupo Icatu Amarelo foi iniciado após identificação do cruzamento natural de plantas da cultivar Icatu Vermelho com 'Bourbon Amarelo' ou 'Mundo Novo Amarelo', ocorrido em um experimento do IAC, em Campinas. As sementes que deram origem às cutivares deste grupo foram colhidas em maio de 1970 e os cafeeiros híbridos obtidos, plantados no início de 1971. Após várias gerações de seleções a partir desse germoplasma híbrido é que se obteve a cultivar Icatu Amarelo, a qual possuía várias linhagens, liberadas para fins comerciais em 1992. Em 1999, cada uma das linhagens da cultivar Icatu Amarelo foi registrada, individualmente, como uma nova cultivar no Registro Nacional de Cultivares (RNC).

#### Características

A característica principal é, como o próprio nome indica, ter os frutos de cor amarelada (xcxc) (Figura 29). As outras características são semelhantes àquelas relacionadas para a cultivar Icatu Vermelho. A participação do café 'Bourbon' em sua formação é de aproximadamente 62,5%. Atualmente, com a presença de novas raças de ferrugem, as cultivares deste grupo têm se mostrado moderadamente suscetíveis ou até suscetíveis, principalmente nos anos de altas produções.

# Recomendações de plantio

As recomendações e os cuidados no plantio e na colheita, nos diversos sistemas de cultivo, são semelhantes aos indicados para 'Icatu Vermelho'.

A cultivar mais recomendada para o plantio tem o sufixo IAC 2944, podendo ser também indicadas de sufixos IAC 3686 e IAC 2907. Todas as três estão registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC). Nos últimos anos, têm surgido raças novas de ferrugem e essas cultivares têm apresentado menor índice de resistência, comportando-se como moderadamente resistentes ou moderadamente suscetíveis, ou até suscetíveis, principalmente em anos de elevada produção. Em anos de secas mais intensas, seu comportamento tem sido comprometido. Atualmente, a recomendação é o plantio em menor escala, caso não se tenha informação do comportamento na região.

Devido à origem interespecífica de *C. canephora*, as cultivares do grupo Icatu Amarelo, semelhantemente às do grupo Icatu Vermelho, poderão ser também uma opção em regiões de baixas altitudes, mais quentes e úmidas. Apresentam excelente qualidade da bebida, podendo ser utilizadas mais intensivamente para café "espresso".

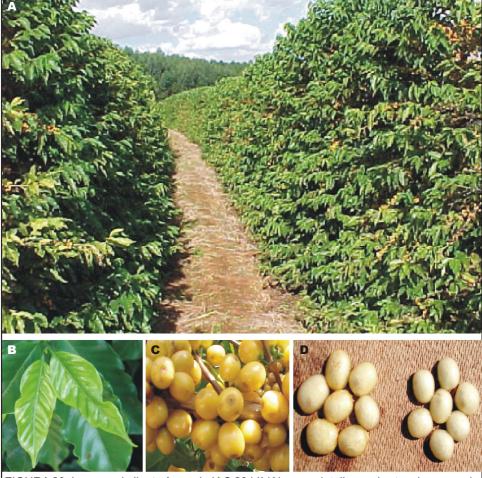


FIGURA 29. Lavoura de 'Icatu Amarelo IAC 2944' (A) e, em detalhe, os brotos de cor verde (B) e os frutos (C). Comparação entre sementes de 'Catuaí' (à esquerda) e Icatu 'Amarelo IAC 2944' (D).

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Alto
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Muito grande
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde e Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio a tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### **'ICATU PRECOCE IAC 3282'**

#### Origem

Originou-se do provável cruzamento natural entre 'Icatu Vermelho' e 'Bourbon Amarelo', com posterior seleção de uma planta matriz em uma população de Icatu, segregante principalmente para a coloração do fruto. A planta matriz tinha aspecto de 'Bourbon Amarelo', bem precoce, com as folhas menores, brotos novos verdes e resistência às raças de ferrugens prevalecentes no campo experimental. Após alguns ciclos de seleção, a progênie resultante foi chamada de Icatu Precoce IAC 3282, que foi lançada, para fins comerciais, em 1992 e registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) em 1999.

#### Características

O nível de resistência ao agente da ferrugem não é elevado, apresentando, principalmente, resistência do tipo horizontal (inespecífica ou de campo). Em alguns locais, conforme a raça de ferrugem prevalecente, ocorrem plantas afetadas pela doença. Os cafeeiros apresentam, no entanto, bom enfolhamento, altura e diâmetro da copa menores que os de 'Icatu Amarelo' (Figura 30) e são bem precoces, sendo esta uma de suas características principais. Os frutos ficam mais fortemente aderidos nas árvores, característica herdada do café 'Robusta'. Suas sementes são semelhantes às da cv. Bourbon Amarelo, portanto, menores que as das cultivares Icatu Amarelo, Mundo Novo e Acaiá. A peneira média é de número em torno de 16. O rendimento é semelhante ao do café 'Bourbon Amarelo'. A qualidade da bebida é um dos pontos importantes da cultivar Icatu Precoce e, segundo informações de especialistas, é muito boa e semelhante à da

cultivar Bourbon Amarelo. Os grãos obtidos podem também ser indicados para utilização em café "espresso" e especiais. A participação de café Bourbon em sua formação é de, aproximadamente, 75%.

#### Recomendações de plantio

É indicada para regiões altas e solos bem preparados e adubados (solos férteis). Não se pode descuidar da adubação adequada e no momento certo, devido à precocidade do material, devendo ser uma das primeiras cultivares a serem adubadas na propriedade. Essa cultivar não deve ser utilizada em solos muito arenosos e regiões quentes, como as regiões araraquarense, Noroeste e Alta Paulista, no estado de São Paulo.

Devido ao fato de os frutos serem mais aderentes às árvores, a colheita mecânica deve ser mais cuidadosa, principalmente quanto à determinação do início da operação. Neste caso, o café deve estar com a maturação mais adiantada. O espaçamento para o plantio deve ser em torno de  $3.6\,a\,4.0\,m\,x\,0.7\,a\,1.0\,m$ .



FIGURA 30. Planta da cv. Icatu Precoce IAC 3282, com oito anos de idade, exibindo alta produção de frutos.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Médio
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce a médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Médio
Qualidade da bebida	Excelente
Produtividade	Média

#### ICATU VERMELHO (cultivares do grupo lcatu de frutos vermelhos)

# Origem

Foi obtida a partir de uma hibridação interespecífica entre um cafeeiro tetraplóide de C. canephora e uma planta da cultivar Bourbon Vermelho de C. arabica, realizada em 1950, no IAC. Os cafeeiros F<sub>1</sub>, com 44 cromossomos somáticos, foram selecionados e retrocruzados com cafeeiros selecionados de 'Mundo Novo', sendo os cafeeiros do primeiro retrocruzamento (RC<sub>1</sub>) plantados em experimentos, para se avaliar a produção. Procedeu-se da mesma maneira para a obtenção do RC2 e, em alguns casos, RC<sub>3</sub>. Descendentes dos cafeeiros selecionados, que participaram desses cruzamentos, foram analisados, em Portugal, com relação à resistência a Hemileia vastatrix. Vários deles apresentaram resistência à maioria das raças fisiológicas do agente causal da ferrugemdo-cafeeiro. A resistência apresenta características do tipo vertical (específica) ou horizontal (inespecífica). Atualmente, têm sido analisadas as raças de *H. vastatrix* em condições de campo e, por meio do método discos de folhas em relação à raça 2 e ao isolado 2, retirados de cafeeiros da cultivar Icatu, tendo sido constatadas algumas novas raças de ferrugem.

Com a constatação da ferrugem no Brasil, em 1970, todos os cafeeiros de populações derivadas dessas hibridações passaram a ser estudados individualmente. Aqueles de melhor produção e com resistência ao agente da ferrugem vêm sendo analisados em diferentes experimentos e em campos de observação. Icatu, em tupi-guarani, significa "bonança". A cultivar Icatu Vermelho e suas linhagens foram lançadas para fins comerciais em 1992. Em 1999, cada uma das linhagens da cultivar Icatu Vermelho foi registrada, individualmente, como uma nova cultivar no

Registro Nacional de Cultivares (RNC).

#### Características

Quanto à resistência ao agente causal da ferrugem nas plantas selecionadas, podem observar desde cafeeiros imunes, aqueles com apenas pústulas e esporulação mínimas e até outros com esporulação um pouco maior. No entanto, com o aparecimento de novas raças de ferrugem, esta cultivar tem se mostrado moderadamente suscetível ou suscetível, principalmente nos anos de altas produções. A cultivar lcatu Vermelho também é indicada como fonte de resistência a nematóides e ao fungo Colletotrichum kahawae (C. coffeanum), agente causal da antracnose-docafeeiro.

A altura média das plantas, com oito anos de idade, varia de 2,5 a 2,9 m e o diâmetro médio da copa, a 1,5 m do solo, de 2,2 a 2,4 m, assemelhando-se, portanto, à cultivar Mundo Novo (Figura 31). O enfolhamento é muito bom e o sistema radicular das plantas novas é bastante desenvolvido, características estas provavelmente adquiridas do cafeeiro Robusta, utilizado no primeiro cruzamento. Os ramos secundários são abundantes e a coloração das folhas novas pode variar de verde, bronze a bronze-escura. A época dos dois florescimentos principais é normal, de setembro a outubro, e a maturação variável, havendo plantas com maturação nas épocas normais, de abril a junho, e outras com maturação tardia, características de Robusta. Os frutos apresentam coloração vermelha (XcXc) e ficam mais fortemente aderidos às árvores, característica também herdada do café Robusta. O peso médio de 1.000 sementes do tipo chato é de 125 g (117 a 135 g). O valor da peneira média é de 17,5 e a porcentagem de sementes normais, do tipo chato é, em média, de 80%, a do grão moca, de 20% e a de grãos concha, praticamente nula. O rendimento é semelhante ao do café Mundo Novo. A elevada porcentagem de grãos tipo moca deve-se ao fato de se tratar de material resultante de hibridação interespecífica.

Devido, provavelmente, ao primeiro cruzamento com 'Bourbon Vermelho' e a posteriores cruzamentos com cafeeiros 'Mundo Novo', a qualidade da bebida assemelha-se à das melhores seleções desta última cultivar. A participação do café 'Bourbon'em sua formação é de 50% a 62,5%. Tem sido importante na utilização em café "espresso". A quantidade de sólidos solúveis é da ordem de 27,7%.

Nos experimentos, a produção média das plantas selecionadas varia de 35 a 50 sacas de café beneficiado por hectare, semelhante à da 'Mundo Novo'. Em anos de alta produção, pode atingir até 100 sacas/ha.

# Recomendações de plantio

As cultivares deste grupo têm sido plantadas em quase todas as regiões cafeeiras do Brasil. Trata-se de material de porte alto, muito vigoroso e de excelente capacidade de rebrota quando submetido à poda. O espaçamento recomendado é semelhante ao indicado para a cultivar Mundo Novo. Não se deve utilizar 'Icatu Vermelho' em plantios adensados.

Devido a sua origem interespecífica do café robusta (*C. canephora*), este café constitui também boa opção para regiões baixas, mais quentes, porém, com água suficiente e adequada.

Por serem os frutos mais aderentes aos cafeeiros, deve-se tomar cuidados especiais na colheita mecânica, isto é, colher os frutos em estádio de maturação avançado.

As cultivares registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) e mais recomendadas para o plantio comercial possuem os seguintes sufixos: IAC 4045 e IAC 2945. Podem também ser plantadas as cultivares de sufixos IAC 2941, IAC 4040, IAC 4041, IAC 4042, IAC 4043, IAC 4046, IAC 4228 e IAC 2942, esta última ainda sem registro no RNC. Nos últimos anos, têm surgido raças novas de ferrugem e as cultivares Icatu Vermelho têm apresentado menor índice de resistência à ferrugem, comportando-se como moderadamente resistentes ou moderadamente suscetíveis, principalmente em anos de elevada produção. Secas intensas também têm prejudicado seu comportamento. Atualmente, a recomendação é plantar essa cultivar em menor escala, caso não se tenha informação sobre seu comportamento na região.



FIGURA 31. Lavoura adulta de 'Icatu Vermelho IAC 2945' plantada no município de Mococa, SP, e em detalhe, os frutos em estádio cereja.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Alto
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Muito grande
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze e verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio a tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### MUNDO NOVO (cultivares do grupo Mundo Novo)

#### Origem

Corresponde a uma recombinação resultante de um cruzamento natural entre as cultivares Sumatra e Bourbon Vermelho, encontrada no município paulista de Mineiros do Tietê. Sementes de um desses cafeeiros foram plantadas no município de Mundo Novo, hoje Urupês (SP), onde foram selecionadas as plantas matrizes que deram origem à cultivar Mundo Novo. Realizaram-se, nessa localidade, entre os anos de 1943 a 1952, seleções de várias plantas matrizes e, posteriormente, seleções entre e dentro das progênies, procurando-se eliminar vários dos defeitos observados na população. Progênies selecionadas, então denominadas Mundo Novo, foram multiplicadas para serem distribuídas aos lavradores a partir de 1952. Novas seleções foram liberadas pelo IAC a partir de 1977.

Em experimentos conduzidos em Campinas, Jaú e Mococa, verificouse que as melhores progênies de 'Mundo Novo' chegaram a produzir 80% a mais do que o material original, sem seleção; 50% a mais do que as melhores seleções de 'Bourbon Amarelo'; 95% a mais do que as melhores seleções de 'Bourbon Vermelho' e 240% a mais do que as progênies de 'Típica'. Em 1999, cada uma das antigas linhagens da cultivar Mundo Novo, como, por exemplo, 479/19 e 476/4, foi registrada no Registro Nacional de Cultivares (RNC) como sendo uma nova cultivar, passando a ser denominada de 'Mundo Novo 479-19' e 'Mundo Novo 476-4', respectivamente.

#### Características

São suscetíveis à ferrugem, porém, caracterizam-se por elevada produção de café beneficiado, aliada a ótimo aspecto vegetativo. As plantas

adultas, com 12 a 14 anos, podem alcançar altura média de 3,4 m (3,0 a 3,8 m) (Figura 32) e diâmetro da copa médio, a 0,5 m do solo, de 2,0 m (1,4 a 2,7 m). O sistema radicular é bem desenvolvido. A cor dos brotos novos é verdeclara ou bronze; os ramos secundários são abundantes e os internódios menores do que os da cultivar Típica, de C. arabica. Os dois florescimentos principais ocorrem de setembro a outubro, nas condições do estado de São Paulo e a maturação se estende de abril a julho, de acordo com os diferentes locais. Em média, o período entre a fertilização e a maturação completa dos frutos, nas condições de Campinas, é de 224 dias. O peso do fruto maduro é, em média, de 1,2 g, e o peso médio de 1.000 sementes do tipo chato é 127,8 g (116 a 149 g). O valor da peneira média, indicadora do tamanho da semente, é 17,2 (16,1 a 18,1). A relação entre o peso de café maduro e o de beneficiado é, em média, de 5,6 (5,4 a 6,2), e o rendimento, em porcentagem, de, aproximadamente, 50% (café beneficiado em relação ao café em coco). A porcentagem de sementes do tipo chato é, em média, de 84,9% (75,2% a 91,4%).

Em condições experimentais, a produção média anual de café beneficiado, incluindo as primeiras produções após o plantio, tem alcançado a média de 30 sacas de café beneficiado por hectare, oscilando entre 25 e 35 sacas/ha. Em plantios adensados na linha, podem conseguir, nas quatro primeiras colheitas, maiores produções, valores que variam de acordo com o espaçamento utilizado. Em áreas irrigadas, a produtividade pode alcançar, em média, 60 sacas/ha. Em anos de elevada produção, pode atingir até 100 sacas/ha de café beneficiado. A quantidade de óleo nas sementes é, em média, de 14,3%; a de cafeína, de 1,3% e a de sólidos solúveis, de 28,6%. A qualidade de bebida da cultivar Mundo Novo é excelente. Em sua formação, há cerca de 50% de 'Bourbon Vermelho' e 50% de 'Típica', o que promove a qualidade do produto.

# Recomendações de plantio

As cultivares do grupo Mundo Novo atualmente registradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) e indicadas para plantio são designadas pelos sufixos: IAC 376-4, IAC 379-19, IAC 382-14, IAC 388-17, IAC 388-17-1, IAC 388-6, IAC 464-12, IAC 515-5, IAC 515-20, IAC 501-5, IAC 502-1, IAC 467-11e IAC 480-6. A cultivar Mundo Novo IAC 502-9 e os híbridos entre cafeeiros selecionados de 'Mundo Novo' IAC H 2897 e IAC H 2931 estão também indicados para o plantio. As cultivares de sufixo IAC 388-6, IAC 388-17 e IAC 388-17-1 têm ramos laterais mais longos (maior diâmetro da copa). Tem-se verificado ampla capacidade de adaptação nas cultivares Mundo Novo, obtendo boas produções em quase todas as regiões cafeeiras do Brasil com clima apropriado para a espécie *C. arabica*.

Estas cultivares não são apropriadas para plantios adensados, mas podem também ser utilizadas nesse sistema de cultivo. Neste caso, o espaçamento deverá ser um pouco maior que o normalmente utilizado, devido ao seu grande vigor vegetativo. São também especialmente indicadas para os sistemas em que se utiliza poda, seja recepa ou decote, para reduzir a altura, devido à ótima capacidade de rebrota. As cultivares de

sufixo IAC 376-4, IAC 379-19, IAC 464-12 e IAC 515-20 são as que melhor se adaptam ao sistema de plantio adensado-mecanizável, caso o cafeicultor opte por esse sistema de plantio. Os espaçamentos, neste caso, não deverão ser menores que 2,8-3,5 m x 0,6-0,7 m. Em geral, são indicadas preferencialmente para espaçamentos largos, utilizando-se entre linhas 3,8-4,0 m e 0,8-1,0 m dentro da linha, com uma planta na cova.



FIGURA 32. Lavoura da cultivar Mundo Novo IAC 379-19, com 13 anos de idade, em Varginha, MG.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Alto
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Grande a muito grande, dependendo da cultivar
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Média a abundante, dependendo da cultivar
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde ou bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Boa
Produtividade	Alta

#### 'MUNDO NOVO AMARELO IAC 4266'

# Origem

Cruzamento de 'Mundo Novo' com 'Bourbon Amarelo' ou mutação de 'Mundo Novo' de frutos vermelhos para frutos amarelos. Tem, em sua formação, 75% de 'Bourbon' e 25% de 'Típica' ('Sumatra') ou 50% de 'Bourbon' e 50% de 'Típica' ('Sumatra') IAC 4266. Não está registrada no Serviço Nacional de Cultivares (RNC).

#### Características

É vigorosa, com bom crescimento vegetativo e ótima capacidade de rebrota; sua arquitetura é cilíndrica com menor diâmetro de copa que a cultivar Mundo Novo e o porte é alto. Apresenta maturação de precoce a média e sua brotação terminal é verde, os frutos são amarelos e as sementes com peneira média em torno de 16 a 17. Tem produtividade média menor que 'Mundo Novo' de frutos vermelhos e possui excelente qualidade da bebida.

#### Recomendações de plantio

É indicada para espaçamento largo ou adensado e para regiões de altitude média ou alta. Possui elevada capacidade de rebrota, o que a qualifica para sistemas de cultivo com podas freqüentes.

Ficha Técnica	
Porte (altura da planta)	Alto
Copa	Cilíndrica
Diâmetro da copa	Grande
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Média
Cor das folhas jovens (brotos)	Verde
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Amarela
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e largo
Ciclo de maturação	Precoce a médio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Suscetível
Resistência a nematóide	Suscetível
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Excelente
Produtividade	Média

# Capítulo 10

# CULTIVARES DE CAFÉ ROBUSTA (Coffea canephora Pierre ex A. Froehner)

Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca Romário Gava Ferrão Maria Amélia Gava Ferrão Luiz Carlos Fazuoli

# **CULTIVARES DE CAFÉ CONILON**

O café Conilon, genericamente conhecido como café robusta, pertence à espécie *Coffea canephora*, apresenta fecundação cruzada e auto-incompatibilidade, ou seja, a autofecundação ou o cruzamento de plantas que apresentam a mesma constituição genética não produz sementes. Dessa forma, é uma espécie alógama, constituída de populações expressando grande variabilidade, com indivíduos altamente heterozigotos.

Em 1985, a Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Emcapa), atualmente Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), iniciou um programa de melhoramento genético do café Conilon, utilizando como estratégias a seleção e a avaliação de plantas matrizes com características desejáveis, o agrupamento e a recombinação dos materiais genéticos superiores e a manutenção da variabilidade genética. Neste programa, foram desenvolvidas e recomendadas cinco cultivares clonais (reprodução assexuada) e uma cultivar de propagação por sementes (reprodução sexuada). Destaca-se aqui que cultivares clonais melhoradas são constituídas pelo agrupamento de clones que se sobressaíram, definidos após uma série de procedimentos de pesquisa científica.

O IAC também desenvolve, desde 1970, um programa de melhoramento de *Coffea canephora* e selecionou clones e cultivares de polinização aberta que estão em fase de avaliação final.

Este capítulo apresenta as cultivares da espécie Coffea canephora

obtidas até o presente e disponíveis para plantio no Brasil.

#### 'EMCAPA 8111', 'EMCAPA 8121' e 'EMCAPA 8131'

#### Origem

Cultivares clonais desenvolvidas pelo Incaper e lançadas em 1993. Formadas pelo agrupamento de clones geneticamente compatíveis entre si e possuidores de uma série de características agronômicas em comum, distinguindo-se uma das outras principalmente pelas diferentes épocas de maturação dos frutos, proporcionando colheita escalonada.

Os clones que formam essas três cultivares foram eleitos em ensaios conduzidos na Fazenda Experimental do Incaper, em Marilândia, ES, no período de 1986 a 1992. Nesses ensaios foram estudados clones originados de matrizes selecionadas em populações existentes na região norte do estado do Espírito Santo, por meio de seleção fenotípica, para a qual foram consideradas importantes características de interesse, relacionadas, principalmente, à capacidade produtiva e à qualidade dos grãos.

#### Características

# • 'EMCAPA 8111'

Formada pelo agrupamento de 9 clones compatíveis entre si. Caracteriza-se por apresentar maturação precoce dos frutos, cuja colheita ocorre, normalmente, até o mês de maio.

Apresenta, nas primeiras quatro colheitas, produtividade média da ordem de 58 sacas beneficiadas/ha (29% maior que a testemunha 'Conilon' propagada por semente), com uma amplitude de variação dos clones entre 49 a 64 sacas beneficiadas/ha; rendimento médio no beneficiamento de 4,03 (kg de cerejas/kg de café beneficiado) e peneira média igual a 14.

#### • 'EMCAPA 8121'

Cultivar clonal formada pelo agrupamento de 14 clones compatíveis entre si, com características comuns, distinguindo-se por apresentar maturação dos frutos em época intermediária, entre as cultivares EMCAPA 8111 e EMCAPA 8131, com a colheita ocorrendo, normalmente, no mês de junho.

Apresenta produtividade média das primeiras quatro colheitas da ordem de 60 sacas beneficiadas/ha (33% maior que a testemunha 'Conilon' de propagação por semente), com uma amplitude de variação dos clones entre 52 a 72 sacas beneficiadas/ha, e com rendimento médio no beneficiamento de 3,96 (kg de cerejas/kg de café beneficiado) e peneira média igual a 15.

#### 'EMCAPA 8131'

Cultivar clonal formada pelo agrupamento de 9 clones compatíveis entre si. Apresenta maturação tardia dos frutos, com colheita ocorrendo,

normalmente, nos meses de julho/agosto.

Apresenta, nas quatro primeiras colheitas, produtividade média de 60 sacas beneficiadas/ha (33% maior que a testemunha 'Conilon' propagada por semente), com uma amplitude de variação entre os clones de 51 a 72 sacas beneficiadas/ha, sendo o rendimento médio no beneficiamento de 3,76 kg de cerejas/kg de café beneficiado e peneira média igual a 14.

Ficha Técnic	а				
Cultivares	Maturação dos frutos	Época colheita	Produtividade média sacas beneficiadas/ha	Peneira média	Moca (%)
EMCAPA 8111	Precoce	Até maio	58	14	32
EMCAPA 8121	Intermediária	junho	60	15	34
EMCAPA 8131	Tardia	Jul/ago	60	14	33

Vantagens da utilização das cultivares clonais EMCAPA 8111, EMCAPA 8121 e EMCAPA 8131:

alta produtividade
maior produtividade na primeira colheita
maior tamanho de grãos
maior uniformidade de maturação
melhor qualidade dos grãos
maior homogeneidade de plantas
colheita escalonada

A fase de maturação das três cultivares avaliadas em uma mesma época, está ilustrada na Figura 1.



FIGURA 1 – Ilustração da maturação dos frutos das cultivares clonais EMCAPA 8111, EMCAPA 8121 e EMCAPA 8131 na data de 02/05/2007.

#### Recomendações de plantio

As cultivares clonais EMCAPA 8111, EMCAPA 8121 e EMCAPA 8131 são recomendas para as regiões zoneadas como aptas para o cultivo de café conilon no estado do Espírito Santo.

Os clones de cada uma dessas três cultivares podem ser distribuídos aleatoriamente no plantio, pois possuem, dentro de cada grupo, a mesma época de maturação dos frutos. Esta prática visa aumentar a probabilidade da polinização entre eles.

O plantio das três cultivares permite o escalonamento da colheita, proporcionando a obtenção de um produto final de melhor qualidade, além de uma melhor e mais ampla distribuição do período da colheita.

Os espaçamentos indicados variam de 2,5 a 3,5 m entre linhas e de 1,0 a 1,5 m entre plantas, com uma planta por cova. O número médio de hastes por hectare deve ser de 10.000 a 15.000.

#### **EMCAPA 8141 - ROBUSTÃO CAPIXABA**

#### Origem

Cultivar clonal tolerante à seca desenvolvida pelo Incaper e lançada em 1999. Considerando o déficit hídrico acentuado existente na maior parte da principal região produtora do Espírito Santo, procedeu-se à seleção, entre os clones mais promissores do programa de melhoramento genético do Incaper, daqueles com características de tolerância à seca. Assim, no período de 1994 a 1998, tais clones foram avaliados em dois ambientes, Marilândia e Sooretama, e em cada ambiente, em condição irrigada e não irrigada, utilizando, para comparações, as testemunhas T1 (clones das cultivares EMCAPA 8111, EMCAPA 8121 e EMCAPA 8131) e T2 (cultivar 'Conilon' propagada por sementes).

Foram avaliadas as seguintes características: índice de avaliação visual (IAV), número de folhas, desfolhamento, produtividade e parâmetros fisiológicos como: potencial hídrico, condutância estomática, taxa de transpiração e assimilação líquida de carbono. Dessa forma, após quatro colheitas, foram identificados 10 clones de interesse. O agrupamento desses clones originou a cultivar EMCAPA 8141- Robustão Capixaba: cultivar clonal de café Conilon tolerante à seca (Figura 2).

#### Características

Cultivar clonal formada pelo agrupamento de 10 clones tolerantes à seca, compatíveis entre si (Figura 2). Os clones componentes dessa cultivar se destacaram em condições de estresse hídrico, avaliados nos dois ambientes estudados, tanto em produtividade quanto nos demais parâmetros fisiológicos considerados. A produtividade média das quatro primeiras colheitas foi de 54,0 sacas beneficiadas/ha, enquanto que a média da testemunha 1 (média das cultivares clonais EMCAPA 8111, EMCAPA 8121 e EMCAPA 8131) foi de 44,7 sacas beneficiadas/ha, e da testemunha 2 (cultivar 'Conilon' propagação por sementes), de 30,7 sacas

#### beneficiadas/ha.

Muito embora se caracterize como tolerante à seca, a cultivar EMCAPA 8141 Robustão Capixaba mostrou-se altamente responsiva à suplementação de água, alcançando nessas condições, produtividade média de até 112,5 sacas beneficiadas/ha, nas quatro primeiras colheitas.

Ficha Técnica	
Forma de propagação	Assexuada (Clonal)
Tipo de cultivar	Cultivar Clonal
Número de clones envolvidos	10
Maturação dos frutos	Maio a junho, com uniformidade
Arquitetura da planta	Baixa, adequada à poda e ao adensamento
Tamanho dos frutos	Peneira média superior a 15
Doenças foliares	Tolerante
Déficit hídrico	Tolerante à seca
Vigor vegetativo	Alto
Desfolhamento	Baixo
Produtividade máxima alcançada	112,5 sacas beneficiadas/ha com irrigação
Produtividade média em estresse hídrico	54,0 sacas beneficiadas/ha (média das 4 colheitas:
	24, 36, 48 e 60 meses)



FIGURA 2 - Comportamento dos clones da cultivar Emcapa 8141 – Robustão Capixaba, plantados em linha.

#### Recomendações de plantio

É recomendado o plantio da cultivar clonal EMCAPA 8141- Robustão Capixaba em regiões zoneadas como aptas para o cultivo de café conilon no estado do Espírito Santo, notadamente para cultivos não irrigados. Entretanto, pode ser também indicada para condições irrigadas, tendo em vista tratar-se de material genético responsivo à aplicação suplementar de água.

Os dez clones dessa cultivar devem ser plantados em linhas alternadas, pois não apresentam maturação na mesma época, embora haja uniformidade de maturação dentro de cada um deles (Figura 3).



FIGURA 3 – Potencial produtivo dos clones componentes da cultivar EMCAPA 8141 – Robustão Capixaba.

Nesse caso, a colheita deve ser realizada linha por linha, colhendo-se em determinada época apenas os clones que já se encontrarem no estádio adequado de maturação. Essa forma de escalonamento da colheita proporciona a obtenção de um produto final de melhor qualidade, além de melhor e mais ampla distribuição do período da colheita.

Os espaçamentos indicados variam de 2,5 a 3,5 m entre linhas e de 1,0 a 1,5 m entre plantas, com uma planta por cova, deixando, após a poda, cerca de 10.000 a 15.000 hastes por hectare.

#### 'ROBUSTA TROPICAL - EMCAPER 8151'

# Origem

'EMCAPER 8151 – Robusta Tropical' é uma cultivar de propagação por sementes, desenvolvida pelo Incaper e lançada no ano de 2000. É oriunda da recombinação de 53 clones elites do programa de melhoramento de café Conilon da EMCAPER (atualmente Incaper). Tais clones são provenientes de plantas matrizes superiores selecionadas a partir de 1986 em várias regiões do estado.

Formada por sementes provenientes de polinização aberta em campo isolado de recombinação e avaliada nos municípios de Linhares, Marilândia, São Gabriel da Palha e Cachoeiro de Itapemirim.

#### Características

A cultivar EMCAPER 8151 – Robusta Tropical apresenta alta produtividade, ampla base genética, alto vigor vegetativo, arquitetura adequada para o adensamento e adaptação às regiões aptas ao cultivo do conilon no estado.

Essa cultivar proporciona ao cafeicultor maior estabilidade na produção, pela sua maior variabilidade genética.

Ela é apta para regiões com deficiências de ofertas de mudas das cultivares clonais recomendadas, comprovadamente superiores e para pequenos produtores, que utilizam seus próprios materiais genéticos como matrizes.

Ficha Técnica		
Forma de propagação	Sexuada	
Numero de clones recombinados	53	
Maturação dos frutos	Maio a junho	
Arquitetura de planta	Adequada ao adensamento (3-4 mil plantas/ha)	
Tamanho do fruto	Peneira média 15	
Base genética	Ampla	
Rusticidade	Alta	
Adaptação	Regiões aptas para o Conilon no ES	
Produtividade máxima alcançada	113,2 sacas beneficiadas/ha	
Produtividade média com irrigação	79,4 sacas beneficiadas/ha	
Produtividade média sem irrigação	39,5 sacas beneficiadas/ha	
Produtividade média (23 colheitas)	50,3 sacas beneficiadas/ha (média das 4 primeiras colheitas)	

Foi avaliada em experimentos conduzidos em quatro ambientes, nos municípios de Sooretama, Marilândia e São Gabriel da Palha, no norte do estado, e Cachoeiro do Itapemirim, no sul. A produtividade média dessa cultivar, nas quatro localidades, foi de 79,4 e 39,5 sacas beneficiadas/ha, com e sem irrigação, respectivamente, com potencial de produção de 113,2 sacas beneficiadas/ha. Destacou-se com produtividade média de 19,2; 56,1; 64,8 e 70,9 sacas beneficiadas/ha aos 24, 36, 48 e 60 meses, respectivamente e com produtividade média obtida nos quatro ambientes e em 23 colheitas de 50,3 sacas beneficiadas/ha.

# Recomendações de plantio

A cultivar EMCAPER 8151- Robusta Tropical é recomendada para as regiões zoneadas como aptas para o cultivo de café conilon no estado do Espírito Santo. Os espaçamentos indicados variam de 2,5 a 3,5 m entre linhas e de 1,0 a 1,5 m entre plantas, deixando, após a poda, cerca de 12.000 a 15.000 hastes por hectare.

Essa cultivar foi desenvolvida especialmente para pequenos produtores que conduzem suas lavouras em sistema de economia familiar, menos tecnificados e que dispõem de menores condições de investimentos em sua atividade. A utilização desta cultivar, confere maior estabilidade ao sistema produtivo, uma vez que constitui em uma população, possuindo, assim, grande adaptabilidade em ambientes com variadas condições climáticas em função de uma base genética mais ampla em relação às cultivares clonais.

Como é formada pela recombinação de materiais genéticos, não há

uniformidade de maturação entre as plantas, devendo ser colhida quando a maior parte dos frutos encontrar-se madura e iniciar o aparecimento dos primeiros frutos secos (Figura 4).



FIGURA4 – Cultivar Emcaper 8151 – Robusta Tropical, de propagação por semente.

# 'VITÓRIA - Incaper 8142'

# Origem

Vitória Incaper 8142 é uma cultivar clonal, desenvolvida pelo Incaper e lançada em 2004. É formada pelo agrupamento de clones superiores selecionados entre os materiais genéticos considerados como "elites" do programa de melhoramento do Incaper. As plantas matrizes foram selecionas em diferentes municípios da região norte de estado do Espírito Santo em lavouras com população intercruzada naturalmente e com grande variabilidade genética para uma série de características de interesse. Plantas com características desejáveis foram selecionadas, clonadas e levadas para os ensaios experimentais do Incaper, conduzidos nos ambientes mais representativos do cultivo da espécie no estado do Espírito Santo. Foram eleitos os clones que reuniam, simultaneamente, características de interesse, que, consideradas no conjunto, os distinguissem entre os mais adequados, considerando-se tanto o potencial produtivo quanto outros aspectos não menos importantes para a sustentabilidade da atividade.

#### Características

Cultivar clonal formada pelo agrupamento de 13 clones superiores compatíveis entre si. 'Vitória Incaper 8142' sobressaiu-se em relação a uma

série de critérios quando comparada aos demais materiais genéticos utilizados como testemunhas nos trabalhos experimentais, destacando-se de forma especial, por sua performance em relação ao alto nível de produtividade média obtida ao longo de um período mínimo de oito safras, sem irrigação, 70,4 sacas beneficiadas/ha. Neste aspecto, o resultado alcançado pela cultivar Conilon Vitória (70,4 sacas/ha), superou em 21,05% a média das demais cultivares já recomendadas pelo próprio Incaper. Os clones mais produtivos alcançaram níveis de produtividade média superiores a 83 sacas beneficiadas/ha, não tendo sido eleito qualquer clone, com menos de 62 sacas beneficiadas/ha (Figura 5).

Ficha Técnica	
Forma de propagação	Assexuada (clonal)
Número de clones	13
Forma de plantio	Cada clone numa linha
Índice avaliação visual (IAV)	7,45 (Escala de 0 a 10)
Vigor vegetativo	Alto
Produtividade média (não irrigado)	70,40 sacas beneficiadas/ha
Altura planta	2,32 m
Diâmetro copa	2,79 m
Arquitetura de planta	Média - Cultivo semi adensamento
Maturação dos frutos	Uniforme
Época de maturação	Maio a julho (dependendo do clone)
Relação café cereja/café beneficiado (massa)	3,92
Relação café coco/café beneficiado (massa)	1,80
Tamanho dos grãos	90,59% peneiras 13 e maiores
Grão moca	21,40%
Reação à ferrugem	Tolerante
Déficit hídrico	Tolerante
Adaptação	Áreas zoneadas para conilon no Es



#### Recomendações de plantio

A cultivar clonal Vitória - Incaper 8142 é recomendada para cultivo nas regiões zoneadas como aptas para o cultivo de café conilon no Espírito Santo.

Os treze clones dessa cultivar devem ser plantados em linhas alternadas, pois não apresentam maturação na mesma época, embora haja uniformidade de maturação dentro de cada um deles.

À semelhança de cultivar Robustão Capixaba, a colheita deve ser realizada linha por linha, colhendo-se em determinada época apenas os clones que já se encontrarem no estádio adequado de maturação. Essa forma de escalonamento da colheita proporciona a obtenção de um produto final de melhor qualidade, além de uma melhor e mais ampla distribuição do período da colheita.

A ordem, ou seqüência em que os clones são distribuídos no campo não é importante, devendo mesmo ser alterada a cada plantio dos treze materiais. Assim também, numa mesma linha, não é necessário que um mesmo clone seja cultivado em toda sua extensão.

Os espaçamentos indicados variam de 2,5 a 3,5 m entre linhas e de 1,0 a 1,5 m entre plantas, com uma planta por cova, deixando, após a poda, cerca de 10.000 a 15.000 hastes por hectare.

## 'KOUILOU IAC 66'; 'IAC 68', 'IAC 69', 'IAC 70' e 'IAC 2293'

# Origem

O germoplasma Kouilou de C. canephora é originário da região da bacia do rio Congo no Zaire e Gabão, na África, sendo este café bastante conhecido no estado do Espírito Santo, com a denominação de Conilon. No IAC, as primeiras sementes de Kouilou são procedentes do Espírito Santo, região de Castelo, na década de 1940 e, posteriormente, em 1974, de Linhares, ES e também de coletas realizadas em Rio Claro, no Horto Florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, onde se localizava uma coleção de espécies de Coffea, trazidas da Indonésia pelo Dr. Edmundo Navarro de Andrade. Plantado em coleção, o Kouilou desenvolveu-se muito bem em Campinas, dando abundantes colheitas. Com a invasão dos cafezais brasileiros pela H. vastatrix em 1970 esse germoplasma passou a apresentar interesse econômico para algumas áreas do território nacional, pelo fato de várias de suas plantas apresentarem ataque reduzido, sugerindo também resistência do tipo horizontal a essa moléstia. O IAC vem, desde aquela época, selecionando plantas matrizes e progênies de meios irmãos dessas introduções. As melhores seleções do IAC receberam as siglas Kouilou IAC 66, IAC 68, IAC 69. IAC 70 e IAC 2293.

#### Características

Os cafeeiros Kouilou selecionados pelo IAC caracterizam-se por serem multicaules, podendo atingir altura de 4 a 5m, nas condições de Campinas, SP. As folhas novas apresentam-se, geralmente, de coloração marrom e, quando desenvolvidas, de um verde-claro. As dimensões das folhas são pouco maiores do que as da cultivar Típica de C. arabica e menores em relação a outras cultivares de C. canephora. Os florescimentos principais ocorrem de setembro a outubro e o número de inflorescências por axila foliar e o número de flores por inflorescência são elevados. No geral, as brácteas das inflorescências são mais desenvolvidas do que na 'Típica'. As flores são autoincompatíveis, de modo que a multiplicação ocorre por meio de polinização e de fertilização cruzadas. O vento e os insetos são os principais agentes dessa polinização. A maturação dos frutos ocorre de maio a agosto, dependendo do local. O número médio de dias que vai desde a fertilização à maturação completa dos frutos varia com os locais em que é plantado. Em Campinas, SP, esse número, em média, é de 300 dias. No entanto, a variabilidade para essa característica é bastante acentuada nas populações de Kouilou, encontrando-se plantas de maturação precoce, média e tardia. A coloração dos frutos varia do vermelho-claro ao escuro, com ou sem estrias longitudinais. O mesocarpo dos frutos é menos aquoso e menos doce do que o de arábica e o endocarpo (pergaminho) menos espesso. A relação entre o peso de café maduro e o de beneficiado é, em média, de 5,0 e a renda (relação entre o peso de café beneficiado e o café seco) é superior ao café arábica. A porcentagem de sementes do tipo chato varia de 68,4% a 81,6% e o peso de 1.000 sementes do tipo chato oscila de 82 a 102 gramas. A película prateada torna-se bastante aderente e de coloração marrom, o que dá um aspecto não muito bom ao produto comercial. O valor da peneira média varia de 13.0 a 15.0. Portanto, pode-se observar uma grande variação quanto ao tamanho do fruto, porcentagem de sementes do tipo chato e peso de mil sementes do tipo chato. A qualidade da bebida é considerada de natureza neutra. Na realidade, o café Conilon apresenta características organolépticas próprias. O teor de sólidos solúveis varia de 24% a 32%. A produção anual de café beneficiado pode atingir, em média, 2.700 kg/ha.

Uma das características interessantes em relação ao ataque de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) é que, apesar de a cultivar Kouilou ser aparentemente suscetível, quando avaliada em plantas isoladas, ocorre o contrário em plantações comerciais, em que o nível de dano econômico provocado pelo ataque do bicho-mineiro raramente é ultrapassado, comprovando que este café tem um certo nível de tolerância em relação ao ataque de bicho-mineiro, como relatado em alguns trabalhos.

Por outro lado, o café Kouilou é mais atacado pela broca do café, *Hypothenemus hampei*, em relação às cultivares de *C. arabica*. Em Rondônia, o Conilon é conhecido pelos cafeicultores como o "ninho das brocas".

Ficha Técnica	
Porte (altura de planta)	Médio a alto
Copa	Multicaule
Diâmetro da copa	Médio (dependente do número de hastes)
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Baixa
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze ou marrom
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha e vermelha-clara, com ou sem estrias
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Pequeno
Formato da semente	Longo e estreito
Ciclo de maturação	Precoce a médio (de acordo com a seleção utilizada)
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Resistente a M. exigua
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Maiores teores de sólidos solúveis e de
	cafeína que as cultivares de C. arabica
Produtividade	Alta

#### Recomendações de plantio

O café Kouilou pode ser cultivado no planalto paulista, em geral no oeste do estado em locais protegidos de ventos frios, porém, é mais indicado para as regiões do litoral norte, com clima quente e úmido. É exigente em água e, quando ocorre déficit hídrico, são necessárias irrigações. É largamente difundido nas regiões quentes do Espírito Santo, com a denominação de Conilon. É também cultivado em maior escala em Rondônia e em menor escala no Mato Grosso, no norte do estado do Rio de Janeiro, Zona do Vale do Rio Doce, em Minas Gerais, Sul da Bahia e Acre. Poderá, eventualmente, ser plantado em outros locais de clima quente e úmido e baixas altitudes. Em vista do seu elevado porte, recomenda-se a poda para reduzi-lo. A poda dos ramos laterais que já produziram em anos anteriores e a eliminação de hastes inteiras, em um sistema alternado de poda podem também ser indicadas.

As progênies que mais se sobressaíram nos experimentos do estado de São Paulo têm os prefixos IAC 66, IAC 68, IAC 69 e IAC 70 e IAC 2293.

O café Conilon cujos cafeeiros foram obtidos via sementes e também por estacas pode ser plantado nos espaçamentos de 3-4m entre ruas, por 1 a 1,5m entre cova (pés) com uma planta por cova . O número de hastes em produção por cova não deve ser superior a três ou quatro. Para tanto o cafeicultor deve ficar atento a um sistema intensivo de podas. Em São Paulo, o café Kouilou está sendo plantado apenas experimentalmente.

# **CULTIVARES DE CAFÉ TIPO ROBUSTA**

#### 'APOATÃ IAC 2258'

#### Origem

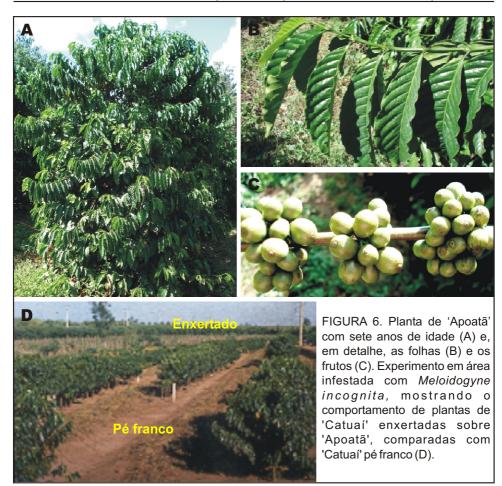
É oriunda da introdução de sementes da planta matriz 2258 do CATIE em Turrialba, Costa Rica em 1974, e de seleções de cafeeiros resistentes a vários nematóides, por técnicos do IAC em áreas infestadas.

Dentre o germoplasma de *Coffea canephora*, a introdução IAC 2258, proveniente da coleção de Turrialba, Costa Rica, vem se mostrando como altamente resistente a *Meloidogyne exigua* e resistente e ou tolerante a várias populações de *M. incognita* e *M. paranaensis*. Um experimento localizado em Votuporanga, SP, em área com *M. incognita*, mostrou que as plantas de Mundo Novo e Catuaí Vermelho enxertadas sobre IAC 2258 cresceram normalmente e apresentaram boas produções iniciais em relação aos cafeeiros dessas cultivares não-enxertados. Outros experimentos vêm comprovando esses resultados.

A progênie IAC 2258 vem sendo submetida à seleção de plantas resistentes em condições artificiais de casa de vegetação ou viveiro e em áreas infestadas por *M. incognita* e *M. paranaensis*, com eliminação das plantas suscetíveis. A freqüência de plantas resistentes em relação a *M. incognita* da população original de IAC 2258 era de, aproximadamente, 70%. Com esse tipo de seleção de população original de IAC 2258, tem-se conseguido aumentar significativamente a freqüência de plantas resistentes e ou tolerantes (Figura 6). A essa população de *C. canephora* de seleção mais avançada com grande quantidade de plantas resistentes a *M. incognita* e imunes a *M. exigua* atribuiu-se, em 1987, a denominação Apoatã IAC 2258. Em tupi guarani, a palavra apoatã significa "raiz forte".

#### Características

Os cafeeiros do porta-enxerto Apoatã IAC 2258 caracterizam-se por serem multicaules, muito vigorosos e possuírem exuberante sistema radicular. Apresentam elevada resistência ao agente causal da ferrugem e resistência aos nematóides Meloidogyne exigua, M. incógnita e M. paranaensis. Em experimentos, em Rondônia, a altura média do café Apoatã, com 10 anos, foi de 3,0m e o diâmetro médio da copa de 2,0m. Os florescimentos principais ocorrem de setembro a outubro, podendo ocorrer outros menos intensos esporadicamente, dependendo das condições climáticas. O amadurecimento dos frutos se estende de junho a agosto, tratando-se, portanto, de cultivar de maturação tardia. O pericarpo é pouco espesso e a relação entre o peso de café maduro (cereja) e o de beneficiado é, em média, de 5,0. O rendimento, em porcentagem (relação entre o café beneficiado e o café seco) é de, aproximadamente, 60%. O peso médio de 1.000 sementes do tipo chato é de 141 g. O valor da peneira média é de 16,7 (16,0-18,0). A porcentagem de sementes do tipo chato é, em média, de 89,5%. O teor de sólidos solúveis na bebida é da ordem de 31,2% e o de cafeína nas sementes de 1,7%.



Ficha Técnica	
Porte (altura de planta)	Alto
Copa	Multicaule
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Baixa
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Grande
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Variável
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Longo e largo
Ciclo de maturação	Tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Altamente resistente à <i>Meloidogyne exígua</i> , resistente e
	ou tolerante a M. incognita e M. paranaensis
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Maiores teores de sólidos solúveis e de cafeína que
	as cultivares de C. arabica
Produtividade	Média

#### Recomendações de plantio

O porta enxerto Apoatã IAC 2258 está sendo utilizado como portaenxerto para qualquer uma das cultivares de café tipo arábica recomendadas. Antes de efetuar o plantio são fundamentais algumas medidas agronômicas em relação ao preparo da área de plantio das mudas enxertadas. A seguir, são relacionadas as principais medidas:

- verificar quais espécies e ou raças de nematóides estão presentes e quantificar sua população na área a ser implantada a lavoura. Devem ser examinados raízes e solo;
- caso se constate a presença de nematóides, utilizar métodos para diminuir sua população, (como, por exemplo) plantio de mucuna-preta, crotalária e mucuna-anã e incorporação da massa verde obtida, bem como aração e gradagem;
- concomitantemente, utilizar métodos para a recuperação do solo, do ponto de vista físico, químico e biológico: subsolagem, aração, gradagem, para controle de nematóides e outras pragas de solo e raízes, correção do solo (calagem etc.) plantio de mucuna preta e sua incorporação e plantio de culturas anuais por um ou dois anos (tolerantes ou resistentes aos nematóides presentes na área);
- plantar cultivares de café indicadas para a região enxertadas no portaenxerto Apoatã IAC 2258 nos solos já recuperados;
- utilizar mudas sadias. Dessa maneira, a utilização de mudas em tubetes é obrigatória nas regiões onde se tem conhecimento da presença de nematóides (Alta Paulista, Noroeste e Araraquarense, em São Paulo);
- utilizar o plantio adensado na linha (0,5 a 0,8 m entre plantas) para uma muda na cova e de acordo com a cultivar indicada, principalmente nas regiões mais quentes. Em determinados casos, pode-se utilizar a distância de 1,2 rn com duas plantas na cova;
- nas entrelinhas, utilizar 2 a 4 m de distância, conforme a cultivar indicada e as máquinas a serem utilizadas nas operações agronômicas;
- nessas áreas com nematóides, usar, preferencialmente, o plantio adensado (4.000 a 8.000 plantas/ha) ou superadensado (8.000 a 12.000 plantas/ha);
- em lavouras já formadas e com nematóides, utilizar mucuna-anã no meio da linha e incorporar a massa verde obtida, antes de florescer. Usar também palha de café e farelo de mamona, que têm efeitos nematicida;
- usar arborização em áreas mais quentes, plantando grevilha nos

espaçamentos 16 x 16 m a 20 x 20 m.

É interessante ressaltar que cafeeiros enxertados poderão também ser plantados em área isentas de nematóides, com ganho significativo de produtividade e outras características agronômicas e fisiológicas em relação às mesmas cultivares não-enxertadas.

Atualmente existem seleções clonais de Apoatã (IAC 3597, IAC 3599 e IAC 3600), resistentes a nematóides que poderão ser plantadas sem enxertia, visando à produção de café robusta em áreas com nematóides.

#### **'BUKOBENSIS IAC 827'**

#### Origem

Sementes provenientes de plantas matrizes do Horto Florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro de Rio Claro, estado de São Paulo, em 1945, com posterior seleção de plantas produtivas e com maturação precoce ou semi-precoce e mais uniforme. A melhor seleção do IAC recebeu a sigla Bukobensis IAC 827.

#### Características

As plantas são de porte médio, semelhante ao café Kouilou e multicaules. As folhas novas são de coloração bronze e os frutos vermelhos ou vermelhos-claros, com ou sem estrias. As sementes são de tamanho médio, mas maiores que Conilon. A maturação é precoce ou semi-precoce e a produtividade é muito boa. É resistente à ferrugem e ao nematóide *Meloidogyne exigua*. As suas sementes apresentam altos teores de sólidos solúveis.

Ficha Técnica	
Porte (altura de planta)	Médio a alto
Copa	Multicaule
Diâmetro da copa	Médio
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Baixa
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze
Tamanho da folha	Médio
Cor do fruto maduro	Vermelha ou vermelha-clara, com ou sem estrias
Formato do fruto	Variável
Tamanho da semente	Médio
Formato da semente	Curto e estreito
Ciclo de maturação	Muito precoce a precoce
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Resistente a <i>M. exígua</i> .
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Maiores teores de sólidos solúveis e de cafeína que
	as cultivares de C. arabica
Produtividade	Alta

#### Recomendações de plantio:

É uma cultivar de polinização aberta e reproduzida por sementes. Está sendo plantada apenas experimentalmente no estado de São Paulo, Rondônia e Espírito Santo.

Os plantios podem ser feitos no espaçamento de 3,5 a 4,0m entre linhas por 1,0 a 1,5m na linha com uma planta por cova, mas com 3 a 4 hastes ortotrópicas.

#### 'GUARINI IAC 1598'

#### Origem

Seleção de plantas matrizes provenientes do Horto Florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro de Rio Claro, SP, em 1945. Uma das introduções de *C. canephora*, em Campinas, destacou-se por apresentar, produção elevada e como característica principal, frutos e sementes maiores do que os da cultivar Kouilou, além de um nível de resistência a *H. vastatrix* bem maior em relação a esta cultivar. A esse conjunto de cafeeiros, que se tem mostrado bem produtivo, deu-se a denominação de Guarini. Seleções foram realizadas nas antigas estações experimentais de Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto do IAC, evidenciando a elevada capacidade produtiva dessa cultivar, bem como resistência ao agente da ferrugem e ao nematóide *Meloidogyne exígua*. A cultivar recebeu a designação de Guarini IAC 1598.

#### Características

Os cafeeiros da cultivar Guarini IAC 1598 caracterizam-se por serem multicaules e em experimentos no estado de São Paulo apresentaram altura média aos 10 anos em torno de 3,7m (3,0 a 4,4m) e diâmetro médio da copa de 3,4m (2,5 a 4m). As folhas novas apresentam coloração marrom, tornando-se de cor verde-claro quando desenvolvidas. As nervuras são salientes. Os dois florescimentos principais ocorrem de setembro a outubro. podendo outros florescimentos menos intensos ocorrer, esporadicamente, em função das condições climáticas. O amadurecimento de frutos se estende de julho a agosto. O número médio de dias entre a fertilização e a maturação completa dos frutos, em Campinas, SP, é ao redor de 320 dias. O fruto se apresenta com pericarpo pouco espesso, sendo a relação entre o peso de café maduro (cereja) e o de café beneficiado, em média, de 5,0. A renda (relação entre o peso de café beneficiado e café seco é cerca de 30% superior ao café arábica). O peso médio de 1.000 sementes do tipo chato é de 131 gramas, sendo a porcentagem de sementes do tipo chato, em média, de 78%, variando de 65% a 95%. O valor da peneira média é de 16,6, variando de 15,3 a 18,2. O teor de sólidos solúveis é da ordem de 28,3% Em relação ao agente da ferrugem, a cultivar Guarini apresenta plantas resistentes a todas as raças conhecidas, bem como outros níveis de resistência ao fungo. Apresenta também exuberante sistema radicular e

elevada resistência ao nematóide *Meloidogyne exigua*, além de certo grau de resistência e ou tolerância a *M. incognita*.

Em experimentos de campo, essa cultivar chega a produzir, no quarto ano de produção, cerca de 67 sacas beneficiadas por hectare.

Ficha Técnica	
Porte (altura de planta)	Alto
Copa	Multicaule
Diâmetro da copa	Médio (dependente do número de hastes)
Comprimento do internódio	Longo
Ramificação secundária	Baixa
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze ou marrom
Tamanho da folha	Grande
Cor do fruto maduro	Vermelha
Formato do fruto	Oblongo
Tamanho da semente	Grande
Formato da semente	Curto e estreito
Ciclo de maturação	Tardio
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente
Resistência a nematóide	Moderadamente resistente a <i>M. exígua</i> . Algumas progênies
	tem resistência a M. incognita e M. paranaensis.
Vigor	Alto
Qualidade da bebida	Maiores teores de sólidos solúveis e de cafeína que
	as cultivares de C. arabica
Produtividade	Alta

#### Recomendações de plantio

A cultivar Guarini IAC 1598 pode ser cultivada em diversas regiões do planalto de São Paulo, sendo especialmente recomendada para o oeste do estado, em altitudes menores que 500m e temperaturas superiores a 23°C. Embora as plantas de Guarini atinjam porte maior do que as de Mundo Novo, os espaçamentos não precisam ser muito grandes, podendo e devendo manter os cafeeiros com porte menor, por meio de podas sucessivas para facilidade de colheita. Assim o café Guarini pode ser plantado nos espaçamentos de 3,5 a 4m entre ruas por 1 a 1,5m entre covas (pés), com uma muda por cova. O número de hastes em produção por cova não deve ser superior a três ou quatro. Para tanto, o cafeicultor deve ficar atento a um sistema intensivo do podas.

A progênie que deu os melhores resultados nos ensaios no estado de São Paulo tem o prefixo Guarini IAC 1598-1 e está sendo plantada apenas experimentalmente.

# ROBUSTA IAC 10 E OUTRAS SELEÇÕES DE ROBUSTA

# Origem

Várias introduções de *C. canephora* do germoplasma cultivar Robusta foram feitas pelo IAC. Algumas vieram de Rio Claro, do Horto

Florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, da coleção de espécies de *Coffea* provenientes da Indonésia e outras vieram do CATIE, de Turrialba, Costa Rica, de seleções efetuadas em 1971 e 1974, por técnicos brasileiros. O nome dado a esta cultivar é o mesmo que se refere à espécie *C. canephora*, isto é, café Robusta, causando certa confusão. Deve-se ressaltar também que, antigamente, a espécie *C. canephora* era conhecida como *C. robusta*. Algumas introduções da cultivar Robusta vêm se mostrando bem produtivas, principalmente em Mato Grosso e Rondônia. Também no IAC têm sido utilizadas em cruzamentos interespecíficos com cultivares de *C. arabica*, originando, assim, novas cultivares. As melhores seleções do IAC receberam as siglas Robusta IAC 10, IAC 37, IAC 640, IAC 1645, IAC 1647, IAC 1650, IAC 1655, IAC 1657, IAC 1675, IAC 2259, IAC 2262, IAC 2286, IAC 2290, IAC 2291 e IAC 2292.

#### Características

Os cafeeiros do grupo Robusta caracterizam-se por serem multicaules. Em um experimento em Mococa, estado de São Paulo, a altura média das plantas na progênie IAC 640, aos 10 anos, foi de 3,3m (2,4 a 4,3m) e diâmetro médio da copa 3,3m (2,9 a 4,6m). Os dois florescimentos principais ocorrem de setembro a outubro, podendo haver outros florescimentos menos intensos. O amadurecimento dos frutos ocorre de julho a agosto. O número médio de dias da fertilização à maturação completa dos frutos, em Campinas, SP, é ao redor de 320 dias. O fruto se apresenta com o pericarpo pouco espesso e o rendimento, relação entre o peso de café maduro (cereja) e o de beneficiado, é, em média, de 5,0. A renda (relação entre o peso de café beneficiado e café seco) é cerca de 30% superior à do café arábica. O peso médio de 1.000 sementes do tipo chato é de 139 gramas. O valor da peneira média é de 17,0, variando de 15,8 a 19,3.

Ficha Técnica		
Porte (altura de planta)	Alto	
Copa	Multicaule	
Diâmetro da copa	Médio (dependente do número de hastes)	
Comprimento do internódio	Longo	
Ramificação secundária:	Baixa	
Cor das folhas jovens (brotos)	Bronze ou marrom	
Tamanho da folha	Grande	
Cor do fruto maduro	Vermelha	
Formato do fruto	Oblongo	
Tamanho da semente	Grande	
Formato da semente	Variada (conforme a seleção usada)	
Ciclo de maturação	Tardio	
Ondulação da borda da folha	Pouco ondulada	
Resistência à ferrugem	Moderadamente resistente	
Resistência a nematóide	Moderadamente resistente a <i>M. exigua</i> . Algumas progênies	
	têm resistência a M. incognita e M. paranaensis.	
Vigor	Alto	
Qualidade da bebida	Maiores teores de sólidos solúveis e de cafeína que	
	as cultivares de C. arabica	
Produtividade	Alta	

A porcentagem de sementes do tipo chato é, em média, de 84,5%, variando de 67,6% a 94,1%.

No que se refere ao agente da ferrugem (*H. vastatrix*), o café Robusta apresenta plantas resistentes a todas as raças conhecidas do fungo. É altamente resistente ao nematóide *M. exigua* e algumas progênies da cultivar Robusta têm apresentado resistência e ou tolerância a *M. incognita* e *M. paranaensis*.

#### Recomendações de plantio

A cultivar Robusta poderá ser plantada em qualquer região do país onde o plantio de *C. canephora* for recomendado. Trata-se de um café que apresenta maturação dos frutos mais tardia que o Conilon e suscetibilidade à seca. Em áreas com déficit hídrico é fundamental a irrigação. Requer proteção contra o vento.

Os espaçamentos a serem utilizados para o plantio comercial da cultivar Robusta variam 3,5 a 4,0 m entre linhas, por 1 a 1,5 m entre plantas com uma planta na cova e com 3 a 4 hastes ortotrópicas. Recomenda-se apenas plantio em escala experimental.



## CULTIVARES DE IMPORTÂNCIA HISTÓRICA OU PARA A PESQUISA

Antônio Nazareno Guimarães Mendes Gladyston Rodrigues Carvalho César Elias Botelho Luiz Carlos Fazuoli Maria Bernadete Silvarolla

#### **MUTANTES E CULTIVARES EXÓTICAS**

A espécie Coffea arabica é amplamente cultivada no continente americano. No Brasil, cerca de 70% das lavouras são formados com cultivares dessa espécie. É uma espécie alotetraplóide do tipo segmental, o que resulta em maior dificuldade em revelar, de imediato, mutantes facilmente analisáveis, tornando, por certo, essa espécie pouco atraente para a realização de estudos genéticos. Outra agravante é o ciclo perene de 3 a 4 anos de semente a semente, além de pequeno número de óvulos por fruto (um ou dois, apenas), que levam de 210 a 250 dias para se desenvolver completamente. Outro complicador é o fato de alguns mutantes produzirem pequeno número de flores por ano, muitas vezes em épocas não coincidentes entre materiais em estudo. Contudo, apesar das dificuldades, a Seção de Genética do Instituto Agronômico de Campinas, atualmente Centro de Café 'Alcides Carvalho', realizou um grande número de estudos genéticos em mutantes de C. arabica. Esses trabalhos contribuíram para o esclarecimento sobre a herança de vários caracteres e para a avaliação de seu potencial para programas de melhoramento aenético.

Desde o início dos trabalhos, utilizou-se como padrão a cultivar Típica (Arábica, Nacional). Ela foi classificada como *C. arabica* var. *typica*, por tratar-se do café primeiramente introduzido no Brasil, em 1727, por Francisco de Melo Palheta e ser bem conhecida nos países produtores. Além disso, foi utilizada por Linnaeus, em 1753, na descrição da espécie *C. arabica*.

#### Coffea arabica L. cv. Típica

Esta cultivar é também conhecida por vários nomes locais, como Nacional, Arábica, Crioula, Comum, Brasil e Sumatra. As plantas apresentam porte médio, entre 2 e 3 metros de altura; exibem arquitetura cilíndrica, com ramos laterais primários levemente pendentes e os secundários e terciários pouco abundantes. As folhas, quando novas, são geralmente bronzeadas e, quando completamente desenvolvidas, têm coloração verde-escuro; são elípticas, levemente coriáceas, com lâmina e margem pouco onduladas. As flores apresentam corola branca, em glomérulos, com cálice rudimentar denticulado. O ovário é bilocular e, às vezes, trilocular. Os frutos são oval-elípticos, lisos, brilhantes, com mesocarpo rico em mucilagem e endocarpo fibroso. As sementes são plano-convexas e de coloração esverdeada.

Esta cultivar foi a primeira a ser plantada no Brasil, ocupando grandes áreas do norte e nordeste, inclusive no estado de São Paulo e outros estados do centro-sul. Posteriormente, com a identificação de novas cultivares, o seu plantio ficou restrito no Brasil, por ser uma cultivar menos produtiva e sem rusticidade. No entanto, atualmente tem havido interesse em pequenos plantios, para atender a mercados especiais, por sua excelente qualidade da bebida.

QUADRO 1 - Segregação dos dois locos gênicos que controlam o fenótipo Típica.

Genótipo	Proporção	Fenótipo
TTNaNa	1	'Típica'
TTNana	2	Quase 'Típica'
TTnana	1	Semelhante a 'Bourbon'
TtNaNa	2	'Típica'
TtNana	4	Quase 'Típica'
Ttnana	2	Murta com folhas maiores
ttNaNa	1	'Bourbon'
ttNana	2	Murta
ttnana	1	Nana

Fonte: Carvalho et al. (1991).

A partir desses tipos extremos, relacionados ou não à cultivar Típica, por meio de testes genéticos, foi possível concluir que as mutações Caturra,

Semperflorens, Laurina, dentre outras, são derivadas de 'Bourbon Vermelho', enquanto as mutações Maragogipe, Cera, Goiaba e outras, são da cultivar Típica. Convém lembrar que se a cultivar Típica for ancestral de 'Bourbon Vermelho' (mutação de *T* para *t*), essa mutação deve ser considerada de grande importância econômica. Isso porque a cultivar Bourbon Vermelho é muito mais produtiva do que a cv. Típica e tem também excelente qualidade da bebida.

Uma cultivar derivada da 'Típica', que recebeu vários nomes locais, é a forma xanthocarpa, também conhecida como Amarelo de Botucatu, Café Amarelo e Café de Botucatu. Foi, certamente, uma das primeiras mutações ocorridas na cultivar Típica no Brasil, ocorrida na região de Botucatu, SP, por volta de 1871. Essa cultivar difere da 'Típica' pela coloração dos frutos, que é amarela. O controle dessa característica é exercido por apenas um gene, com dois alelos, havendo dominância incompleta do alelo Xc sobre o xc. Dessa forma, os genótipos XcXc, Xcxc e xcxc apresentam os fenótipos frutos vermelhos, alaranjados com estrias vermelhas (vermelho-claro) e amarelo, respectivamente. A mutação na coloração do fruto não altera o potencial produtivo da cultivar, razão de a produção da forma xanthocarpa ser igualmente pequena, comparável à da cv. Típica.

#### Coffea arabica L. cv. Maragogipe

O mutante Maragogipe surgiu no município baiano de Maragogipe, por volta de 1870, a partir da cultivar Típica. Trata-se de uma cultivar que apresenta a expressão de todos os seus caracteres aumentada em relação à cultivar original. É, contudo, pouco produtiva, razão pela qual não despertou interesse econômico em escala comercial. No geral, as sementes, os frutos, as folhas e o porte da planta são maiores que os padrões usuais das cultivares de café.

Há também a forma xanthocarpa, denominada Maragogipe Amarelo, que surgiu de uma provável hibridação natural entre o Maragogipe Vermelho e o Amarelo de Botucatu (cultivar Típica, forma xanthocarpa).

Embora, inicialmente, se tenha pensado tratar-se de um poliplóide em maior grau, as análises citológicas demonstraram que a cultivar Maragogipe possui 44 cromossomos somáticos, como a 'Típica'. Seu fenótipo de "gigantismo" para os caracteres morfológicos se deve à ação de apenas um gene, sendo o alelo dominante responsável pelo referido fenótipo (Maragogipe: MgMg ou Mgmg), caracterizando dominância completa. Várias tentativas foram feitas no IAC para utilização comercial desse material, todas sem sucesso até o presente. Cruzamentos com outras cultivares comerciais também não resultaram em material produtivo. Acredita-se que o menor número de flores por axila foliar e a menor porcentagem de "pegamento" dos frutos em relação às outras cultivares sejam as principais causas de sua baixa produtividade. Atualmente, novas pesquisas têm sido realizadas, pelo Centro de Café 'Alcides Carvalho' do IAC e em outras entidades do Brasil e exterior, com o cruzamento de Maragogipe com cultivares de porte baixo, com a finalidade a aproveitar as

características de tamanho das sementes e qualidade da bebida dessa variedade. Em El Salvador foi desenvolvida a cultivar Pacamara, originada do cruzamento da cv. Pacas com a cv. Maragogipe Vermelha.

#### Coffea arabica L. var. erecta

As plantas dessa variedade apresentam todos os ramos laterais em posição mais vertical, quase paralelos e comprimidos junto à haste ortotrópica principal (Figuras 1). Os ramos plagiotrópicos primários formam, em média, ângulos de 26° (com variação de 11° a 41°) com a haste principal, enquanto na cultivar Típica esse ângulo é, em média, de 67° (variação de 50° a 85°). As demais características assemelham-se às da cultivar Típica.

Esse fenótipo, cujos cafeeiros apresentam ramos laterais erectos, é controlado por apenas um gene, com dominância completa do alelo Er sobre o er. Trabalhos desenvolvidos em Campinas, SP, mostraram que o alelo Er tem penetrância completa, expressividade constante e, aparentemente, nenhuma ação pleiotrópica, afetando apenas a direção dos ramos laterais. As plantas são pouco produtivas, mas, devido à direção dos ramos, especula-se sobre a possibilidade de cultivo em maiores densidades, o que, de certa forma, compensaria esse defeito. Tentativas foram feitas, inclusive envolvendo o cruzamento de cultivares portadoras do alelo Ct, de porte baixo com plantas da variedade erecta, sem que nenhum resultado de expressivo valor comercial tenha sido obtido. A produtividade se mantém insatisfatória e, quando a produção é elevada, os ramos laterais eretos pendem e podem até se quebrar com o peso dos frutos.

A princípio, julgou-se que os ramos laterais plagiotrópicos, por serem





FIGURA 1. Plantas adultas de *C. arabica* L. var. *erecta* e, em detalhe a posição quase vertical dos ramos plagiotrópicos.

eretos, pudessem substituir os ramos ortotrópicos no crescimento vertical, não apresentando, portanto, o característico "dimorfismo" dos ramos observado em outras cultivares. Contudo, por meio de enxertia, ficou demonstrado que a natureza plagiotrópica dos ramos laterais permanece erecta e que apenas têm um crescimento mais vertical.

#### Coffea arabica L. var. mokka

A variedade *mokka*, oriunda da Ilha de Reunião, caracteriza-se pelo pequeno porte, copa cônica, ramos plagiotrópicos curtos, internódios curtos e folhas pequenas, com domácias grandes e salientes. As flores são menores que as da cultivar Típica, os frutos arredondados e pequenos e as sementes normais quanto ao formato, porém, muito pequenas. O produto obtido é considerado de excelente qualidade.

Convém salientar que a variedade *mokka* não se relaciona com o tipo comercial "sementes moca", formadas quando se desenvolve uma única semente no fruto. Suas sementes são plano-convexas, normais, apenas menores que o padrão da cultivar Típica.

Análises genéticas realizadas no IAC revelaram que a variedade *mokka* possui os alelos *tt*, sendo, portanto, derivada da cv. Bourbon Vermelho. Quando as plantas se encontram homozigotas para dois pares de genes, o Laurina (*IrIr*), na condição recessiva e o Mokka (*momo*), com dominância parcial, tem-se o genótipo padrão da variedade mokka, IrIr momo. Portanto, relaciona-se à cultivar Laurina. Plantas de constituição *LrLr momo* e *LrIr momo*, embora de aspecto Mokka, quando novas, apresentam tipo anormal de ramificação, com desenvolvimento dos ramos laterais ocorrendo tardiamente, somente a partir da axila do 20° ao 30° par de folhas. Na cultivar Típica, isso geralmente ocorre a partir do 8° ao 10° par de folha; as folhas são também maiores, as domácias bem visíveis e o porte é alto quando comparado ao Mokka homozigoto recessivo para os dois locos.

Quando a variedade *mokka* possui o alelo *Laurina* na condição homozigota (*Irlr momo*), o teor de cafeína é semelhante ao da cultivar Laurina (0,6%). Isso não ocorre quando as plantas apresentam porte alto (*LrLr momo*), nas quais o teor é o normalmente encontrado em cultivares de *C. arabica* (1,1%-1,2%).

#### Coffea arabica L. var. cera

Descrito em 1935, esse mutante apresenta as sementes com endosperma de coloração amarela após secas e beneficiadas recentemente (Figura 2). Até então, conheciam-se apenas cultivares e mutantes de *C. arabica* com endosperma de cor esverdeada. É relativamente comum sua ocorrência em qualquer cultivar de café, recebendo as denominações Cera ou Gema. Todas as demais características do mutante original se assemelham às da cultivar Típica, à exceção da cor das sementes.

Não há nenhum interesse comercial nessa variedade, a não ser para estudos relacionados à taxa de cruzamentos naturais na espécie *C. arabica*.

Pela polinização de plantas, que normalmente produzem sementes cera com pólen normal de cafeeiros 'Típica', os quais produzem sementes de endosperma esverdeado, obtêm-se sementes híbridas, também de coloração esverdeada, fenômeno denominado xênia. Esse fenômeno consiste no efeito direto de um alelo presente no gameta masculino sobre o fenótipo do endosperma. Os endospermas de constituição *Cecece, CeCece e CeCeCe* são de cor esverdeada, sendo amarelos apenas os endospermas de constituição *cecece* (recessivo). Análises genéticas envolvendo mutantes *cera* de origens distintas resultam apenas em sementes do tipo *cera*, mostrando tratar-se do mesmo loco gênico.

Esse mutante deu duas valiosas contribuições ao melhoramento do cafeeiro. Primeiramente, demonstrou-se geneticamente que o tecido da semente de café é constituído por um endosperma verdadeiro, visto que até essa época havia dúvidas quanto à origem ontogenética desse tecido. Posteriormente, estudos de determinação da taxa de cruzamento natural no cafeeiro tornaram-se possíveis de serem facilmente realizados, com claras vantagens sobre outros marcadores genéticos. Usualmente, colocam-se plantas com genótipo cece (endosperma cecece) rodeadas por plantas de constituição CeCe e, por ocasião da colheita das plantas do tipo cera, tem-se a porcentagem direta de fecundação cruzada pela contagem do número de sementes de endosperma esverdeado (Cecece), produto de cruzamento natural, colhidas nessas plantas, em relação ao total de sementes colhidas. Por meio dessas determinações, evidenciou-se que a taxa média de cruzamentos naturais em C. arabica varia de 7% a 15%, com média ao redor de 10%.



FIGURA 2. Sementes do mutane *cera* (à esquerda), comparadas com sementes normais (à direita).

# Coffea arabica L. var. goiaba

Mutante originário da cultivar Típica, apresenta cinco sépalas bem desenvolvidas e foliáceas nas flores, que persistem até o fruto maduro e seco (Figura 3). Os frutos assemelham-se a pequenas goiabas (*Psidium guajava*), particularmente quando ainda verdes. Nas demais cultivares da espécie, as sépalas são bem reduzidas e muito pouco aparentes nos frutos.

No mutante Goiaba, as pétalas são em número de cinco. Em cruzamentos realizados com a cultivar Típica, verificou-se, em F1, sépalas bem desenvolvidas, porém menores que a do parental goiaba. Em F2, a

segregação é 1:2:1 de plantas normais, híbridas e goiaba, respectivamente, indicando que o alelo em questão apresenta dominância incompleta ou ausência de dominância. O alelo é simbolizado por *sd*, sendo as plantas com o fenótipo goiaba *sdsd*. Algumas plantas dessa variedade apresentam



FIGURA 3. Frutos maduros do mutante *goiaba*, com sépalas grandes, ainda aderidas aos frutos maduros.

plastídios anormais e folhas terminais de alguns ramos mal conformadas, retorcidas e amareladas.

Em trabalhos realizados no IAC, julgou-se que as plantas portadoras de sépalas nos frutos fossem menos atacadas pela broca do cafeeiro (*Hypotenemus hampei*), já que esse inseto geralmente inicia seu ataque ao fruto pela região da "coroa", na cicatriz da inserção do tubo da corola. Verificou-se, contudo, que a presença de sépalas não alterava o comportamento da praga.

#### Coffea arabica L. var. angustifolia

Esse mutante caracteriza-se por apresentar plantas com folhas longas e estreitas, sendo pouco vigorosas, freqüentemente multicaules, com baixa capacidade produtiva. O porte é baixo, entre 1 e 2 metros de altura, com folhas novas bronzeadas ou esverdeadas, porém, verde-escuras quando maduras (Figura 4).



FIGURA 4. Planta jovem do mutante angustifólia.

#### Coffea arabica L. var. semperflorens

As cultivares de *C. arabica* florescem 3 a 4 vezes ao ano, em geral a partir do início do período chuvoso, em setembro. Um mutante identificado pelo IAC, que floresce quase que continuamente o ano todo, foi denominado semperflorens. Apresenta-se com folhagem densa, folhas pouco menores que as da cultivar Típica, de um verde mais intenso, ramos mais curtos e, aparentemente, mais resistentes à seca. Os frutos maduros distribuem-se por praticamente todo o ano, sendo mais intensa a maturação

em março-abril e outubro-dezembro (Figura 5).



FIGURA 5. Ramo do mutante *semperflorens* exibindo frutos em vários estádios de desenvolvimento (verde, cereja e seco), bem como botões florais e flores abertas.

Análises genéticas revelaram ser essa característica controlada por apenas um gene, com dominância completa do alelo normal (*Sf*) sobre o recessivo (*sf*). Plantas semperflorens são, portanto, de constituição *sfsf*. Outras análises indicaram ainda a presença dos alelos *tt*, indicando ser esse mutante derivado da cultivar Bourbon Vermelho.

#### Híbrido de Timor

A maioria das cultivares melhoradas e resistentes à ferrugem atualmente em cultivo tem como fonte de resistência o material denominado Híbrido de Timor, selecionado pelo Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro (CIFC), Oeiras-Portugal. O Híbrido de Timor tem sua origem. possivelmente, em um cruzamento natural entre C. arabica x C. canephora, em que, provavelmente, um gameta não-reduzido de um cafeeiro da espécie C. canephora tenha combinado com outro gameta normal de um cafeeiro da espécie C. arabica. Foi identificado por volta de 1917, em uma plantação de C. arabica no Timor Português. Essa população passou a ser cultivada comercialmente, em sua localidade de origem, na década de 1940. em substituição às variedades locais. A Universidade Federal de Viçosa iniciou os estudos dessa população quando o clone CIFC 4106, vindo de Portugal, foi introduzido no Departamento de Fitopatologia da UFV, em 1976, com registro de UFV 516, onde, em conjunto com a EPAMIG, vem sendo estudada até os dias atuais e foi utilizada como fonte de resistência à ferrugem para várias cultivares. O IAC também recebeu várias introduções de Híbrido de Timor e derivados, que têm sido aproveitados no Programa de Melhoramento visando resistência à ferrugem.

A população de Híbrido de Timor tem grande importância para o melhoramento genético do cafeeiro como fonte de resistência às doenças. É constituída de genótipos com variabilidade genética para resistência à ferrugem causada por *Hemileia vastatrix* Berk. et Br.; à antracnose-dos-

frutos-do-cafeeiro, ou coffee berry disease (CBD), causada por Colletotrichum kahawae; à bacteriose, causada por Pseudomonas syringae pv. Garcae e ao nematóide-das-galhas, Meloidogyne exigua. Pelas suas características de similaridade com as cultivares de C. arabica e, principalmente, pela sua resistência à ferrugem, o material de Híbrido de Timor sempre foi visto como muito promissor para o melhoramento do cafeeiro e, por isso, é muito utilizado para a obtenção de populações de café resistentes à ferrugem, a exemplo de Catimor, Sarchimor, Cavimor, Cachimor, Blumor e outros. Atualmente, no Brasil, existem muitas cultivares derivadas do Híbrido de Timor. Do IAC: Tupi IAC 1669-33, Tupi RN IAC 1669-13, Tupi Amarelo IAC 5162, Obatã IAC 1669-20 e Obatã Amarelo IAC 4739; do IAPAR: IAPAR 59, IPR 97, IPR 98, IPR 99, IPR 104, IPR 107 e IPR 108; da EPAMIG: Oeiras MG 6851, Paraíso MG H 419-1, Araponga MG 1, Catiguá MG 1, MG 2 e MG 3, Pau Brasil MG 1 e Sacramento MG 1; do MAPA/ PROCAFE: Acauã, IBC - Palma 2, Katipó, IBC Palma 1 e Sabiá Tardio.

#### **OUTROS MUTANTES DE Coffea arabica L.**

São muitos os outros mutantes de *C. arabica*, a maioria sem nenhum interesse comercial. Contudo, são estudados com vistas à avaliação de caracteres de interesse e do potencial para emprego em programas de melhoramento do cafeeiro. Entre eles, citam-se:

- anômala: também conhecido por café macho, em razão da pequena produção de frutos;
- anormalis: arbusto com ramificação densa, porém, folhas completamente anormais, mal-formadas, conhecido, em algumas regiões, por "pé de pato"; o controle genético é exercido pelo alelo *Am*, com dominância incompleta sobre *am*. As plantas anormalis típicas são homozigotas dominantes para o referido alelo;
- bronze: mutante que apresenta a coloração bronzeada das folhas quando novas, tornando-se verdes normais quando maduras. O controle genético é exercido pelo alelo *Br*, que apresenta dominância parcial sobre *br* (*BrBr*: bronze-escuro; *Brbr*: bronze-claro; *brbr*: verde). É encontrado em muitas cultivares e apresenta interesse como gene marcador;
- bullata: esse mutante tem folhas mais largas e mais grossas, apresenta grande porcentagem de frutos chochos e poucas sementes se formam. Essas características se manifestam por tratar-se de uma anomalia cromossômica, pois o mutante apresenta 66 ou 88 cromossomos (hexa ou octaplóide);
- calycanthema: apresenta flores com cálice petalóide, dando a impressão de dupla corola;
- columnaris: está relacionado com uma cultivar com porte muito elevado, encontrada em Porto Rico;
- fasciata: trata-se de um mutante com características de fasciação, tanto dos ramos como dos frutos e outras partes da planta. O controle

genético é exercido por apenas um gene, com dominância parcial (*Fs*). O homozigoto dominante apresenta o fenótipo fasciata, o heterozigoto é fasciado em menor intensidade e o homozigoto recessivo é completamente normal, com ausência de fasciação;

- macrodisco: mutante que apresenta brácteas nas inflorescências exageradamente grandes, afetando o desenvolvimento do cálice e tornando o disco do fruto muito desenvolvido. As sépalas nos frutos são persistentes, em número de 10, dispostas em dois círculos concêntricos. O controle genético é exercido pelo alelo *Md*, que apresenta dominância parcial sobre o alelo normal *md*;
- monosperma: nesse mutante, embora as plantas sejam bem desenvolvidas, os ramos são finos, as folhas alongadas e de textura delgada. Raramente produz frutos e, quando os produz, exibe uma única semente. São plantas consideradas "haplóides", com 22 cromossomos, sendo comum em todas as cultivares; por florescerem abundantemente e produzirem poucas sementes, os cafeicultores conhecem esse mutante como "café macho";
- murta: porte menor que a cultivar Típica, com sementes e frutos semelhantes aos da 'Bourbon'; é importante para estudos envolvendo os alelos te Na;
- nana: trata-se do café anão verdadeiro, que sobrevive por apenas 2 a 3 anos. É obtido da autofecundação do mutante Nana. Não floresce e, portanto, não produz sementes;
- pêndula: derivado da 'Bourbon', apenas apresentando o porte mais elevado e ramos laterais longos e pendentes;
- polysperma: apresenta intensa fasciação dos ramos, com grande número de folhas normais em cada nó. As flores fasciadas apresentam entre 8 e 17 lobos, com igual número de estames. Frutos com 7 a 14 sementes, anormais e em forma de cunha;
- purpurascens: apresenta folhas arroxeadas quando maduras, produz poucas flores com corola rósea, frutos arroxeados quando ainda verdes e vermelho-arroxeados quando maduros. É interessante para ornamentação e, talvez, para estudos de pigmentos. O controle genético é exercido pelo alelo *pr*, com dominância completa do alelo normal *Pr* sobre o recessivo; somente as plantas homozigotas recessivas são do tipo purpurascens;
- San Ramón: é um dos mutantes de porte mais reduzido de que se tem conhecimento; os internódios são muito curtos e as folhas largas e lisas. Muito difundido na América Central, não apresenta muito interesse para as outras regiões, por existirem cultivares de porte baixo mais produtivas.

Muitos outros materiais mutantes são citados na literatura, na sua maioria sem importância econômica. Como outros mutantes para porte baixo têm-se, como exemplos, as cultivares Pacas, Villa Sarchí, São Bernardo e Villa Lobos. Como mutantes morfológicos, com características ainda em estudo ou sem maior importância, têm-se: Variegata, Abramulosa,

Volutifolia, Polyorthotropica, Mucronata, Minutifolia, Crassinervia, Diminuta, Atenuata, Limão, Arrepiado, dentre outros.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANACAFÉ – ASOCIACION NACIONAL DEL CAFÉ. Guia técnica de Cafeicultura. Edicion 2006. Guatemala. 2006. 214p.

BETTENCOURT, A. J. Considerações sobre o Híbrido de Timor. Campinas, Instituto Agronômico, 1973. (Circular, 23).

CARVALHO, A. Melhoramento do cafeeiro. VI- Estudo e interpretação, para fins de seleção, de produções individuais na variedade Bourbon. **Bragantia**, Campinas, v. 12, n. 4/6, p. 179-200, 1952.

CARVALHO, A. Espécies e variedades. In: GRANER, E. A. & GODOY JUNIOR, C. Coord. **Manual do cafeicultor**. São Paulo, Edições Melhoramentos, 1967. p. 17-40.

CARVALHO, A. Histórico do desenvolvimento do cultivo do café no Brasil. Campinas, IAC, Documentos IAC, 34, 1993. 7p.

CARVALHO, A. & FAZUOLI, L. C. Café. In: FURLANI, A. M. C. & VIÉGAS, G. P., (Ed.). **O Melhoramento de Plantas no Instituto Agronômico**. Campinas, Instituto Agronômico, 1993. p. 29-76.

CARVALHO, A.; MEDINA FILHO, H. P.; FAZUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O. & LIMA, M. M. A. Aspectos genéticos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Genética**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 135-183, 1991.

FAZUOLI, L. C. Avaliação de progênies de café Mundo Novo (*Coffea arabica* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1977. 146 p. (Dissertação de Mestrado).

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B..; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. & YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 86-113.

FAZUOLI, L.C.; MEDINA FILHO, H.P.; GONÇALVES, W.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M.B. Melhoramento do cafeeiro: variedades tipo arábica obtidas no Instituto Agronômico de Campinas. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). O estado da arte de tecnologias na produção de café. UFV – Viçosa/MG. 2002. p.163-215.

FAZUOLI, L. C.; SILVAROLLA, M. B.; BRAGHINI, M. T.; OLIVEIRA, A. C. B. A

ferrugem alaranjada do cafeeiro e a obtenção de cultivares resistentes. Boletim O Agronômico. v. 59, n. 1, Campinas, SP, p. 48-53, 2007 b.

FAZUOLI, L. C.; SILVAROLLA, M. B.; SALVA, T. J. G.; GUERREIRO FILHO, O.; MEDINA FILHO, H. P.; GONÇALVES, W. Cultivares de Café arábica do IAC: Um patrimônio da cafeicultura brasileira. Boletim O Agronômico. v. 59, n. 1, Campinas, SP, p. 12-15, 2007 a.

KRUG, C. A. **Genética de** *Coffea*. Plano de estudos em execução no Instituto Agronômico. Piracicaba, IAC, 1936. 39p. (Boletim Técnico, 26).

KRUG, C. A. Mutações em *Coffea arabica*. **Bragantia**, Campinas, 9 (1/4): 1-10, 1949.

KRUG, C. A. **Taxonomia de Coffea arabica L. - Descrição das variedades e formas encontradas no Estado de São Paulo**. Campinas, IAC, 1939. 57p. (Boletim Técnico, 62).

KRUG, C. A. & CARVALHO, A. The genetics os *Coffea*. **Advances in Genetics**, 4: 127-158, 1951.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; CARVALHO, C. H. S. Resistant cultivars to coffee leaf rust. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Durable Resistance to Coffee Leaf Rust. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p. 443-450.

MEDINA FILHO, H. P.; CARVALHO, A.; SONDAHL, M. R.; FAZUOLI, L. C. & COSTA, W. M. da. Coffee bredding and related evolutionary aspects. In: JANICK, J. (Ed.). **Plant breeding reviews**, Westport, AVI, 1984. v. 2, p. 157-194.

PEREIRA, A. A.; MOURA, W. M.; ZAMBOLIN, L.; SAKIYAMA, N. S.; CHAVES, G. M. Melhoramento Genético do Cafeeiro no Estado de Minas Gerais – Cultivares Lançados e em Fase de Obtenção. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). O estado da arte de tecnologias na produção de café. UFV – Viçosa/MG. 2002. p. 253-287.

PEREIRA, A. A.; SAKIYAMA, N. S.; ZAMBOLIM, L.; MOURA, W. M.; ZAMBOLIM, E.; CAIXETA, E. T. Identification and use of sources of durable resistance to coffee leaf rust in the UFV/EPAMIG breeding program. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Durable Resistance to Coffee Leaf Rust. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p. 215-232.

SERA, T.; ALTEIA, M. Z.; PETEK, M. R. Melhoramento do Cafeeiro: Variedades melhoradas no Instituto agronômico do Paraná (IAPAR). In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). O estado da arte de tecnologias na produção de café. UFV – Viçosa/MG. 2002. p. 217-251.

SERA, T.; SERA, G. H.; ITO, D. S.; DOI, D. S. Coffee breeding for durable resistance to leaf rust disease at Instituto Agronômico do Paraná. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Durable Resistance to Coffee Leaf Rust. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p.187-214.

# Capítulo 12

# PROTEÇÃO E REGISTRO DE CULTIVARES DE CAFÉ

Waldênia de Melo Moura

O direito de propriedade intelectual é a expressão legal de privilégio concedido pelo Estado para apropriação dos benefícios econômicos de uma invenção ou criação em troca da sua disponibilidade em benefício da sociedade. Abrange diversas leis, destacando-se a Lei de Proteção de Cultivares, que assegura ao obtentor de uma cultivar os direitos sobre a mesma, desde que devidamente protegida no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC)/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A concessão da proteção se dá por meio do Certificado de Proteção de Cultivares. No entanto, para que a cultivar protegida possa ser comercializada no país, é necessária a inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RNC).

# PROTEÇÃO DE CULTIVARES DE CAFÉ

O cafeeiro passou a compor a Lista Oficial do MAPA a partir de novembro de 2000, tornando-se uma das espécies passíveis de proteção no Brasil, conforme a Lei de Proteção de Cultivares, Lei n. 9.456 de 25 de abril de 1997, regulamentada pelo Decreto n. 2366 de 5 de novembro de 1997 (Brasil, 1998).

Na prática, isso significa que qualquer indivíduo, instituição pública ou privada, pode, a partir de então, solicitar ao Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC)/MAPA, a proteção de cultivares das espécies *Coffea arabica* e *C. canephora*, assim como de híbridos interespecíficos.

A proteção da cultivar recairá somente sobre o material de reprodução, ou de multiplicação vegetativa, assegurando ao titular da cultivar o direito

sobre a reprodução comercial, ficando vedadas a terceiros, durante o prazo de proteção, a produção comercial, a venda, ou a comercialização, do material de propagação da cultivar, sem a autorização do titular.

O período de proteção para as culturas anuais é de 15 anos, enquanto que, para as perenes, como no caso do café, é de 18 anos. A proteção não poderá ser renovada e, após o período de vigência, as cultivares passarão a ser de domínio público.

No Brasil, cinco cultivares de café encontram-se protegidas: IPR 98 (período de proteção de 22/07/2005 a 22/07/2023), Araponga MG1, Catiguá MG2 e Sacramento MG1 (período de proteção de 20/04/2006 a 20//04/2024); Catiguá MG1 e Pau Brasil MG1 (período de proteção de 16/05/2006 a 16/05/2024).

Podem ser protegidas para fins de exploração comercial, ou seja, para recebimento de "royalties" sobre a venda de sementes, mudas ou estacas, as novas cultivares de café e as cultivares essencialmente derivadas. Para tanto, é necessário que a cultivar seja distinta (diferente de outra cultivar), homogênea (apresentar características uniformes, variabilidade mínima quanto aos seus descritores) e estável (manter a homogeneidade durante sucessivos plantios). Além disso, a cultivar não deve ter sido oferecida à venda no Brasil há mais de um ano em relação à data do pedido de proteção, e não ter sido oferecida à venda no exterior, com o consentimento do titular há mais de seis anos (Moura, 1999).

Os "royalties" são taxas cobradas pelos titulares das cultivares protegidas sobre o valor de venda do material de reprodução das mesmas. Esses valores são negociáveis e têm variado entre 3% a 5% sobre o valor de venda das sementes e mudas. Porém, na Lei de Proteção de Cultivares existem dispositivos para coibir o abuso de poder por parte dos titulares das cultivares protegidas.

O pedido de proteção de uma cultivar deve ser feito diretamente ao SNPC/ MAPA, em Brasília, sendo necessário apresentar os seguintes documentos: formulários solicitando a proteção e a denominação da cultivar, formulário dos descritores mínimos do café, relatório técnico-descritivo da obtenção da cultivar, declaração de existência de amostra viva e declaração juramentada sobre as informações apresentadas. Além disso, deve-se apresentar duas amostras vivas (sementes, mudas ou estacas), comprovantes de pagamento de taxas de requerimento (R\$ 200,00) e de expedição do certificado de proteção (R\$ 600,00). Posteriormente, devem ser pagas anuidades de R\$ 400,00, durante todo o período de proteção, ou seja, durante 18 anos, no caso do café. O titular também deve manter, nesse mesmo período, uma amostra viva da cultivar protegida, a qual pode ser solicitada a qualquer momento pela fiscalização do SNPC (Moura, 2000).

As cultivares protegidas podem ser utilizadas como fontes de variação genética em programas de melhoramento e na pesquisa, exceto o uso repetido para a produção comercial de outra cultivar, híbridos e cultivares essencialmente derivadas. Nesta situação é necessária a autorização do titular da cultivar protegida.

Somente os pequenos produtores (definido em Lei) e aqueles que utilizam sementes para uso próprio podem multiplicar, trocar, doar sementes e mudas de cultivares protegidas entre si sem a autorização do titular. Entretanto, jamais poderão vendê-las.

Quem vender, oferecer à venda, reproduzir, importar ou exportar, embalar ou armazenar, ou ceder material de propagação de cultivar protegida, sem autorização do titular, estará cometendo crime e pagará indenização ao titular da cultivar. O material será apreendido e distribuído aos agricultores assentados em programas de reforma agrária ou para programas públicos de apoio à agricultura familiar. Além disso, pagará ao MAPA multa equivalente a 20% do valor comercial do material aprendido. Responderá por crime de violação dos direitos do melhorista e, no caso de reincidência, pagará duas vezes o valor da multa.

O titular de uma cultivar protegida perde o direito sob a mesma nas seguintes situações: quando expirar o prazo de vigência da proteção (18 anos para o cafeeiro), em caso de renúncia ou por meio do cancelamento do certificado de proteção, que pode ocorrer quando a cultivar perder a homogeneidade ou a estabilidade de suas caracteristicas (descritores), pela ausência de pagamento de anuidades, quando não apresentar amostra viva da cultivar protegida e quando a cultivar apresentar impactos desfavoráveis ao ambiente e para a saúde humana.

#### REGISTRO DE CULTIVARES DE CAFÉ

De acordo com acordo com a Legislação Brasileira de Sementes e Mudas, Lei n. 10.711, de 5 de agosto de 2003 e Decreto n. 5.153, de 23 de julho de 2004 (Brasil, 2004), só poderão ser produzidas, beneficiadas e comercializadas no país as sementes e mudas de cultivares devidamente inscritas no Registro Nacional de Cultivares (RNC). Essa inscrição não garante o direito sobre a cultivar registrada.

A solicitação da inscrição de uma cultivar no RNC deverá ser feita em formulários disponíveis no MAPA, acompanhados de comprovante de pagamento de taxa (R\$ 150,00), de relatório técnico com os resultados dos ensaios para determinação do Valor de Cultivo e Uso (VCU) e de declaração da existência de estoque mínimo de material básico (Campos et al., 2006).

No caso do café, como ainda não foram determinados os VCU, devese utilizar o formulário de registro de cultivar (Anexo IX) e enviá-lo ao MAPA, em Brasília. Atualmente, 104 cultivares de café, pertencentes à espécie *Coffea arabica* e 10 cultivares pertencentes à espécie *Coffea canephora* estão registradas no RNC. A lista atualizada contendo as denominações e os mantenedores das sementes dessas cultivares encontram-se disponível no site: <a href="https://www.agricultura.gov.br">www.agricultura.gov.br</a>.

Ficam dispensadas da inscrição no RNC, a cultivar importada para fins de pesquisa ou para a realização de ensaios de VCU; a cultivar importada com o objetivo exclusivo de reexportação e cultivar local, tradicional ou crioula, utilizadas por agricultores familiares, assentados da

reforma agrária ou indígena.

É importante que o produtor de sementes e ou de mudas de café fique atento às escolhas das cultivares a serem multiplicadas. O interessado deverá inscrever-se no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), do MAPA, sendo responsável, tanto pela produção quanto pelo controle de qualidade e identidade da semente e mudas (certificado de origem), em todas as etapas do processo de produção (Campos et al., 2006).

Devem-se utilizar somente cultivares que estejam registradas no RNC e, quando a cultivar for protegida, é necessária a autorização do titular da mesma. Nesse caso, haverá a necessidade de licenciamento e estabelecimento dos valores dos "royalties" a serem pagos. Se a cultivar de café não for protegida, ou seja, for de domínio público, não há necessidade de autorização do obtentor da cultivar.

Os campos destinados à produção de sementes e os viveiros de mudas deverão ser inscritos junto ao órgão de fiscalização (MAPA), na unidade da federação em que o produtor estiver inscrito no Renasem. A solicitação da inscrição será feita por meio de formulários específicos e comprovante do pagamento de taxas de R\$ 2,00 por hectare ou fração/ciclo de produção (inscrição de campo de produção de sementes) e R\$ 100,00 por hectare ou fração/ano (inscrição de viveiros de mudas). Deve-se ficar atento aos prazos de inscrição que, no caso do café, deve ser feito anualmente, até 31 de dezembro do ano anterior ao da colheita.

# IMPACTOS DA LEI DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES

Várias têm sido as implicações decorrentes da proteção de cultivares, dentre os quais se destacam:

- 1 maior investimento do setor privado na pesquisa o aumento do interesse do setor privado em pesquisas voltadas para o melhoramento genético é decorrente dos benefícios advindos da Lei de Proteção de Cultivares. É uma forma de segurança e viabilidade econômica para investimentos na obtenção de novas cultivares, principalmente para as culturas autógamas. Esse crescimento também tem sido decorrente das aquisições e fusões de empresas que detenham germoplasma elites, pelas transnacionais, detentoras de patentes de pesquisas genéticas, o que pode levar a um verdadeiro oligopólio no mercado de sementes;
- **2 aumento de parceria de pesquisa entre o setor público e privado** é crescente o número de parcerias já existentes no país após a entrada em vigor no Brasil do sistema de proteção de plantas. Essas parcerias visam o desenvolvimento de pesquisas para a obtenção de novas cultivares e a realização de testes com plantas transgênicas. No entanto, devem sempre ser celebrados contratos entre os interessados, para garantir os direitos das partes;

- **3 incentivo aos pesquisadores** várias instituições de pesquisa e universidades já estão exercendo a prática da partição dos "*royalties*" advindos dos direitos da proteção de cultivares. Em geral, a parte dos ganhos que cabe a cada instituição envolvida no programa de melhoramento tem sido dividida da seguinte forma: até 1/3 dos ganhos é destinada à equipe de pesquisadores; até 1/3, destinam-se à unidade, centro ou departamento de pesquisa onde foi desenvolvida a cultivar e até 1/3 destina-se à unidade sede da instituição titular da cultivar;
- 4 resguardo de materiais genéticos no país, a pesquisa de melhoramento genético é praticamente realizada pelo setor público, portanto, é importante que as instituições protejam suas cultivares. Essa é a única forma de resguardá-las, evitando o apoderamento e a exploração comercial das mesmas, por empresas nacionais ou transacionais produtoras de sementes, sem o reconhecimento do trabalho de pesquisa realizado pelos melhoristas. Constitui também uma ferramenta para negociações com empresas privadas, seja para desenvolvimento de novas cultivares, como para a produção de sementes;
- **5 valorização e auto-sustentabilidade das instituições de pesquisa** atualmente, as instituições de pesquisa no Brasil, principalmente as estaduais, têm sofrido uma série de restrições orçamentárias. Instituições que protegem a propriedade intelectual podem sobreviver no país, pois mostram resultados aos governos dos investimentos de recursos públicos. É também uma forma de promover a auto-sustentabilidade por meio de recursos advindos da cobrança dos *royalties*, evitando, dessa forma, a extinção ou a fusão de empresas estaduais, como tem ocorrido no país.

# **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar dos benefícios advindos dos sistemas legais de proteção de cultivares, para que os pesquisadores e as instituições de pesquisa usufruam desses direitos é primordial a criação de setores eficientes em negócios e transferência de tecnologias. Caso contrário, estará fadado a pagar anuidades e ter prejuízos com a proteção de cultivares. Além disso, deve haver organização e mudança de mentalidade dos pesquisadores e dirigentes institucionais que, ao lançarem uma cultivar no mercado, deve estar protegida e registrada (quando existe interesse econômico). Nos eventos de dias de campo, deve-se evitar a distribuição de sementes. A venda de sementes e mudas deve ser feita por produtores e viveiristas devidamente credenciados e licenciados para exercer tal função no momento do lancamento das cultivares.

Ressalta-se que os pequenos agricultores e aqueles que multiplicam sementes para o uso próprio estão resguardados pela Lei de Proteção de

Cultivares. Essa lei possui também mecanismos para evitar o abuso de poder por parte dos titulares de cultivares protegidas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei n. 9.456,** 25 abr. 1997. Decreto n. 2366, 5 nov. 1997. Dispõe sobre a legislação brasileira sobre proteção de cultivares. Brasília, 1998. 115p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei n. 10.711**, 5 ago. 2003. Decreto n. 5.153, 23 jul. 2004. Legislação brasileira sobre sementes e mudas. Brasília, 2004. 121p.

CAMPOS, F.R.S.; MOURA, W.M.; PERTEL, J.; LIMA, P.C. Aspectos legais da produção e comercialização de sementes e mudas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.27, n.232, p.15-21, 2006.

MOURA W.M. Lei de Proteção de Cultivares. Questões práticas aplicadas ao cafeeiro. In. SIMPÓSIO DE ATUALIZAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS. Genética e melhoramento do cafeeiro, 3., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 1999. p.11-17.

MOURA W.M. Sistemas de proteção de cultivares transgênicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v.21, n.204, p.109-115, 2000.

# Capítulo 13

### COLHEITA, PREPARO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CAFÉ

Lilian Padilha Gladyston Rodrigues Carvalho Mirian Therezinha Souza da Eira

# **PRODUÇÃO DE SEMENTES**

O investimento na correta formação da lavoura de café é um dos pontos determinantes para a definição de seu potencial produtivo. Nessa fase, atenção especial deve ser dada ao plantio de mudas vigorosas, formadas a partir de sementes de alta qualidade física, fisiológica, genética e sanitária, bem como à escolha da cultivar com elevado potencial genético e adaptada às condições de cultivo. A disponibilização de sementes com alta qualidade permite aos agricultores usufruir de toda a potencialidade produtiva das novas cultivares desenvolvidas pelo melhoramento genético. Para isso, é necessária a execução de uma série de atividades distintas e interdependentes que assegurem a preservação das características desses materiais até a utilização final pelos agricultores.

Em todo o território nacional, o processo de produção e comercialização de sementes e mudas segue uma legislação específica, que tem como objetivo a garantia da identidade e qualidade do material de multiplicação e de reprodução vegetal. As cultivares que podem ser comercializadas estão cadastradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) e qualquer agente envolvido neste processo (pessoa física ou jurídica) deve estar inscrito no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem). Essas informações são disponibilizadas pelo Ministério da Agricultura e podem ser obtidas no endereço <a href="www.agricultura.gov.br">www.agricultura.gov.br</a>. Sementes de café para comercialização devem apresentar uma percentagem mínima de germinação de 70%, ausência de insetos vivos e 98% de pureza.

#### CARACTERÍSTICAS DOS FRUTOS E SEMENTES

Coffea arabica é a principal espécie de café plantada no mundo. Devido a sua característica de reprodução por autofecundação, com pequena taxa de fecundação cruzada, sua propagação pode ser realizada por meio de mudas obtidas de sementes. Já *C. canephora*, que se reproduz por fecundação cruzada, embora possa ser multiplicada por sementes, é preferencialmente propagada por estacas obtidas de plantas matrizes superiores, mantidas em jardins clonais.

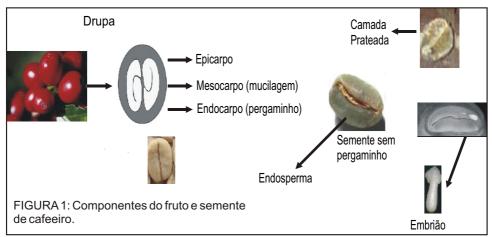
As sementes de café são obtidas pelo processamento "via úmida" dos frutos, quando eles são despolpados e as sementes liberadas. Alguns coeficientes técnicos para a conversão da quantidade dos frutos colhidos em quantidade de sementes para a produção de mudas podem ser observados na Tabela 1.

TABELA 1: Dados médios de conversões na produção de sementes e mudas.

Formas ou medidas de café	Formas ou medidas correspondentes
1 litro de café da roça	500 frutos/1000 sementes
8 litros de café da roça	1 kg de semente
1 kg de semente	4000 a 6000 sementes
1 kg de semente	2000 a 3000 mudas

Fonte: Carvalho, G.F (comunicação pessoal)

O fruto do café é uma drupa contendo, normalmente, dois lóculos e duas sementes chatas plano-convexas, em que cada semente madura está envolvida por um endocarpo coriáceo, também conhecido como pergaminho (Figura 1). A semente é constituída por embrião, endosperma e um envoltório representado por uma película prateada. Podem ser formadas sementes do tipo moca, com formato ovalado, e que se originam do desenvolvimento de uma única semente, as quais apresentam



qualidade fisiológica similar à das sementes chatas. Apesar disso, na comercialização de sementes, é tolerado um máximo de 12% do tipo moca. Existem, ainda, as sementes do tipo concha que resultam da separação dos grãos imbricados oriundos da fecundação de mais de um óvulo em única loja do ovário e as sementes com formato triangular devido ao desenvolvimento no fruto de três ou mais sementes.

# OBTENÇÃO E PROCESSAMENTO DAS SEMENTES DE CAFÉ

Muitos fatores afetam a qualidade de sementes, destacando-se: origem da semente, adubação, condições climáticas na fase de maturação e colheita, tipo de colheita, secagem, condições de armazenamento, tratamento químico das sementes, sanidade do campo, dentre outros. Dessa forma, a produção de sementes de alta qualidade exige uma atenção rigorosa do agricultor.

Na cultura do cafeeiro, a máxima qualidade das sementes ocorre na maturidade fisiológica, quando a semente se desliga da planta mãe ao completar o seu desenvolvimento. Assim como para outras espécies, o ponto de maturidade fisiológica coincide com o máximo acúmulo de matéria seca, viabilidade e vigor dessas sementes. Este estádio é facilmente determinado, pois está correlacionado com a maturação dos frutos, coincidindo com a mudança de cor "verde cana" para "cereja". Já foi verificado, para a cultivar Mundo Novo, que, aos 160 dias após a fecundação (DAF), as sementes já apresentam um início de germinação, porém, o máximo vigor coincide com o máximo desenvolvimento do fruto, o que ocorreu em torno de 220 DAF. Neste estádio, as sementes apresentam teor de água em torno de 66% (Caixeta, 1981).

Uma vez atingido o completo desenvolvimento, o café deve ser colhido, pois a permanência das sementes no campo, as expõe a condições adversas, que podem resultar na redução da sua qualidade fisiológica. A colheita dos frutos cereja, normalmente, é realizada manualmente e estes são submetidos ao despolpamento mecânico, com a eliminação do epicarpo. Em seguida, as sementes são submetidas à degomagem para a retirada da mucilagem (mesocarpo) aderida ao pergaminho. Esse processo se faz necessário, pois os resíduos de mucilagem são ricos em carboidratos e constituem um substrato adequado para o desenvolvimento de microrganismos. A remoção desta mucilagem pode ser feita por meio de fermentação natural (processo bioquímico), de processos mecânicos, por meios químicos ou pela combinação mecânico-químico.

A degomagem pela fermentação natural em água, em tanques de alvenaria, é a mais comumente utilizada e indicada, sendo um processo simples e que não compromete a qualidade das sementes. O processo de hidrólise promovido pela fermentação é completado, normalmente, num período de 24 horas, quando são produzidos ácidos que levam à redução no pH inicial de 6,8-6,7 para 4,5 a 4,2. Quanto mais se prolongar o tempo para a fermentação, maior será a produção destes ácidos, o que pode levar

à inibição da atividade de enzimas responsáveis pela quebra da mucilagem. A demora da fermentação também pode levar à redução de 1% a 5% no peso da semente devido à perda de produtos solúveis (fenóis e dipertenos) por osmose. O final do processo de degomagem pode ser caracterizado pelo fácil atrito das sementes ao serem esfregadas com as mãos. Após essa etapa, as sementes são lavadas para a retirada completa da mucilagem.

O processo de degomagem mecânica é realizado em equipamentos denominados desmuciladores, por meio do atrito das sementes umas contra as outras e contra a parede do equipamento, e pela injeção de água sob pressão. A opção pela utilização de desmuciladores pressupõe uma adequada regulagem da máquina, para evitar que sejam provocados danos mecânicos nas sementes. Muitas vezes, embora não ocorra o dano aparente, poderá ocorrer o dano latente que resultará na redução da qualidade das sementes após o seu armazenamento. Outra opção que existe para a degomagem, pouco difundida, é a utilização do processo químico, geralmente realizado com o hidróxido de sódio. Apesar de se apresentar como uma alternativa rápida para a retirada de mucilagem, não é um processo indicado, pois existem controvérsias com relação aos efeitos dessa metodologia sobre a qualidade das sementes de café.

Após a retirada da mucilagem, as sementes passam, então, por uma secagem que deve ser realizada à sombra, ou utilizando secadores mecânicos. Normalmente, o beneficiamento das sementes de café consiste na catação manual de impurezas visuais, tais como sementes quebradas ou sem pergaminho, sementes anormais (moca, concha), sementes com infestação aparente por microrganismos, restos de cascas do fruto, frutos que não foram despolpados, etc. Porém, trabalhos recentes têm mostrado as vantagens para a obtenção de sementes de melhor qualidade a partir do seu beneficiamento, utilizando máquinas de pré-limpeza (ar e peneira) e mesa gravitacional (Araújo et al., 2004; Favarin et al., 2003; Giomo et al., 2004). A associação dessas duas máquinas se justifica para a obtenção de um lote de sementes com maior uniformidade, já que sementes de mesmo tamanho, com pergaminho, apresentam tamanhos diferenciados após a remoção dessa estrutura. O tamanho da semente, associado à quantidade de massa, influencia a qualidade fisiológica das sementes e também a qualidade das mudas no viveiro.

#### **ARMAZENAMENTO**

Em sementes denominadas ortodoxas, a redução do teor de água é realizada com o principal objetivo de reduzir o metabolismo das sementes, favorecendo a manutenção da sua qualidade. As sementes de café são consideradas de comportamento intermediário, pois a combinação da redução do teor de água com baixas temperaturas não favorece o armazenamento dessas sementes, como ocorre nas espécies ortodoxas. Sementes de *C. canephora* toleram a redução do teor de água até 15%, se forem armazenadas a 10°C em embalagens herméticas, por até quatro

meses. Por outro lado, caso a temperatura seja de 20°C, o teor de água não pode ser reduzido a valores inferiores a 22%, pois uma taxa de secagem lenta (0,15%.h<sup>-1</sup>) desfavorece a qualidade fisiológica das sementes (Rosa et al., 2005). Em sementes de *C. arabica*, reduções no teor de água para até 10% e armazenamento a 10°C favorecem a manutenção da qualidade por até 12 meses (Gentil et al., 2001). Para trabalhos de pesquisa ou melhoramento genético, a viabilidade precisa ser mantida por um período ainda maior, de dois a cinco anos. Neste caso, as sementes de *C. arabica* podem ser armazenadas em freezers (-20°C) com teor de água em torno de 11% a 12%. Em bancos de germoplasma, quando o material genético deve ser conservado por períodos longos, visando à manutenção da variabilidade genética da espécie, as sementes de café podem ser criopreservadas, ou seja, conservadas em tanques de nitrogênio líquido a 196°C (Eira et al., 2005).

O acondicionamento das sementes do café arábica deve ser realizado em embalagens permeáveis, tais como polipropileno trançado, juta, papel multifolhado ou algodão. Essas embalagens permitem que a umidade da semente entre em equilíbrio com a umidade do ambiente. A umidade relativa do ar e a temperatura do ambiente de armazenamento são determinantes no processo de deterioração das sementes, o qual leva a uma progressiva redução no potencial de armazenamento, com a redução da velocidade, uniformidade e porcentagem total de emergência das plântulas. Neste aspecto, é recomendado que o armazenamento seja realizado em locais com temperaturas amenas e bem arejado. Antes de serem acondicionadas, as sementes de café podem ser tratadas com fungicida protetor, visando o controle de *Rhizoctonia solani*. Para o controle da broca, no início do processo de secagem das sementes, poderá ser aplicado um inseticida à base de Endossulfan.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, E.F., MEIRELES, R.C.; REIS, REIS, L.S.; MAURI, A.L.; DAVID, A.M.S.S. Uso de peneiras e da mesa gravitacional na classificação e na qualidade de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n.8, p.24-28.2004.

CAIXETA, I.F. Maturação fisiológica da semente do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo). Lavras, MG: ESAL, 1981. 48p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1981.

EIRA, M.T.S.; Reis, R.B.; Ribeiro, F.N.S.; Ribeiro, V.S. Banco de sementes de café em criopreservação: experiência inédita no Brasil. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 5p. (Circular Técnica, 42).

FAVARIN, J.L.; COSTA, J.D., NOVEMBRE, A.D.C.; FAZUOLI, L.C.;

FAVARIN, M.G.G.V. Características da semente em relação ao seu potencial fisiológico e a qualidade de mudas de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes,** v. 25, n.2, p.13-19. 2003.

GENTIL, D.F.O.SILVA; MIRANDA, D.M. Grau de umidade e temperatura na conservação de sementes de café. **Bragantia.** v.60, n.1, p.53-64. 2001.

GIOMO, G.S.; RAZERA, L.F.; GALLO, P.B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.291-97. 2004.

ROSA, S.D. F.; BRANDÃO JÚNIOR, D.S.; VON PINHO, E.V.R.; VEIGA, A.D.; SLVA, L.H.C. Effects of different drying rates on the physiological quality of *Coffea canephora* Pierre seeds. **Brazilian Journal of Plant Physiology** v.1. n.2. p.199-205. 2005.



# ENDEREÇOS DE INSTITUIÇÕES DE PESQUISA QUE TRABALHAM COM MELHORAMENTO DE CAFÉ

#### **EMBRAPA CAFÉ**

Parque Estação Biológica - PqEB s/n

Av. W/3 Norte (final)

Edifício Sede da Embrapa - Sala 321

Brasília, DF CEP: 70770-901

Tel.: (61) 3448-4378 Fax: (61) 3448-4073

HP: www.embrapa.br/cafe

# EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Av. José Cândido da Silveira, Nº 1647

Caixa Postal 515

Bairro Cidade Nova - CEP 31170-000

Belo Horizonte-MG HP: www.epamig.br

E-mail: epamig@epamig.br

Tel.: (31) 3488-8868 Fax: (31) 3486-5861

Centro Tecnológico da Zona da Mata Vila Gianetti, 46 - Campus da UFV CEP 36571-000 Vicosa. MG

Tel.: (031) 891-2646; FAX (031) 3899-3355

Fazenda Experimental de Lavras-FELA Campus da UFLA - Caixa Postal 176 CEP 37200-000 Lavras-MG

Tel.: (35) 3821-2231 E-mail: fela@epamig.br Fazenda Experimental de Três Pontas – FETP

Rodovia Três Pontas/Santana da Vagem km 06 - CP 91

CEP 37190-000 Três Pontas-MG

Tel.: (35) 3265-1107 E-mail: fetp@epamig.br

Fazenda Experimental de Machado-FEMA Antiga Rodovia Machado/Poços de Caldas- Caixa Postal 50 CEP 37750-000 Machado-MG

Tel.: (35) 3295-1527

E-mail: epamig@axnet.com.br

Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso – FESP km 12,5 Via Guardinha Caixa Postal 18 CEP 37950-000- São Sebastião do Paraíso-MG

Tel.: (35) 3531-5661

E-mail: <a href="mailto:epamigfesp@bol.com.br">epamigfesp@bol.com.br</a>

Fazenda Experimental de Patrocínio- FEPC Estrada da Lagoa Seca – 08 km + 3 à direita CEP 38740-000 Patrocínio-MG

Tel.:: (34) 3831-1777 E-mail: fepc@epamig.br

# **FUNDAÇÃO PROCAFÉ**

Alameda do Café, 1000 Varginha, MG CEP 37026-400

Tel.: (35) 3214-1411

HP: www.fundacaoprocafe.com.br

E-mail: contato@fundacaoprocafe.com.br

# IAC - Instituto Agronômico de Campinas

Caixa Postal 28

13012-970 Campinas, SP HP: http://www.iac.sp.gov.br E-mail: iacdir@iac.sp.gov.br

Tel.: (19) 3231-5422 Fax: (19) 3231-4943

# IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná

Rod. Celso Garcia Cid Km 375 Londrina - PR - CEP 86001-970

Tel.: (43) 3376-2000 Fax: (43) 3376-2101 HP: www.iapar.br

#### INCAPER – Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

Rua Afonso Sarlo, 160 Bairro Bento Ferreira 29052-010. Vitória - ES HP: www.incaper.es.gov.br

E-mail: diretoria@incaper.es.gov

Tel.: (27) 3137-9888 Fax: (27) 3137-9893

Fazenda Experimental de Venda Nova/Incaper Viçosinha, São João de Viçosa 29375-000, Venda Nova do Imigrante - ES E-mail: fevn@incaper.es.gov.br

Tel.: (28) 3546-6136

Fazenda Experimental de Marilândia Estrada Marilândia / Alto Liberdade, S/N 29725-000, Marilândia - ES E-mail: fem@incaper.es.gov.br

Tel.: (27) 3724-1182

#### **UFLA - Universidade Federal de Lavras**

Caixa Postal 3037 - CEP 37200-000 Lavras-MG

HP: www.ufla.br

E-mail: reitoria@ufla.br Tel: (35) 3829-1122 Fax: (35) 3829-1100

### UFV – Universidade Federal de Viçosa

Departamento de Fitopatologia CEP 36571-000 Viçosa, MG

Tel.: (31) 3899-2621 Fax: (31) 3899-2240 HP: www.ufv.br

Departamento de Fitotecnia -Universidade Federal de Viçosa CEP 36571-000 Vicosa, MG

Tel.: (31) 3899-2613 Fax: (31) 3899-2614

# CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ



EBDA, Embrapa, Epamig, IAC, Iapar, Incaper, Pesagro-Rio, Sarc/MAPA, Ulla e UFV



Embrapa Agricultura, Pecu

